

Fase 1 de la VIII Edición Campeonato Nacional



Desafío 6-7: Memoria

Centro: CIFP Juan de Herrera-IES Galileo



Fecha: 29 de abril de 2025

Autores: CIFP Juan de Herrera-IES Galileo

0. Índice

1. Introducción	3
2. Comunicación, marketing y financiación	4
2.1 Garantizar la coordinación y comunicación interna en los dos centros e intercentros.....	4
2.2 Gestionar la comunicación externa para hacer visible nuestro proyecto en Valladolid, en nuestra comunidad autónoma y en otras comunidades.....	6
2.3 Crear una relación con posibles colaboradores y/o empresas externas.	7
3. Proyecto metodológico	9
4. Memoria descriptiva del diseño, su fabricación y materiales utilizados.....	9
4.1 Dimensiones generales.....	10
4.2 Chasis	10
4.3 Ergonomía	12
4.4 Carrocería.....	15
4.5 Dirección.....	18
4.6 Suspensión.....	23
4.7 Frenos.....	24
4.8 Sistema eléctrico	26
4.8.1 Powertrain	27
4.8.2 Sistemas auxiliares 12V	28
4.9 Transmisión.....	29
5. Innovación.....	31



1. Introducción

Sirva esta introducción para presentar al equipo que ha formado parte del proyecto y que durante este curso ha puesto toda “la carne en el asador” para conseguir llegar a este momento.

Desde Valladolid nosotros partiremos, Juan de Herrera e IES Galileo unidos estaremos, con el apoyo de todos nuestros patrocinadores.... Así versa la canción que el alumnado ha escrito para el primer vídeo publicado en RRSS, webs y canales de YouTube de ambos centros.

Profesorado y alumnado

CIFP Juan de Herrera

Juan Carlos García Gallego con su alumnado de Sistemas de transmisión de fuerzas y trenes de rodaje.

Pablo Martín Vela con su alumnado de Sistemas auxiliares de motor.

Rafael Francisco Romero Bujalance con su alumnado de Equipos y aperos.

Raquel Rodríguez López con su alumnado de Programación de la producción.

IES Galileo

Margarita López Fernández con su alumnado Mecanizado básico y Sistemas de transmisión de fuerzas y trenes de rodaje.

Óscar Jesús Arroyo González con su alumnado de Mecanizado básico y Embellecimiento de superficies.

Carlos Gil de la Puente con su alumnado de Elementos estructurales del vehículo y circuitos eléctricos auxiliares del vehículo.

Jonatan Coedo Lago con su alumnado de Circuitos de fluidos, Suspensión y dirección y, Sistemas auxiliares de motor.

Patrocinadores

Junta de Castilla y León_Proyecto Aula empresa AE-PUB-2024-072

Reval, Recambios Valladolid

Rojo Soluciones metalúrgicas S.L.

Granalu trasformados.

Usivall.

Artenox

Adarsa.

Plastic Home.

Grupo Ferreras_Vallisoletana de elementos metálicos.

Óptima, comunicación y protocolo.

Dar la gracias a todos y cada uno de ellos por el trabajo realizado y el apoyo recibido, no hubiera sido posible sin su dedicación y constancia y a la organización del campeonato por su apoyo y asesoramiento siempre que se le ha solicitado.

Como bien dice el claim del equipo **“Que nada nos pare” QNNP**, la motivación y la resiliencia han hecho que se superen las circunstancias adversas en muchas ocasiones y que, pese a todo, hayamos llegado hasta aquí. Esto será el principio de un largo camino a recorrer, estamos seguros de ello.

2. Comunicación, marketing y financiación

Se describen a continuación los hitos conseguidos durante el proceso, en base a los objetivos que planteamos en el desafío 1 Comunicación.

2.1 Garantizar la coordinación y comunicación interna en los dos centros e intercentros.

Objetivo: asegurar que todos los miembros del equipo de ambos centros estén informados sobre las expectativas, desafíos, plazos y avances del proyecto de Euskelec y, transmitan los relativos a la difusión, a los responsables de los medios de comunicación de cada centro en función de las necesidades del momento, a la vez que se trabajan los contenidos con el alumnado.

Estrategia y procedimientos:

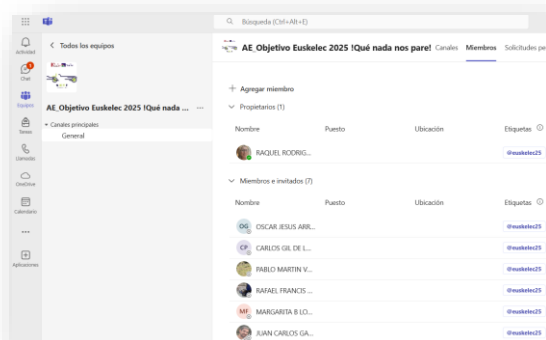
Comunicación intercentros:

- Se ha generado un flujo de comunicación constante. Desde marzo de 2024 se han realizado reuniones presenciales semanales, todos los miércoles a las 11.30h en el CIFP Juan de Herrera, en el ILAB, entre el profesorado de los dos centros y, se han mantenido durante todo el curso 24-25.

Añadir a este trabajo, las reuniones realizadas fuera del centro educativo, como la jornada en Getxo del día 13 de diciembre de 2025 invitados por la organización.



- Hemos habilitado un espacio compartido, **Objetivo Euskelec 2025**, en la plataforma online de la que disponemos en CyL, (**Teams**). En ella se han compartido la información relevante sobre cada uno de los desafíos; los hitos conseguidos; resolución de duda; seguimiento económico del proyecto; colaboradores y patrocinadores; fotos, videos; y cada avance en el proyecto.



000_Jornadas de trabajo	19/11/2024
000_Proyecto AE	29/10/2024
001_Euskelec VII	19/11/2024
002_Revisal	19/11/2024
003_Optima_Comunicación y protocolo	19/11/2024
004_Granalu	19/11/2024
005_Artexox	19/11/2024
006_SMC curvados	21/11/2024
007_Plastic Home	15 de enero
241213_Desafio 2_Descripción del diseño	09/12/2024
241220_Desafio 1_Comunicación	15/12/2024

- Se han generado sinergias con **otro centro participante en el Campeonato Euskelec**, el CPIFP Nº1 de Santander mantenido varias conversaciones telefónicas por Teams y habilitado un espacio de colaboración para generar una transferencia de conocimiento.
- Iniciamos la participamos en la **plataforma de trabajo colaborativo de Dassault Systems**, gracias a la organización que nos ha puesto a disposición un espacio para poder compartir diseños con todos los centros participantes. **Jornada de trabajo colaborativo en Rentería**, en las instalaciones de TKNIKA el día 3 de abril de 2025.



Comunicación interna de cada uno de los centros:

- Se ha mantenido comunicación constante con **los departamentos de comunicación** para la difusión del proyecto en página web, RRSS, canal de Youtube, canal de Radio Galileo, pantallas del centro. El trabajo desarrollado se puede en los enlaces que se proporcionan en el siguiente apartado, ya que se sube todo el trabajo desarrollado progresivamente:



21 de marzo de 2025 Radio Galileo

- El **alumnado** se ha involucrado en la comunicación realizando cartelería, participando en las jornadas de difusión para la presentación del proyecto a centro y empresas, preparación del proyecto, merchandising, programa en Radio Galileo.



Pulseras de difusión y promoción del proyecto Objetivo Euskelec 2025 ¡QNNP!



- Se han realizado los **workshops** programados para alumnado en los que se han trabajado: la comunicación, las habilidades sociales tan demandadas por las empresas en estos días y, el trabajo en equipo. Uno en cada centro de la mano de Inma Álvarez, experta en Comunicación y protocolo. Con estos talleres se pretende que el alumnado de ambos centros interaccione y se conozca, sepa que es partícipe del mismo proyecto, forme equipo y pierda esa vergüenza inicial a la hora de comunicarse dentro del equipo y de cara a las relaciones que se establecen con el resto de equipos en el campeonato.

Workshop 19 de diciembre de 2024 en CIFP Juan de Herrera y 23 de enero de 2025 en IES Galileo



2.2 Gestionar la comunicación externa para hacer visible nuestro proyecto en Valladolid, en nuestra comunidad autónoma y en otras comunidades.

Objetivo: promover el proyecto y generar interés externo mediante la difusión de información en diversas plataformas y medios de comunicación convencionales (prensa, radio y tv local), así como redes sociales, web y otros canales disponibles en nuestros centros como son la radio y el canal de youtube.

Estrategia y procedimientos:

- Se han realizado dos **jornadas de difusión** en el centro y se realizará una tercera, programada para después de la Fase 2 en la que se mostrarán los resultados obtenidos

27 de noviembre de 2024: Jornada de presentación del proyecto y trabajo colaborativo con la empresa REVAL para comunicación y diseño del vehículo, con asistencia de 60 personas entre profesorado alumnado y empresas.



24 de febrero de 2025: Jornada de seguimiento del proyecto y trabajo colaborativo con la empresa Granalu para desarrollo de la App de Sostenibilidad y herramientas de economía circular, con la asistencia de 60 personas, alumnado, profesorado y empresas



26 de mayo de 2025: Jornada de comunicación y análisis de resultados obtenidos en la VIII edición del campeonato Euskelec, en la que se invitará a empresas patrocinadoras, a la directora provincial de educación de Valladolid, inspección educativa y a la prensa.

- Se ha difundido en webs, RRSS, canal de Youtube, para ello se ha diseñado un LOGO de equipo, presente en todas las difusiones, un lema, QUE NADA NOS PARE, y dos canciones que se pueden escuchar en todos videos publicados

Enlaces a YouTube

Video 1 Objetivo Euskelec 2025 ¡QNNP!

Canal CIFP Juan de Herrera <https://youtu.be/EhDCVlacXKM>

Canal del IES Galileo <https://youtu.be/Uyn0saTO0Dg?feature=shared>

Video 2 Y nada nos está parando ¡QNNP!

Canal CIFP Juan de Herrera [EuskElec-2025. Y nada nos está parando](https://youtu.be/EuskElec-2025.Y.nada.nos.está.parando)

Canal del IES Galileo [QNNP - Segundo desafío](https://youtu.be/QNNP-Segundo.desafío)

Video 3 Objetivo Euskelec 2025 ¡QNNP!

Canal CIFP Juan de Herrera https://youtu.be/QJ_t6ETSZKI

Canal del IES Galileo <https://youtu.be/krbjyW0j4p0>

Enlaces a Web

Web CIFP Juan de Herrera [CIFP Juan de Herrera](https://cifpjuandeherrera.centros.educa.jcyl.es/sitio/index.cgi?wid_item=200&wid_seccion=21)

http://cifpjuandeherrera.centros.educa.jcyl.es/sitio/index.cgi?wid_item=200&wid_seccion=21

Web IES Galileo [IES Galileo](https://iesgalileo.centros.educa.jcyl.es/bitacora/index.cgi?wldPub=1020)

<http://iesgalileo.centros.educa.jcyl.es/bitacora/index.cgi?wldPub=1020>

Facebook, X, LinkedIn e Instagram

@juanherrera

@IESGalileo

Hagstag de la campaña

#QNNP

#Tknika

#Quenadanospare

#Euskelec

#AulaEmpresaCyL

#FpEuskadi



2.3 Crear una relación con posibles colaboradores y/o empresas externas.

Objetivo: atraer empresas o colaboradores que puedan ayudar en la provisión de recursos tecnológicos, humanos, materiales, etc..., para dar continuidad al proyecto y, sobre todo para favorecer la transferencia del conocimiento enriqueciendo de esta manera el proyecto.

Estrategia y procedimientos:

- **Proyecto AE-PUB-2024-072 Objetivo Euskelec 2025:** Se han establecido colaboraciones iniciales con tres empresas, a través de un Proyecto Aula-empresa presentado a la **Dirección general de FP de CyL** en junio de 2024, REVAL, GRANALU y OPTIMA_Comunicación y protocolo.

La resolución de la convocatoria se publicó en noviembre de 2024 y con ella se dotaba al proyecto con 10.000€ por centro, lo que ha sido nuestra principal fuente de financiación.

- **Empresas patrocinadoras:** hemos establecido relaciones con las siguientes empresas, que han apoyado el proyecto desde que se les ha presentado e incluso, con anterioridad, dotando de recursos técnicos, materiales, logísticos y emocionales a este proyecto. Agradecemos a:

Reval. Recambios de Valladolid. Miguel y Javier Redondo Valdeolmillos que prestan asesoramiento técnico en el diseño y configuración del vehículo, su experiencia en el sector han sido claves para la ejecución del vehículo.

Óptima, comunicación y protocolo. Inmaculada Álvarez nos ayuda con el trabajo en softskills y la comunicación, nadie mejor que ella transmite sus conocimientos a nuestro alumnado.

Rojo Soluciones Metalúrgicas. Jonatan nos ha proporcionado el gran potro de trabajo, todas las piezas en corte laser, plegado y mecanizados a medida, su ayuda inestimable no tiene precio.

Granalu transformados. Javier es la pieza clave para implementar un sistema de trabajo basado en la economía circular y por lo tanto en la sostenibilidad, gran entusiasta que también nos ha proporcionado los asientos realizados en aluminio en su empresa.

Usivall. Pepelu nos ha mecanizado las piezas que diseñadas a medida a tomado forma en sus instalaciones, sin su buen hacer esto no hubiera echado a rodar.

Artenox, Toño nos ha aportado todos elementos en acero inox para conseguir que nuestro ángulo Ackerman funcione según lo previsto, no nos saldremos en ninguna curva gracias a él.

Adarsa. Jesús nos proporciona el movimiento, esa movilidad sostenible con sus furgonetas eléctricas para desplazarnos a preverificaciones y campeonato.

Plastic Home. José Antonio no ha dudado ni un minuto en proporcionarlos la ligereza necesaria para que nuestro coche no se quede el último, nuestra carrocería apenas aporta peso.

Grupo Ferreras_Vallisoletana de elementos metálicos. Mónica siempre pensando en la seguridad y confort en la conducción, ha querido proteger a nuestros pilotos proporcionándoles los cascos reglamentarios.



Tres fueron las empresas que iniciaron la andadura en noviembre de 2025 y por el camino hemos encontrado seis empresas que no se han pensado apoyarnos en todo lo que les hemos pedido. Gracias a ellos, objetivo conseguido.

No podemos olvidar el apoyo incondicional de las jefaturas de estudios, secretarios y la dirección de los dos centros, agradecidos por su apoyo y colaboración, pese a que en muchos momentos les hemos saturado.

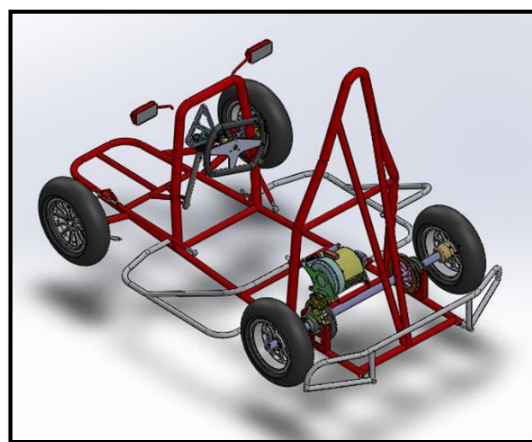
Y, como no agradecer a la Directora provincial de educación de Valladolid y a la inspección educativa por querer ser partícipes de nuestras batallas en las aulas, los talleres y las difusiones del proyecto.

3. Proyecto metodológico

Se anexa a este Memoria en un documento en el que se muestran los resultados alcanzados y las presentaciones utilizadas en las jornadas de trabajo colaborativo con empresas. **ANEXO PROYECTO METODOLÓGICO 2**

4. Memoria descriptiva del diseño, su fabricación y materiales utilizados

En este proyecto, se planifica y programa el diseño de un vehículo eléctrico que es fabricado como vehículo de competición. Para llevarlo a cabo, se ha diseñado en Solidworks el vehículo, teniendo en cuenta todos los elementos que lo constituyen generando un flujo de archivos que dan como resultado el vehículo que se muestra a continuación. Se excluyen en esta imagen los elementos de carrocería e instalación eléctrica.



Hemos analizado el reglamento y nuestros objetivos en cuanto al modelo de vehículo de competición a desarrollar mediante un cuadro de doble entrada que nos ayuda a tomar decisiones sobre el diseño. Cuando se genera conflicto entre el diseño deseado y las especificaciones técnicas de la organización adoptamos la solución técnica en base a:

Las limitaciones establecidas en el reglamento.

Las pruebas dinámicas a superar. Priorizando sobre la prueba de eficiencia energética ya que es la que más puntúa.

Nuestro objetivo es conseguir un vehículo lo más eficiente posible, lo que se traduce en un vehículo con el menor consumo de energía posible.

Por lo tanto, las características generales son

✚ Ligereza. Lo más ligero posible.

✚ Mínimo rozamiento rodadura.

		PRUEBAS DINÁMICAS				
		ACELERACIÓN	SLALOM	FRENADO	EFICIENCIA ENERGÉTICA	
CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO DE COMPETICIÓN	PESO VEHÍCULO	-	-	-	-	Más ligero posible. Objetivo 150 Kg con piloto.
	PESO PILOTO	-	-	-	-	Piloto de 1,70m de alto y 65 Kg.
	LONGITUD	-	-	-	-	Determinada por longitud mínima 2.200mm.
	ANCHURA	=	-	-	-	Determinada por la vía mínima 780mm.
	ALTURA	-	-	-	-	Lo más bajo posible.
	BATALLA	-	-	-	-	Batalla mínima 900mm.
	DISTANCIA AL SUELO	-	-	-	-	La mínima 70 mm teniendo en cuenta la flexibilidad del chasis y recorrido suspensión.
	RETROVISORES	-	-	-	-	Lo más pequeños posible.
	POSICIÓN DEL PILOTO	-	-	-	+	Lo más tumbado posible. Respaldo >40°.
	ALTURA ARCO DELANTERO	-	+	-	-	La mínima que permita cumplir el ángulo de visión establecido.
	NEUMÁTICOS-ROZAMIENTO	+	+	+	-	Equilibrio entre pruebas.
	CENTRO DE GRAVEDAD ALTURA	+	+	+	=	Determinado por la postura del piloto. Lo más bajo posible.
	CENTRO DE GRAVEDAD POSICIÓN LONGITUDINAL ATRÁS	+	=	-	=	Balace entre frenada y Aceleración.
	DIRECCIÓN	=	=	=	=	Por bieletas (peso) o cremallera (fácil conducción).
	FRENOS	=	+	+	=	Dos circuitos reguladores de frenada delantero y trasero.

✚ influye positivamente - influye negativamente = no influye

- ✚ Mínima resistencia aerodinámica. Bajo Cx y mínima sección transversal en la dirección de la marcha.

Además, como se tiene en cuenta la distancia recorrida, debe ser rápido tanto en recta como en curva y capaz de adelantar a otros vehículos por lo que debemos añadir:

- ✚ Buena estabilidad.
- ✚ Buena adherencia en curva, sobre todo tren delantero.
- ✚ Tamaño lo más reducido posible.

A continuación, se muestran el diseño, construcción final y los materiales empleados siempre pensando en **que nuestra pretensión es conseguir que toda la geometría del vehículo sea regulable.**

4.1 Dimensiones generales

Se muestran la continuación los datos y medidas de nuestro vehículo respetando en todo momento el Reglamento la que la organización de la VIII edición de la competición Euskelec nos ha proporcionado.

Se ha tratado de conseguir un vehículo lo más eficiente posible, minimizando, ante todo: su peso, el rozamiento en la rodadura y la resistencia aerodinámica. Además, al ser un vehículo de competición, debe de tener una buena estabilidad, adherencia en las curvas y un tamaño lo más reducido posible, para que sea rápido en las curvas y en las rectas.

- ✚ Ancho total de 1.300 mm.
- ✚ Largo de 2.100 mm, para tener un manejo eficiente en las distintas condiciones.
- ✚ Altura 1130 mm, para un mejor control aerodinámico.
- ✚ Distancia entre ejes es de 1100 mm para un mejor reparto de pesos.
- ✚ Peso del vehículo aproximado es de 77 Kg y de 151 Kg con piloto.

4.2 Chasis

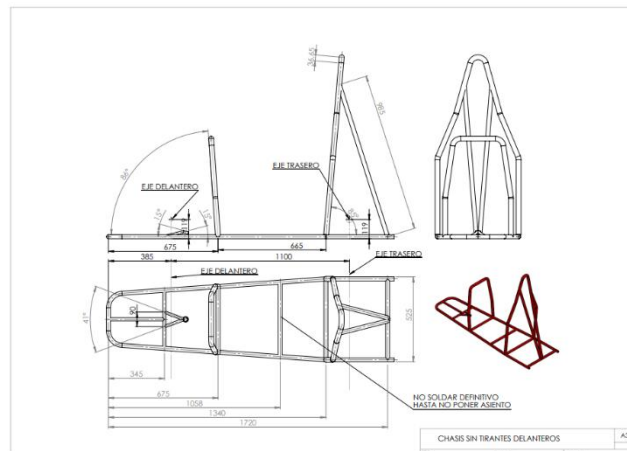
Los criterios prioritarios que se han considerado en su diseño son los siguientes:

- ✚ Las **características mecánicas** de material utilizado en función de los esfuerzos a los que se somete (flexión o torsión) y los parámetros establecidos en el reglamento.
- ✚ La **sección del material** en función de la economía y la resistencia.
- ✚ La **geometría del tren delantero**, regulable para facilitar encontrar los reglajes de mayor rendimiento.
- ✚ El **tren trasero** está diseñado con eje rígido y transmisión a las dos ruedas.

	PRUEBAS DINÁMICAS				
	ACELERACIÓN	SLALOM	FRENADO	EFICIENCIA ENERGÉTICA	
CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO DE COMPETICIÓN	PESO VEHÍCULO	-	-	-	Más ligero posible. Objetivo 150 Kg con piloto.
	PESO PILOTO	-	-	-	Piloto de 1,70m de alto y 65 Kg.
	LONGITUD	-	-	-	Determinada por longitud mínima 2.200mm.
	ANCHURA	=	-	-	Determinada por la vía mínima 780mm.
	ALTURA	-	-	-	Lo más bajo posible.
	BATALLA	-	-	-	Batalla mínima 900mm.
	DISTANCIA AL SUELO	-	-	-	La mínima 70 mm teniendo en cuenta la flexibilidad del chasis y recorrido suspensión.
	RETROVISORES	-	-	-	Lo más pequeños posible.
	POSICIÓN DEL PILOTO	-	-	+	Lo más tumbado posible. Respaldo >40°.
	ALTURA ARCO DELANTERO	-	+	-	La mínima que permita cumplir el ángulo de visión establecido.
	NEUMÁTICOS-ROZAMIENTO	+	+	+	Equilibrio entre pruebas.
	CENTRO DE GRAVEDAD ALTURA	+	+	+	Determinado por la postura del piloto. Lo más bajo posible.
	CENTRO DE GRAVEDAD POSICIÓN LONGITUDINAL ATRAS	+	=	-	Balance entre frenada y aceleración.
	DIRECCIÓN	=	=	=	Por bieletas (peso). Cremallera (fácil conducción).
	FRENOS	=	+	+	Dos circuitos reguladores de frenada delantero y trasero.

En azul se señalan todas las características que afectan en la elección del chasis.

- La suspensión por torsión y flexión del chasis.
- Es un **chasis plano** que, por la disposición de los tubos, trabajando a torsión y flexión dotan al vehículo de flexibilidad garantizando el contacto necesario con el suelo, absorbiendo las irregularidades del terreno.
- Estructura tubular en acero 25CrMo4** en diámetros de 25/30mm y espesores de 1,5/2mm teniendo en cuenta las especificaciones de los arcos de seguridad y, sabiendo que las características de esta aleación superan las establecidas por el reglamento.



La aleación de acero **25CrMo4/AISI 4130** pertenece a la familia de las aleaciones de cromo molibdeno, que se caracteriza por su alta resistencia con buena ductilidad y tenacidad; excelente resistencia a la fatiga y a los impactos; buena soldabilidad y formabilidad; excelente templabilidad y resistencia al calor; resistente al desgaste y la abrasión.

Propiedades mecánicas

Material	Condición	Tensión de rotura (MPa)	Límite elástico (MPa)	Elongación en 5 cm [%]	Dureza (Rockwell)
4130	Obtenidos en frío—normalizada	590–760 MPa	480–590 MPa	20–30	B 90–96

- Arco trasero:** se encuentra detrás del piloto tiene una altura de 1.107mm y una inclinación de 85° proporcionando protección en caso de vuelco, manteniendo una estructura resistente y adecuada para evitar que el piloto quede expuesto.
- Arco delantero:** situado frente al piloto, tiene una inclinación de 96°, optimizando la rigidez estructural y la protección en caso de impacto frontal.

Se ha realizado una maqueta a escala



- Distancia entre el techo del vehículo y la cabeza del piloto:** varía entre 103mm y 157 mm, un rango que asegura que haya suficiente espacio para la seguridad del piloto sin comprometer la rigidez del habitáculo.
- Altura de la barra antivuelco:** es de 1.120mm, ofreciendo un refuerzo adicional a la estructura del vehículo para proteger al piloto en situaciones de vuelco.

Todos los elementos de contacto con el piloto están acolchados con coquilla de polietileno de 10x22mm.

Se incorporan dos **paragolpes de aluminio**, uno delantero y otro trasero y cuatro laterales realizados todos ellos en aluminio y, dos puntos de remolque, delantero y trasero. Estos paragolpes se van unidos al chasis mediante tornillos.

- Para la fabricación de este chasis ha sido necesario el curvado de ciertos elementos y posteriormente su unión mediante soldadura TIG y de electrodo. Los arcos de seguridad son de una pieza, anclados mediante soldadura al chasis plano.



El chasis se ha sometido a un proceso de pintado bicapa; imprimación, pintura y lacado.



4.3 Ergonomía

La posición del piloto viene condicionada por las dimensiones de vehículo y, principalmente por la situación del centro de gravedad del piloto; ya que es el elemento más pesado, se puede modificar su posición respecto de la distancia a los ejes delanteros y traseros lo que determinará el reparto de pesos y el comportamiento dinámico del vehículo.

Nuestro objetivo de reparto de pesos es de 50%-50%, siendo el rendimiento del vehículo la prioridad y por tanto lo que determina la posición del piloto, aunque también ayuda a garantizar la seguridad y el manejo perfecto del vehículo.

Para ello se ha tenido en cuenta que el **centro de gravedad de un coche** es el punto en el que se concentran todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo debido a su masa. Este punto debe de estar lo más bajo posible en el caso de los coches de competición, dado que cuando circulan en zonas curvas, cuando más alto es el centro de gravedad, más carga han de soportar las ruedas exteriores.

Para los cálculos partimos de que el motor y la batería no se incorporan en el medio del vehículo. y, es por ello que los cálculos son aproximados.

CALCULO APROXIMADO CDG				
	DISTANCIA A EJE TRASERO PESO		PESO EJE TRASERO PESO EJE DELANTERO	
PILOTO	393	75	48	27
G MOTRIZ A EJE TRASERO	175	11	9	2
CHASIS	605	75	34	41
BATALLA	1100	161	91	70
			57%	43%

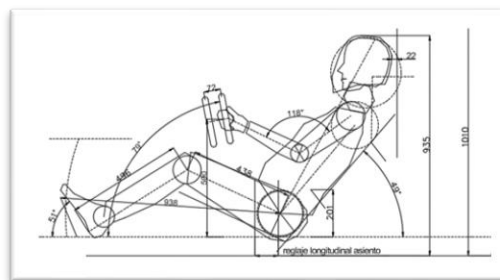
	DISTANCIA A EJE TRASERO PESO		PESO EJE TRASERO PESO EJE DELANTERO	
PILOTO	468	75	43	32
G MOTRIZ A EJE TRASERO	245	11	9	2
CHASIS	605	75	34	41
BATALLA	1100	161	85	76
			53%	47%

Nuestra batalla es de 1100 y se han intentado cumplir las cotas para conseguir un reparto de pesos cercano al 50%-50%.

Continuando con el estudio de la ergonomía, acudimos a nuestro cuadro de doble entrada. En él sombreamos en verde las características que afectan a la ergonomía.

		PRUEBAS DINÁMICAS				
		ACELERACIÓN	SLALOM	FRENADO	EFICIENCIA ENERGÉTICA	
CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO DE COMPETICIÓN	PESO VEHÍCULO	-	-	-	-	Más ligero posible. Objetivo 150 Kg con piloto.
	PESO PILOTO	-	-	-	-	Piloto de 1,70m de alto y 65 Kg.
	LONGITUD	-	-	-	-	Determinada por longitud mínima 2.200mm.
	ANCHURA	=	-	-	-	Determinada por la vía mínima 780mm.
	ALTURA	-	-	-	-	Lo más bajo posible.
	BATALLA	-	-	-	-	Batalla mínima 900mm.
	DISTANCIA AL SUELO	-	-	-	-	La mínima 70 mm teniendo en cuenta la flexibilidad del chasis y recorrido suspensión.
	RETROVISORES	-	-	-	-	Lo más pequeños posible.
	POSICIÓN DEL PILOTO	-	-	-	+	Lo más tumbado posible. Respaldo >40°.
	ALTURA ARCO DELANTERO	-	+	-	-	La mínima que permita cumplir el ángulo de visión establecido.
	NEUMÁTICOS-ROZAMIENTO	+	+	+	-	Equilibrio entre pruebas.
	CENTRO DE GRAVEDAD ALTURA	+	+	+	=	Determinado por la postura del piloto. Lo más bajo posible.
	CENTRO DE GRAVEDAD POSICIÓN LONGITUDINAL ATRÁS	+	=	-	=	Balance entre frenada y Aceleración.

Para obtener la menor sección transversal (resistencia aerodinámica) **el piloto irá lo más tumbado posible** que permite el reglamento, de tal manera que los talones del piloto estarán a la misma altura que la base del asiento.



El ángulo del volante respecto horizontal es de 79°

La distancia del volante se puede regular 70 mm

El brazo y antebrazo forman 120° lo que permite un buen manejo del volante.

Las piernas ligeramente flexionadas para mantener un vehículo de reducidas dimensiones, lo que obliga a una posición de los pedales de 50° aproximadamente, para no forzar la articulación del tobillo.

Los retrovisores son de 112x57mm.

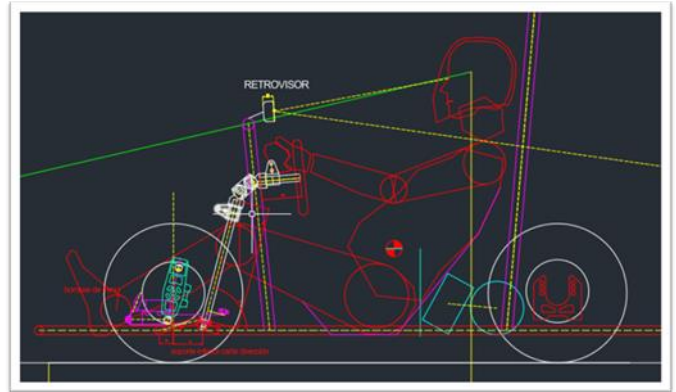
El asiento es de chapa de aluminio de 3 mm. Se ha realizado mediante corte, plegado y soldadura. Sus cantos se han protegido con burletes para evitar roces.

Para una perfecta adaptación al cuerpo del piloto se utilizan almohadillas de poliuretano.

El accionamiento del claxon, pedales, llaves de arranque, display, se puede realizar sin separar la espalda del respaldo ya que se ubican en el arco de seguridad delantero.

El campo visual del piloto permite ver un punto de referencia en el suelo a menos de 4 metros.

Los arcos de seguridad tendrán una inclinación de 96° y 85° , permitiendo una distancia mayor de 100mm desde la línea imaginaria que une los arcos de seguridad al casco del piloto. El arco delantero llevara protección de poliuretano a la altura de las piernas.

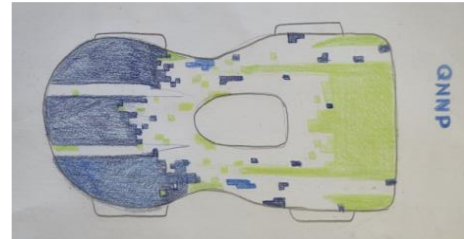
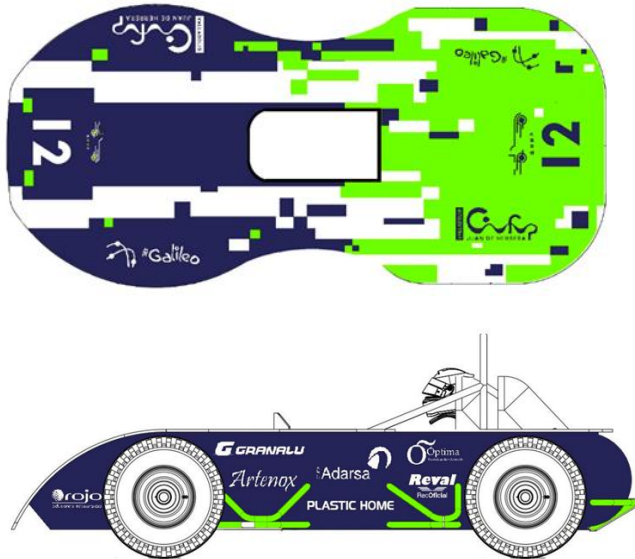


Pruebas realizadas in situ para determinar la posición definitiva del asiento, volante y retrovisores

Pensando en la seguridad del piloto se incorpora cinturón con 5 puntos de anclaje siguiendo el reglamento de la competición y casco con homologación ECE 2006

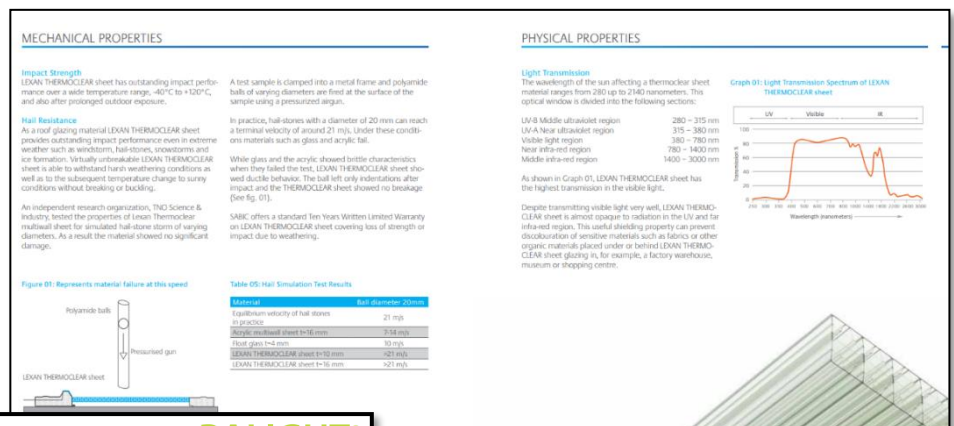
4.4 Carrocería

Se ha diseñado partiendo de un boceto realizado a mano alzada. Posteriormente se diseña cumpliendo las formas establecidas en el reglamento, tanto la superficie superior como los dos laterales.



Se realizan dos carrocerías en diferentes materiales:

- Una en policarbonato celular translúcido de 4,5mm Las especificaciones técnicas



Typical physical properties

Property	Conditions (US) ^a	ASTM Method ^b	Units - SI (US) ^a	Value (U.S. Customary) ^a	Value (U.S. Customary) ^a
Sheet Thickness				3 mm (0.12 in.)	10 mm (0.39 in.)
Physical					
Water Absorption	24 hr. @ 23°C (73°F)	D-570	%	0.5	0.8
Density ^c			g/cm ³ (lb/ft ³)	0.65-0.70 (38-41)	0.55-0.6 (34-38)
Mechanical					
Tensile strength at yield	10 mm/min (0.4 in./min)	D-638	MPa (psi)	16 (2,300)	11 (1,600)
Elongation at break	10 mm/min (0.4 in./min)	D-638	%	30	20
Flexural Strength at Yield	1 mm/min (0.04 in./min)	D-790	MPa (psi)	28 (4,050)	22 (3,200)
Flexural modulus	1 mm/min (0.04 in./min)	D-790	MPa (psi)	900 (130,500)	900 (130,500)
Impact Strength Notch Charpy	23°C (73°F)	D-256	J/m (ft.lbf/in.)	29 (0.54)	17 (0.32)
Thermal					
Service Temperature			°C (°F)	-10 to 55°C (14 to 131°F)	-10 to 55°C (14 to 131°F)
Heat Deflection Temperature	Load: 1.85 MPa (264 psi)	D-648	°C (°F)	63 (145)	63 (145)
VICAT Softening Temperature	Load: 1 kg (2.2 lb)	D-1525	°C (°F)	75 (167)	75 (167)
Coefficient of Linear Thermal Expansion		D-696	10 ⁻⁵ /°C (10 ⁻⁵ /°F)	6.7 (3.7)	6.7 (3.7)
Thermal Conductivity			W/m K (Btu.-in./hr.-ft ² ·°F)	0.07 (0.49)	0.07 (0.49)
Electrical					
Surface Resistance		D-257	Ohm	5 x 10 ¹⁵	5 x 10 ¹⁵
Volume Resistance		D-257	Ohm-cm	2 x 10 ¹⁶	2 x 10 ¹⁶

^a Conditions, units and values in U.S. Customary units are presented in the table within parentheses.
^b All the results depicted in this table were obtained by following the indicated ASTM method except where another method is indicated by the appearance of this symbol (b).

- Y, una segunda en PVC espumado de 5 mm con las características que aparecen en la siguiente tabla

Para conseguir **la forma adecuada** y basada en el reglamento se han realizado plantillas de madera que han ayudado a dar forma mediante calor a los dos materiales.



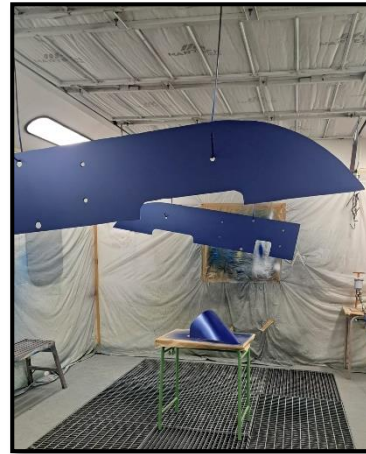
Posteriormente se realizan dos procesos de acabado diferente:

En la carrocería de policarbonato celular se opta por vinilar directamente tanto la carrocería superior como los dos laterales.

A la carrocería de PVC espumado se la somete a un proceso de **pintado bifase**, con imprimado inicial, pintado y lacado final. Posteriormente se vinila con el diseño determinado y se colocan los vinilos de patrocinadores, así como el dorsal y el anagrama de los dos centros.



Para dar resistencia y estabilidad a la carrocería se realiza un **subchasis**. Los dos materiales utilizados en la carrocería tienen buena flexibilidad para adaptarse fácilmente a él. Esta realizado en tubo de aluminio de 25mm y con espesor de 1,5mm, obteniendo las formas mediante curvado y posteriormente unido mediante soldadura TIG. Se recubre con coquilla de polietileno para absorber vibraciones de la carrocería y para proteger al piloto en el cockpit.



Este subchasis se une al chasis mediante silentblocks para no transmitirle rigidez.

A los arcos de seguridad mediante 4 bridas realizadas en fabricación aditiva.



La carrocería se une al subchasis con 18 Bumper quick reléase buttons.



Nuestro **objetivo** ha sido conseguir la mínima sección frontal.

Fuerza de arrastre aerodinámico (FA).

Para conseguir esta mínima sección frontal:

Altura máxima del piloto 1,70m; posición max. tumbado (respaldo 40°); arco de seguridad delantero lo más bajo posible (limitado por espacio entre volante y piernas).

Volante con el mínimo radio posible y recto en la parte superior.

$$FA = 0,5 \times p \times S \times C_x \times V^2.$$

C_x = Coeficiente aerodinámico depende de la forma.

S = Superficie frontal en el sentido de la marcha.

V = Velocidad.

p = Densidad del aire.

4.5 Dirección

Diseño de la geometría de dirección.

- Nuestro vehículo **carece de diferencial**, por lo tanto, las cotas del eje delantero son determinantes en la agilidad del vehículo, en el agarre del tren delantero y en la facilidad para que obedezca al giro del volante.
- Para conseguir que el vehículo gire necesitamos que la transmisión del par de fuerzas generado por la fuerza centrífuga al girar, se centre en las ruedas del eje delantero y la rueda externa del eje trasero (respecto a la trayectoria). Con unos ángulos de avance agresivos pretendemos que, al girar, la rueda externa baje respecto al plano horizontal y la interna suba, quedando prácticamente sin apoyo la rueda trasera interna con lo que facilitaremos el giro del vehículo.

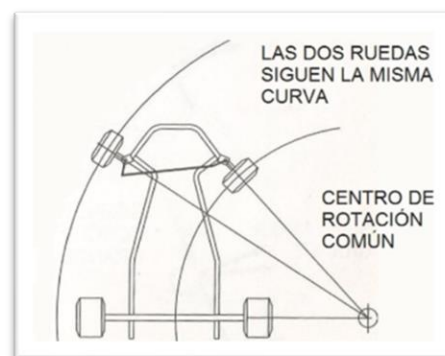
Esto se puede observar de manera muy clara cuando ejercemos una fuerza de empuje en el vehículo parado y conseguimos que eje trasero empuje al delantero describiendo casi una trayectoria recta.

- Otro aspecto importante a tener en cuenta es **el ángulo Ackerman** que hace que la rueda delantera interna gire más que la externa. **Nuestro objetivo, conseguir un Ackerman variable.**

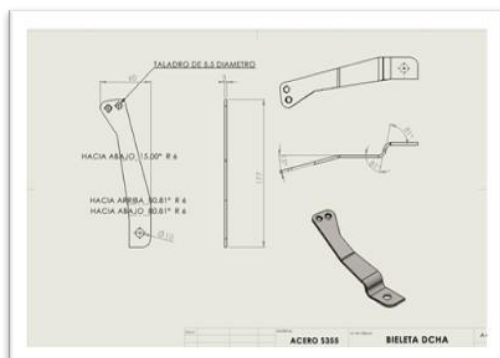
Efecto Ackerman

La rueda delantera interna describe un círculo de menor radio que la exterior.

Cuando trazamos las perpendiculares a las ruedas delanteras podemos observar que la intersección se produce en un punto alineado con la línea del eje trasero, siendo ese punto el centro de rotación del vehículo y el Ackerman puro.



- Las **bieletas de las manguetas** del tren delantero están diseñadas y realizadas con dos posiciones que permiten conseguir **diferentes ángulos Ackerman** y diferente desmultiplicación. Estas son modificables ya que se pueden desmontar mediante tres tornillos, conseguimos así modificar la geometría fácilmente cambiando las

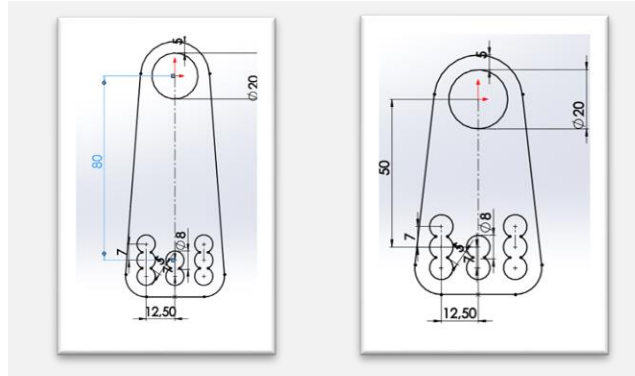


bieletas sin cambiar todo el conjunto de la mangueta.

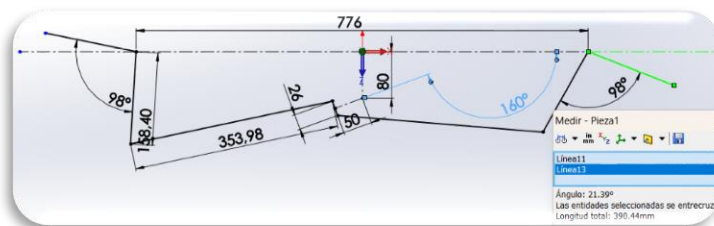


Realizadas en acero S355, mediante corte laser, plegado, taladrado y roscado.

- La bieleta de la caña dirección también tiene múltiples posiciones que nos permiten **variar la desmultiplicación y el ángulo Ackerman**. Se ensayan dos posibles diseños



Y se realiza el **análisis de sobregiro** de la rueda interna respecto de la externa. Para realizar los cuadros y los gráficos hemos llevado la geometría de la dirección a un croquis de Solidworks.



Tomando los datos para diferentes giros del volante obtenemos los siguientes resultados para su posterior análisis:

- Con bieleta de 50mm en la caña y 158mm en las manquetas.

BIELTAS 50-158				GIRO EN GRADOS					PROMEDIO
GIRO VOLANTE	70	60	50	40	30	20	10	0	35,0
RUEDA INTERNA	21,39	18,92	16,1	13,03	9,79	6,47	3,18	0	11,1
RUEDA EXTERNA	11,53	11,58	10,96	9,7	7,72	5,64	2,97	0	7,5
SOBREGIRO	86%	63%	47%	34%	27%	15%	7%	0%	35%
DESMULTIP.	4,3	3,9	3,7	3,5	3,4	3,3	3,3	0,0	3,6

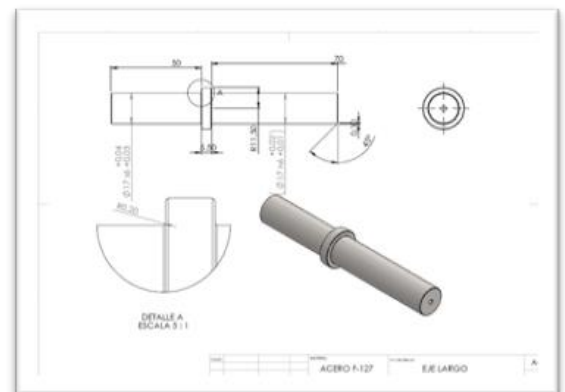
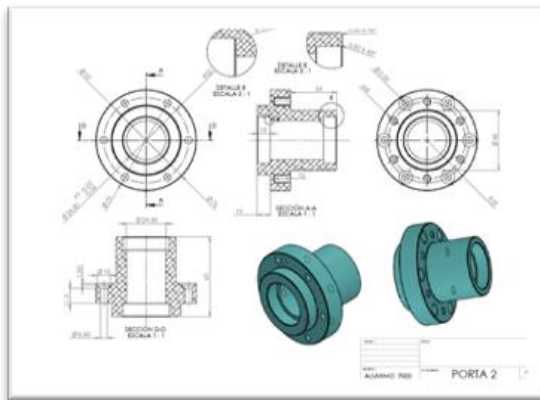
- Con bieleta de 80mm en la caña y 158 en las manquetas

BIELTAS80-158		GIRO EN GRADOS							PROMEDIO
GIRO VOLANTE	70	60	50	40	30	20	10	0	35,0
RUEDA INTERNA	33,4	29,7	25,34	20,53	15,4	10,13	4,83	0	17,4
RUEDA EXTERNA	22,94	22,22	20,41	17,77	14,13	9,98	5,35	0	14,1
SOBREGIRO	46%	34%	24%	16%	9%	2%	-10%	0%	15%
DESMULTIP.	2,5	2,3	2,2	2,1	2,0	2,0	2,0		2,2

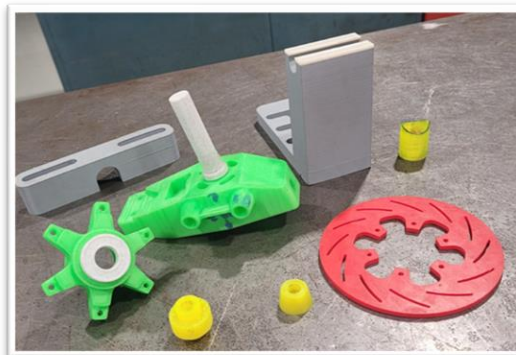
-  Con bieleta de 50mm en la caña y 135mm en las manquetas.



El eje de 17mm de diámetro realizado en acero se embute por un lado en la mangueta y por el otro extremo va alojado en un buje con sus correspondientes rodamientos y, en la llanta. Los elementos están mecanizados a medida según diseño. El eje en acero y el buje en aluminio 7000. Posteriormente montados como se observa en la foto.



Todo el conjunto ha sido ensayado inicialmente en fabricación aditiva para conseguir realizar los ajustes necesarios antes de su mecanizado final.



De ese ensayo se realizaron las modificaciones oportunas en el diseño del portadiscos como se puede observar en las imágenes anteriores, así como el diseño de los discos delanteros en relación al diseño y al diámetro exterior.

Volante y número de vueltas

El volante tiene un giro de 140° totales, repartiendo 70° en cada sentido.

Su diámetro de 320mm, cortado en la parte superior que da una altura de 305mm.

Va unido a la caña de la dirección mediante un sistema rápido de extracción para que pueda ponerse y quitarse ágilmente según indica el reglamento del campeonato.



Tipo de columna de dirección y uniones cardan

Caña de dirección: debido a la posición del piloto y la configuración del sistema en sí, necesitamos disponer de dos barras que transmitan el giro del volante hasta las ruedas. La barra que va unida al volante se sitúa en posición casi horizontal, mientras que la otra tiene una inclinación de unos 45° hacia abajo con respecto a la horizontal. Entre ellas se coloca una **junta cardan doble** para poder transmitir el

movimiento con gran desfase angular y, obteniendo un movimiento de salida uniforme que no se consigue con una única cardan. Ambas cañas van sujetas al chasis por medio de soportes. Al final de la caña que baja a 45° se sitúa una leva con 8 orificios, cuyo cometido es que cada barra de acoplamiento entre la caña de dirección y la mangueta tenga 4 posiciones diferentes, para tener un Ackerman variable. Dicha caña descansará finalmente sobre un rodamiento.



Barras de acoplamiento: consisten en tubos de acero inoxidable de 20mm de diámetro con los extremos roscados interiormente, para colocar rotulas de dirección con contratuerca, uniendo la leva de la caña de dirección y la mangueta. La longitud total de la barra de acoplamiento se puede variar roscando más o menos las rotulas y fijándolas con su contratuerca.

Tipo de dirección

Como se viene describiendo con anterioridad hemos optado por una **dirección directa por bieletas y variable** dependiendo del ángulo de giro del volante, debido a la posición relativa entre las bieletas y las varillas de la dirección. La desmultiplicación de la dirección en función de las tres configuraciones planteadas va de 1,2 a 3,6.

Geometría de dirección y ángulos principales

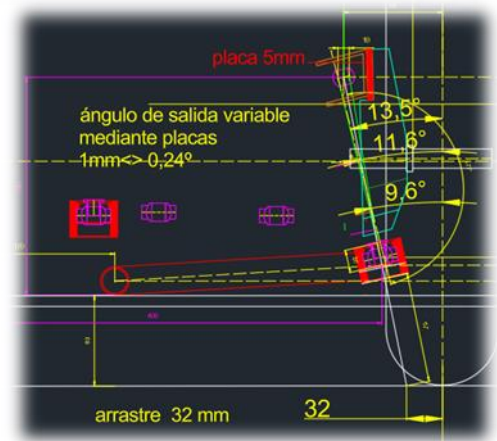
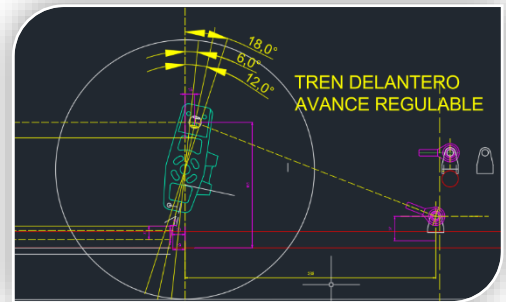
Partiendo del análisis realizado con anterioridad se detallan a continuación los parámetros principales:

Ángulo de avance: Es regulable entre 6° y 18° y, hemos determinado que será inicialmente de 12° .

Ángulo de salida: Se puede variar intercambiando las placas de acero que van entre el portamangueta y la U de acero a la que va anclada la rótula superior, de tal manera que por cada mm de espesor de placa se varían $0,24^\circ$ y podemos conseguir una variación de $9,6^\circ$ a $13,5^\circ$. Esas placas han sido fabricadas en acero, con corte laser y el taladrado y roscado oportuno.



Estas variaciones se han conseguido por el diseño y el montaje realizado en el conjunto de mangueta.



Caída de la rueda: Las caídas **serán cero**, para ello se actuará sobre el tirante de la rótula superior, consideramos que no hay ninguna ventaja en llevar caídas diferentes dado que hemos elegido neumáticos de perfil redondo.

Arrastre: Influye en los cambios de altura de las ruedas al girar, a mayor arrastre mayor variación y con mayor variación de altura mayor agarre del eje delantero. **El reglaje de partida es de 32mm y la variación oscila entre 32 y 44 mm**, mediante las arandelas que han sido mecanizadas y que intercaladas entre el porta llantas y la llanta podemos variar hasta 4mm por arandela, consiguiendo una variación que oscila entre los 4mm y los 12mm. Se han realizado a medida en aluminio.



Convergencia: el reglaje inicial **será cero**, paralelo. Un reglaje distinto tendría más rozamiento y por lo tanto tendría una influencia negativa para el consumo.

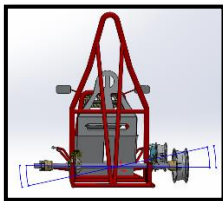
4.6 Suspensión

Partiendo de la base de que uno de los objetivos principales que nos hemos marcado es, que el vehículo tenga el mínimo peso posible para garantizar un buen rendimiento dinámico, la elección del chasis y la suspensión está condicionada por dicho objetivo.

Por ello, se ha diseñado un chasis plano que, por el material (tubo de acero 25CrMo4 de diámetro 25 y espesor de 1,5mm) y la disposición de los tubos, trabajando a flexión y torsión, doten de flexibilidad al vehículo, garantizando a su vez, el contacto necesario con el suelo y, absorbiendo las irregularidades del terreno. Hemos descartado suspensiones articuladas ya que obligan a que sea un chasis más pesado con estructura reticular o multitubular.

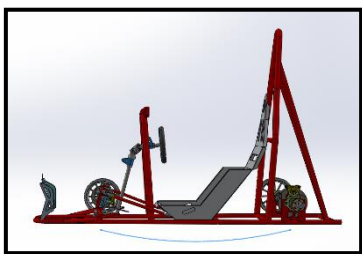
Diseño, materiales y previsión de esfuerzos

La **flexibilidad del tren delantero** viene determinada por la torsión de los largueros longitudinales del chasis.

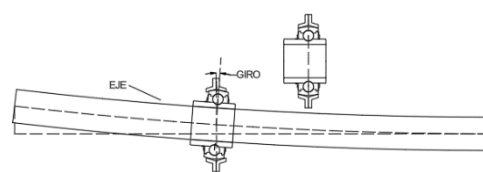
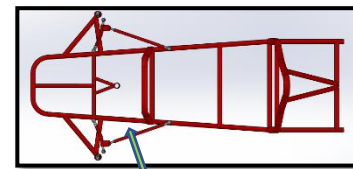


La **flexibilidad del tren trasero** viene determinada por la torsión transversal del chasis, los soportes de los rodamientos permiten el movimiento del eje y la flexión del chasis.

Eje trasero: Flexión y movimiento de los rodamientos en sus soportes



La **flexión longitudinal del chasis** también contribuye a la suspensión del vehículo.



Llantas y neumáticos

Se montan **llantas Dagani de aluminio**, especializadas para competiciones debido a su bajo peso, las llantas escogidas pesan **720 gramos** aproximadamente. Su orificio central para el buje tiene un diámetro de 45mm, posee 12 orificios de fijación de 6mm formando un círculo de 58mm.

Los **neumáticos** se utilizan unos **MITAS B5 SUPER**, conocidos por su baja resistencia a la rodadura, acompañado de un buen agarre lateral y consiguiendo una buena amortiguación tanto para vertical y lateral por su famosa forma de balón.



Recorrido de la suspensión

De todo lo expuesto anteriormente, esperamos un **recorrido de la suspensión** (movimiento vertical de una de las ruedas sin que el resto despegue del suelo) de unos 25mm-30mm, considerándolo suficiente para el comportamiento dinámico del vehículo, dada la baja potencia y el diámetro de las ruedas (ayuda a absorber irregularidades).

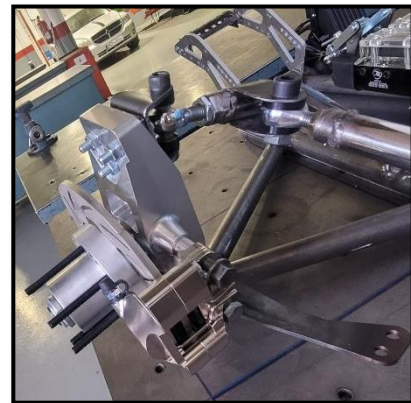
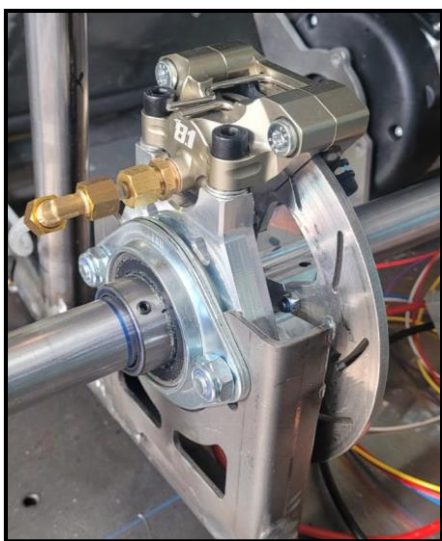
4.7 Frenos

El sistema de frenos es de **dos circuitos independientes** con discos de freno.

Sistema de freno delantero y trasero

Se ha diseñado teniendo en cuenta que el eje trasero es rígido, por ello la frenada se logra mediante un disco de freno montado directamente en dicho eje, lo que asegura que ambas ruedas traseras reduzcan la velocidad de manera uniforme, además de los dos discos de freno en las ruedas delanteras.

Ha sido determinante la elección de la **pinza de freno** para el tren delantero, para poder montar los discos de freno del mayor diámetro posible dentro de la llanta sin que la pinza interfiera con la llanta, estos **discos de freno delanteros** se han mecanizado en acero inoxidable, de diámetro 140mm y un espesor de 4mm según diseño y con ranuras para facilitar la eliminación del polvo del desgaste de la pastilla y la mejora de la frenada en lluvia, se han montado dentro de la llanta por razones de aerodinámica.



Las 3 pinzas de freno tienen la toma del latiguillo concéntrica con el pistón, son de dos pistones de 24mm de diámetro.

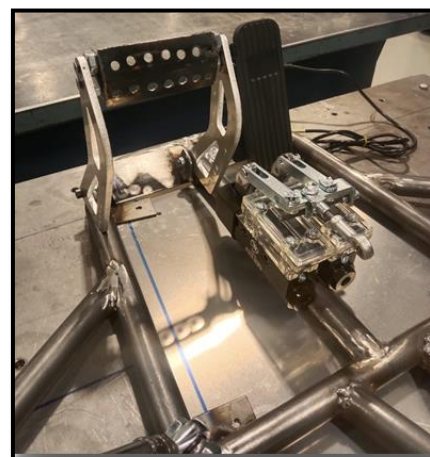
El disco de freno trasero es de acero inoxidable y, tiene 170mm de diámetro y 4mm espesor.

Los porta pinzas y portadiscos mecanizados en aluminio, según diseño.

Tipo de accionamiento y reparto de frenada

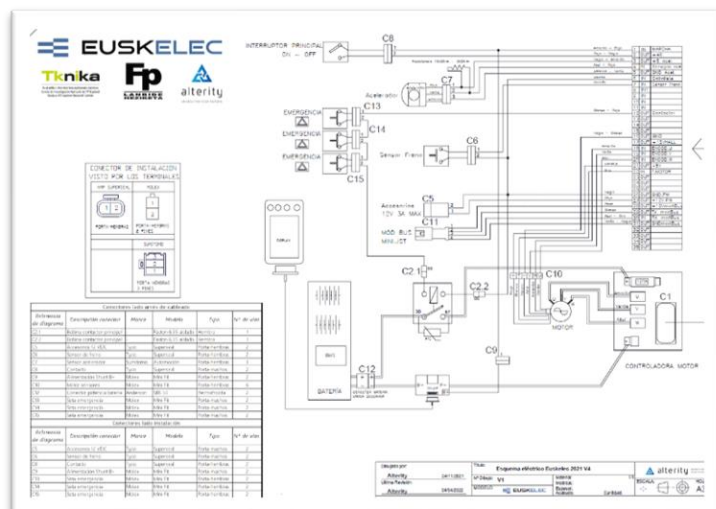
El accionamiento es **hidráulico**. Las bombas de freno son de 20 mm para favorecer un buen tacto de frenada en detrimento de la fuerza de frenada ya que tenemos un motor de baja potencia y una huella de neumático pequeña.

El **pedal de freno** es sólido y con una buena dosificación de frenada. Podrá variarse la altura del tiro de las bombas para adecuar la fuerza de frenada y progresividad adecuándose a la adherencia del asfalto. También se puede variar la potencia de frenado en cada eje variando la distancia del punto de anclaje a cada bomba. Se ha realizado en aluminio por corte laser y con taladros para la variación de alturas.



4.8 Sistema eléctrico

Para entender el funcionamiento y puesta en marcha del powertrain facilitado por la organización, se parte del análisis de los componentes y del esquema eléctrico para poder entender el sistema de conexión y desconexión que explicamos a continuación.



Procedimiento de conexión

Para llevar a cabo la conexión del sistema eléctrico, se seguirán los siguientes pasos:

- **Verificación previa:** Se comprobará que todos los componentes del sistema eléctrico están correctamente instalados y fijados al chasis. Se revisará el estado de los cables y conexiones, asegurando que no haya cortocircuitos o elementos sueltos.
- **Conexión de la batería auxiliar:** Se conectará la batería de 12V al sistema auxiliar, verificando que la polaridad sea la correcta.
- **Activación del sistema de alimentación:** Se encenderá el **display** del vehículo para confirmar que recibe energía correctamente.
- **Comprobación de sistemas auxiliares:** Se verificará el funcionamiento de la luz de posición trasera, la luz de freno y el claxon.
- **Conexión del sistema de tracción:** Se activará el desconector de mantenimiento, permitiendo la alimentación del motor y la controladora.
- **Prueba de funcionamiento:** Con el vehículo en reposo, se comprobará la respuesta del pedal del acelerador y el **display**.

Procedimiento de mantenimiento

Antes de realizar el procedimiento de mantenimiento se accionará el desconector de mantenimiento, ubicado entre la batería de tracción y la controladora del motor, para interrumpir la alimentación del motor y la controladora.

- **Revisión de la batería:**
 - Cargar la batería cada dos meses, asegurándose de utilizar el cargador suministrado.
 - Cargador Rojo/Rojo: Batería cargando.
 - Cargador Rojo/Verde: Carga completa o batería no conectada.
 - Si el voltaje es menor a 40V, la batería no podrá cargarse y puede estar dañada.
 - Almacenar la batería en un lugar limpio, seco y libre de polvo.
 - Comprobar que la batería no presenta hinchazón, fugas o daños en la carcasa.
 - Revisar que los precintos de seguridad están intactos. (En caso de daño, informar a la organización).
- **Comprobación de la controladora:**
 - Inspeccionar los 35 pines del conector, asegurando que están rectos y sin dobleces.
 - En caso de conexiones flojas o pines doblados, corregir antes de conectar la controladora.
 - Verificar que las conexiones entre la controladora, el motor y la batería están firmes y limpias.
 - Apriete de los tornillos a 5 Nm para evitar desconexiones accidentales.
 - Si es necesario manipular la controladora, primero se debe quitar el desconector de mantenimiento.

Procedimiento de desconexión

Para la desconexión del sistema eléctrico, se seguirá el siguiente protocolo:

- **Verificaciones previas:** Asegurar que el vehículo eléctrico se encuentra completamente detenido y en una zona segura. Comprobar que el piloto ha descendido del vehículo. Verificar que no haya señales de sobrecalentamiento en cables o componentes eléctricos.
- **Apagado del Sistema de tracción:**
 - **Accionar el desconector de mantenimiento:**
 - Accionar el desconector manual para interrumpir la alimentación de la controladora y el motor.
 - Comprobar que el **display** se apaga o indica la interrupción del sistema.
- **Desactivación del Sistema auxiliar:**
 - **Apagar el **display** y verificar la desconexión de los sistemas auxiliares:**
 - Comprobar que la luz de posición y la luz de freno están apagadas.
 - Asegurarse de que el claxon no responde al accionamiento.
- **Desconexión de la Batería de 12V:**
 - **Desconectar la batería auxiliar** asegurándose de que los terminales quedan aislados para evitar consumo residual.
- **Inspección final:**
 - **Realizar una revisión visual** para asegurar que no quedan circuitos activos.
 - **Confirmar que todos los componentes** eléctricos están apagados y correctamente protegidos.

- **Inspección del motor:**
 - Verificar que el eje del motor no tenga juego y que gire libremente con la mano.
 - Confirmar que la tuerca del piñón está correctamente apretada (rosca a izquierdas).
 - Inspeccionar la zona de conexión con la controladora y asegurarse de que no hay cables pelados o terminales doblados.
- **Verificación del desconector, relé, pantalla y shunt:**
 - Revisar que las conexiones del relé, la pantalla y el shunt están bien sujetas y no presentan componentes quemados o pistas dañadas.
 - En el shunt, comprobar que el tornillo crítico de conexión está correctamente apretado.
 - Para limpiar el relé y la PCB del shunt, utilizar limpiador de contactos eléctricos, asegurando que los componentes están completamente desconectados antes de la limpieza.
- **Mantenimiento del acelerador:**
 - Si el pedal del acelerador presenta corrosión o rozamiento, aplicar aceite lubricante tipo WD-40 o 3 en 1 en las zonas móviles.
 - Comprobar que los terminales del conector están alineados y no presentan daños.
- **Revisión del cableado general**
 - Verificar que no hay cables pelados ni contactos flojos.
 - Inspeccionar las zonas donde el cableado **forma curvas** cerradas, ya que son puntos críticos de desgaste.
 - Usar un polímetro para medir la continuidad entre los extremos del cableado.
 - Si la pantalla del polímetro muestra O.L. significa que no hay conexión y el cableado debe revisarse.

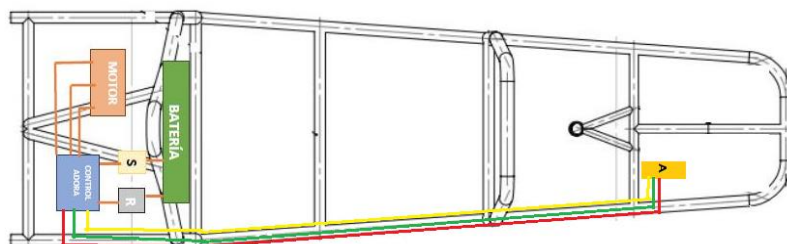
4.8.1 Powertrain

Croquis del cableado en el chasis

Batería, motor, controladora, relé de desconexión del cable positivo y el sensor de corriente, se han colocado en la parte trasera, detrás del piloto, con el objetivo de que los cables de más sección y por lo tanto más pesados, sean lo más cortos posible. En la parte delantera únicamente se posiciona el pedal del acelerador, en el lado derecho, a la altura de los pies del piloto.

Identificación de los elementos en la imagen

- **Batería:** Batería de tracción.
- **Motor:** Motor de tracción.
- **S:** Medidor de corriente. (Shunt).
- **R:** Relé de desconexión del cable positivo de alimentación.
- **Controladora:** controladora.
- **A:** Acelerador.



Motor

En el caso concreto del **motor EUS21**, es un motor de imán permanente de 1.600W de potencia, con el desarrollo calculado es capaz de mover el vehículo que, en su conjunto, alcanzará los 150-200kg. Gracias a las 3.500 r.p.m, la velocidad punta del vehículo podrá superar los 40 km/h

El motor desarrolla una potencia mecánica superior a 1 kW.

Batería y cargador de batería

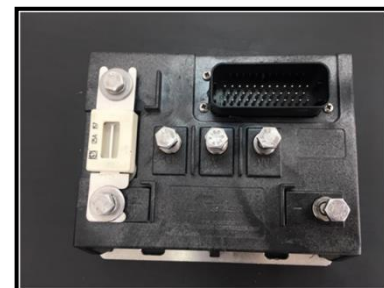
La **batería de ION-L** suministra una tensión de 46,8V y es capaz de abastecer hasta 24,5 Ah, lo que constituye una energía almacenada de 1146.6 Wh, suficiente para mantener el vehículo eléctrico en marcha durante más de una hora.

La batería almacena 1,16 kWh de energía y se carga mediante el cargador Wate 54.6 5A.



Controladora

Su misión es transformar la energía de la batería en energía que se pueda proporcionar al motor trifásico. Para ello, el módulo recibe señales desde diversos elementos, como el acelerador, freno etc..., para poder adecuar la señal que envía al motor a las exigencias del piloto. El módulo de control es alimentado por la batería, a 48 Vdc y ha de ser capaz de, mediante una regulación PWM, de proporcionar 3 salidas de tensión alterna, en frecuencia variable para regular la velocidad del motor. La regulación de la velocidad, vendrá dada por la señal del acelerador.



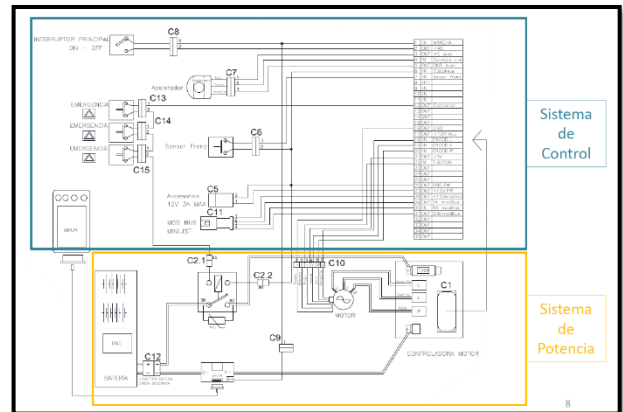
Se recomienda la utilización de guantes protectores para la manipulación del conexionado y evitar la colocación de elementos combustibles, en parte alguna de la instalación o en las zonas próximas.

Cableado

El esquema eléctrico en el que se pueden observar el sistema de potencia y de control.

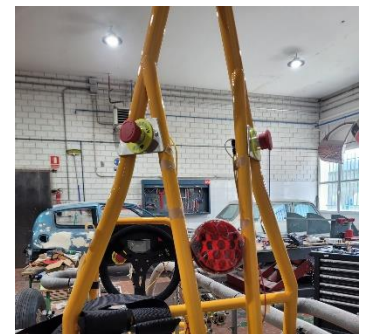
Se utiliza como base el kit de fabricación de arnés de conexionado Alterity EUS210.

Para elementos auxiliares se usará cable de sección acorde a la intensidad que vaya a circular.



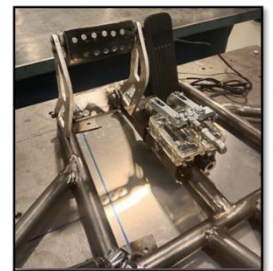
Interruptores de parada de emergencia

Se han incorporado **tres interruptores**, dos de ellos en el arco de seguridad trasero y el tercero delante del cockpit del piloto. Se conectan **en serie**, de modo que, pulsando cualquiera de ellos, se corta la alimentación positiva al relé de desconexión principal y, por lo tanto, se corta la corriente a la controladora.



Acelerador

Usaremos el facilitado con el **kit Alterity (EUS20)**. Montado la parte delantera como se observa en la imagen

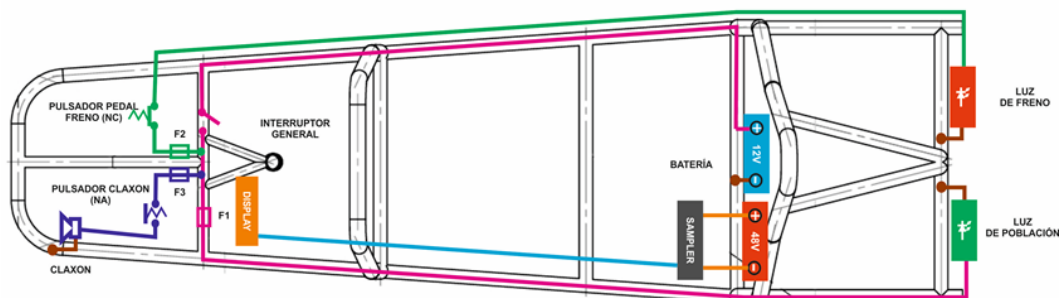


Switch de freno

Se ha montado un **microinterruptor n/c de 2 vías con un fleje metálico flexible**, ubicado en la parte más cercana al punto de pivote del pedal de freno, de modo que cuando el pedal de freno no esté pisado, el interruptor se encuentre abierto.

4.8.2 Sistemas auxiliares 12V

Croquis del cableado en el chasis



Display

Conectado a la instalación eléctrica **a través del fusible F1**. Su función es proporcionar información visual sobre el estado del sistema eléctrico, como el nivel de carga de la batería, el encendido de luces, o

incluso advertencias de fallos eléctricos. Se encuentra ubicado cerca del interruptor general, lo que sugiere que es un elemento de monitoreo principal.

Luces

Luz de freno: Está conectada al circuito del **Pulsador Pedal Freno (NC)**, lo que indica que se enciende cuando el conductor pisa el pedal del freno. Utiliza un **cableado específico (verde)** y un fusible de protección F2.

Luz de población: Es una luz de señalización que permanece encendida mientras el sistema esté activado. Está conectada a la batería de 12V y sigue un recorrido en paralelo con otros elementos del sistema.

Elementos	Consumos
Claxon	42W
Población	1W
Frenos	1W
Display	1W

Claxon

El claxon está vinculado al **"Pulsador Claxon (NA)"**, lo que indica que es un sistema de activación momentánea. Cuando se presiona el botón, el circuito se cierra y el claxon emite un sonido. Está protegido por el **fusible F3** y tiene su propio recorrido de cableado independiente (**en color azul en el esquema**).

4.9 Transmisión

La transmisión es **por cadena de paso 219** para minimizar las pérdidas por rozamiento de la transmisión.



Piñón de salida de 11 Z/12Z para el motor que es fácilmente intercambiable mediante 4 tornillos, realizando un acoplamiento intermedio para adaptarlo al eje del motor, realizado inicialmente en aditiva para comprobar el correcto funcionamiento y posteriormente mecanizado en aluminio.



Coronas traseras intercambiables, intercambiables sin desmontar el eje, mediante dos sistemas:

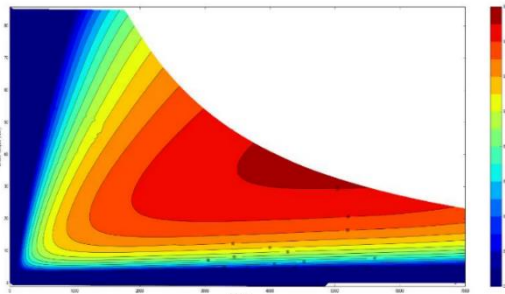
Montadas sobre un buje de aluminio fijado mediante chaveta al eje de 30mm, que permite montar dos coronas con diferente número de dientes. Este buje puede desplazarse en el eje para que el piñón del motor y la corona trasera queden perfectamente alineados, evitando pérdidas de energía por rozamiento.

Y, utilizando coronas partidas.

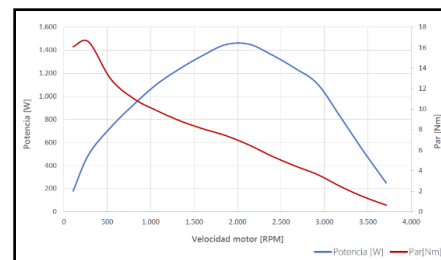
Uso de diferencial No usamos diferencial, por lo que la geometría de la dirección delantera debe de ser muy agresiva con altos valores en ellos ángulos de avance, salida, y con un arrastre variable (mínimo de 32mm). Como se describe en el apartado de geometría de la dirección.

Configuración y relación de transmisión final

La elección de la transmisión final la hacemos para hacer trabajar al motor en la zona de su máxima eficiencia. Trabajamos en la zona de máximo rendimiento de la curva.



La zona de máximo rendimiento está en un régimen de revoluciones entre el 75%-65% del máximo.



Para calcular la relación de transmisión hemos fijamos:

Velocidad	40 Km/h
R.P.M. del motor	3.000 rpm
Piñón de salida	11 Z

Calculamos a partir de ellos, el número de dientes Z de la corona trasera para que el vehículo alcance 40 Km/h cuando el motor gire a 3.000 rpm.

Una vez calculado el número de dientes de la corona trasera completamos las opciones con un piñón de ataque y otra corona con diferentes N° de dientes, para cubrir un intervalo amplio y que los saltos entre desarrollos sean similares, de tal manera que:

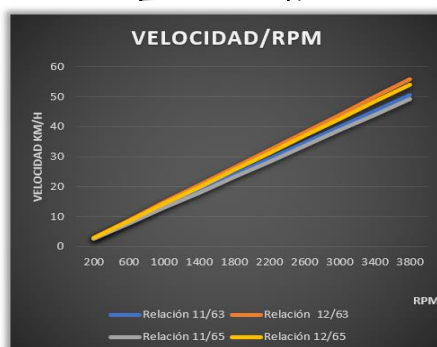
VELOCIDAD Km/hora	40,0	VELOCIDAD Km/horaX1000/3600
VELOCIDAD metro /segundo	11,1	X60segundos/1minuto
VELOCIDAD metro / minuto	666,7	
DIAMETRO RUEDA metros	0,409	
CIRCUNFERENCIA metros	1,28	
REVOLUCION RUEDA EN 1 minuto para esa velocidad	519	VELOCIDAD metro / minuto/DIAMETRO RUEDA metros
REVOLUCION MOTOR por minuto	3000	
DESMULTIPLICACION VELOCIDAD M/1000F	5,782	
Nº DIENTES Z PIÑÓN SALIDA MOTOR	11	
Nº DIENTES Z CORONA EJE	63	

Con una corona de 65 Z y un piñón de ataque de 12 Z (adicionales a 63 Z y 11 Z) cubrimos un intervalo del 14% con saltos entre el 3% y el 6% y obtenemos con ello la siguiente desmultiplicación:

DESMULTIPLICACIÓN		
63/12	5,25	91%
65/12	5,41666667	94%
63/11	5,78210128	100%
65/11	5,96566005	103%

Relación 11/63		Relación 12/63	
VELOCIDAD	RPM	VELOCIDAD	RPM
3	200	3	200
8	600	9	600
13	1000	15	1000
19	1400	21	1400
24	1800	26	1800
29	2200	32	2200
35	2600	38	2600
40	3000	44	3000
45	3400	50	3400
51	3800	56	3800

Relación 11/65		Relación 12/65	
VELOCIDAD	RPM	VELOCIDAD	RPM
3	200	3	200
8	600	9	600
13	1000	14	1000
18	1400	20	1400
23	1800	26	1800
28	2200	31	2200
34	2600	37	2600
39	3000	43	3000
44	3400	48	3400
49	3800	54	3800



5. Innovación

Presentamos como innovación el trabajo realizado con el alumnado sobre Sostenibilidad y Economía circular.

Consideramos una innovación desde el punto de vista de metodología de trabajo a implementar en el proceso productivo desde su planificación hasta el fin de su vida útil. Teniendo en cuenta que debe ser aplicada en la programación de la producción del producto que queremos construir, nuestro vehículo eléctrico de competición.

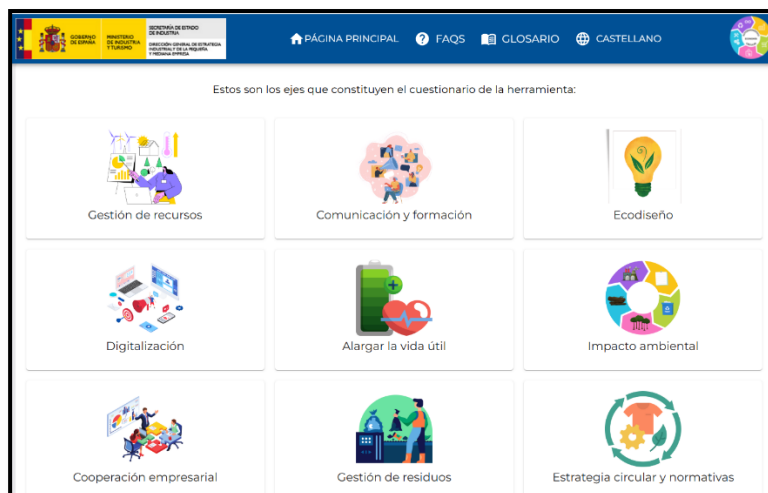
Se ha trabajado partiendo de que nuestro proyecto se realiza por una PYME (nuestro equipo es una PYME y el primer paso a dar es:

Realizar un autodiagnóstico de Economía circular de la PYME, utilizando para ello hemos utilizado la herramienta que de manera gratuita ofrece el Ministerio



<https://autodiagnosticoeconomicircular.ipyme.org/>

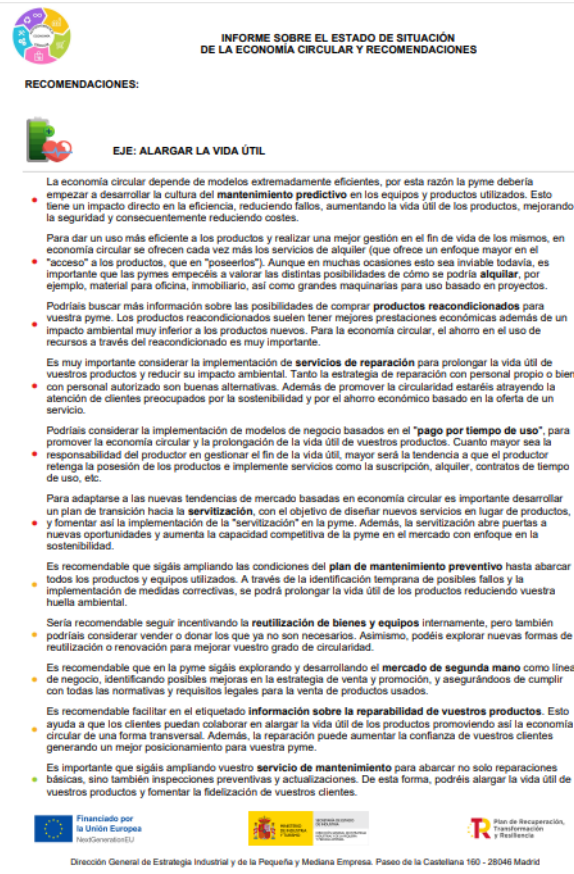
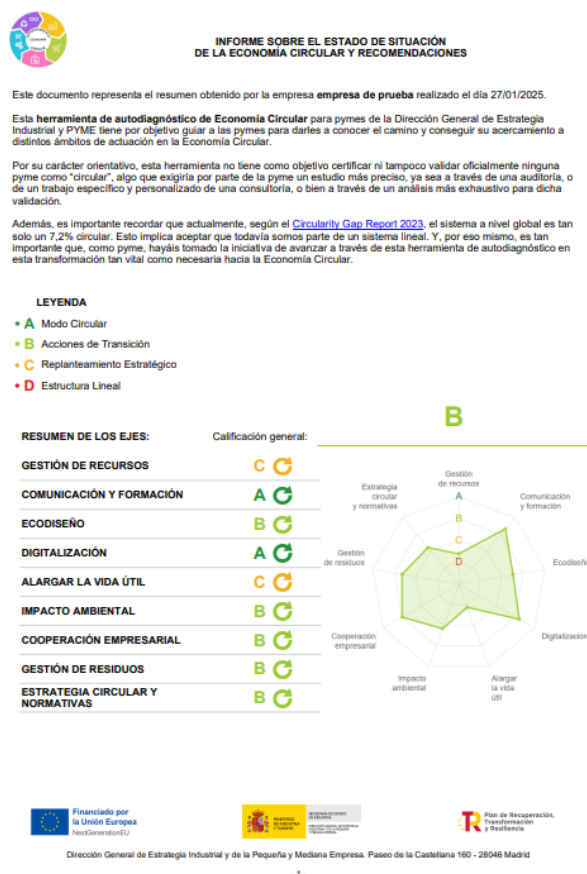
Con ella se han estudiado los 9 ejes y extraído el análisis, bien individualmente de cada uno de los ejes o bien un informe final.



Cada eje abre un cuestionario con una serie de preguntas, que en ocasiones resultan difíciles de contestar ya que partimos de una PYME no real.

Una vez realizado el cuestionario de cada eje se puede extraer el informe de ese eje, o realizar los 9 cuestionarios y te exporta un pdf con el informe final.

Ejemplo del informe final y las recomendaciones realizado por uno de los alumnos de Programación de la producción en Construcciones metálicas. Se muestran dos páginas de un total de 12.

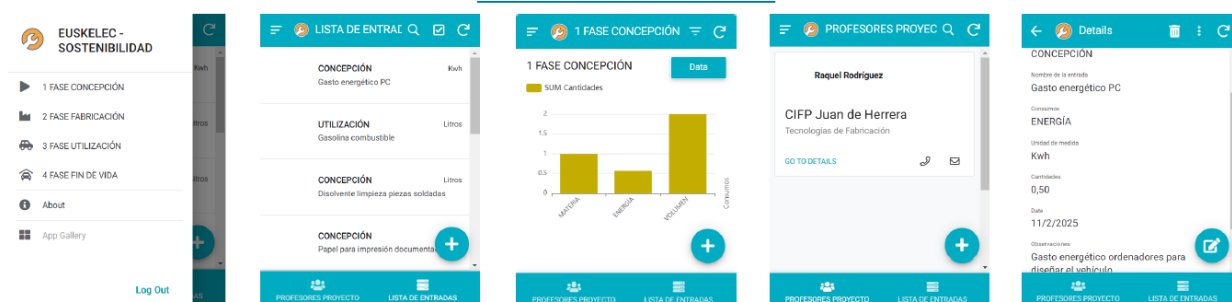


Esta herramienta ayuda a trabajar la sostenibilidad y por lo tanto el alumnado interiorice este punto de vista como uno más a tener en cuenta cuando programa la producción en una empresa. El objetivo de cero residuos, de optimización de materiales, del gasto energético, del buen plan de mantenimiento, la gestión de residuos, el fin de la vida útil de los productos, el tratamiento post vida útil.....en fin amplía la visión para su futuro trabajo en la empresa.

Por otro lado, con la ayuda de Javier de Granalu transformados, hemos creado una **APP** para que se puedan recoger datos de consumo de todas las fases del proyecto. En ella se han diferenciado 4 fases principales:

- FASE DE CONCEPCIÓN_fase en la que se diseña el vehículo y se planifica su producción.
- FASE DE FABRICACIÓN_fase de la fabricación del vehículo
- FASE DE UTILIZACIÓN_fase de utilización del vehículo por ejemplo en la competición.
- FASE FIN DE VIDA_fase de fin de vida útil del vehículo, y reutilización.

Se trata de que el alumnado recoja en esta aplicación los parámetros necesarios para controlar los consumos, ya sean materiales o energéticos, fase por fase. De tal manera que pueden introducir los datos y realizar el posterior análisis que se muestra en gráficos de barras. Es una herramienta sencilla, de fácil utilización y requiere cierta constancia para no perder datos.



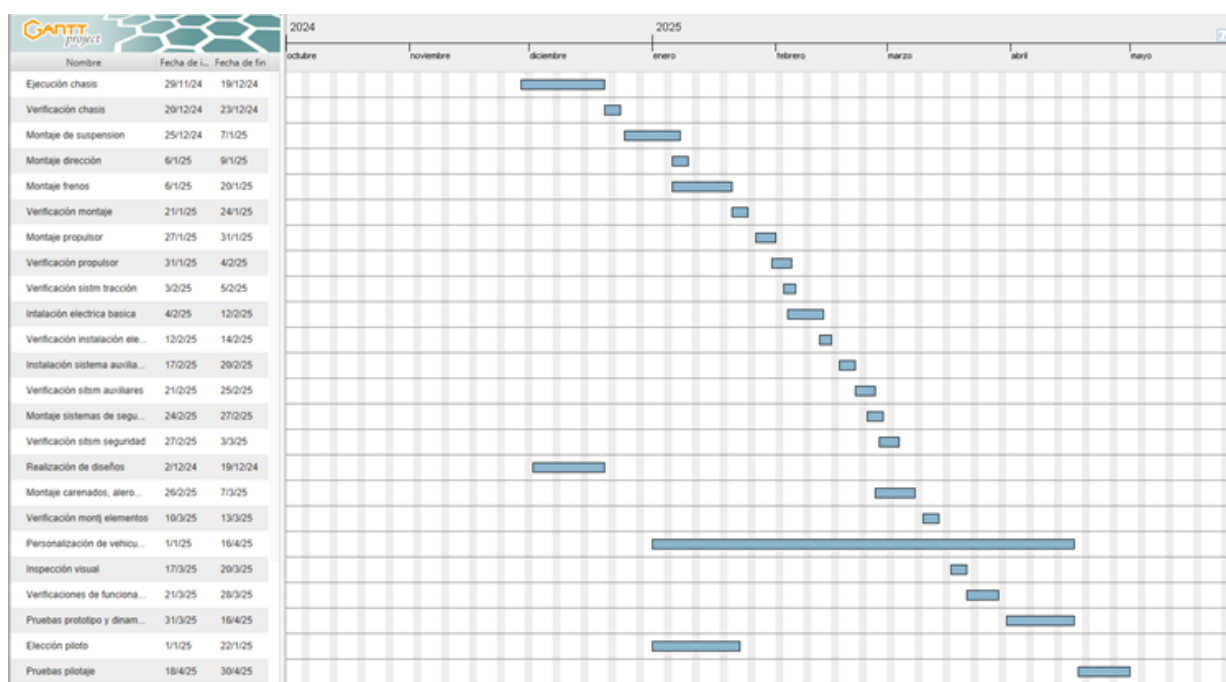
1. Trazar flujos de materia y energía durante las 4 fases del ciclo de vida del producto.
2. Generar un km 0 de experiencias capitalizable en futuras ediciones.
3. Punto de partida para sostener la mejora futura y asegurar los compromisos de eficiencia que se establezcan.



Para ello han empezado a generar datos y trabajarlo en clase, el alumno notiene acceso a la aplicación porque sería un totum revolutum, sino que en el momento que se genera un consumo y lo detectan avisan al profesorado para que introduzcan los datos en el sistema.

Para ello deben llevar un control exhaustivo del proceso en el que se encuentra el proyecto, diseño, compras, recepción de materias primas, almacenamiento, producción....

Para trabajar la FASE de producción han realizado un Gannt con la herramienta gratuita Gantt project identificando cada fase de construcción del vehículo, así controlan todos los consumos que se realizan en un determinado tiempo. Se aporta uno de los cronogramas realizado, aunque la imagen no es muy buena ayuda a comprender el proceso y el trabajo realizado.



Una vez generado el cronograma se realiza el listado de materiales necesarios para su producción, los alumnos lo recogen en una Excel aprovechando para identificar al proveedor, el coste e incluso el plano asociado al material, con ello recogen consumos materiales, fungibles y no fungibles y de momento en te curso no se añaden los costes energéticos, aunque se podrían añadir.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
Tren	Codigo	Descripcion	Referencia	Proveedor	Procedim	Unidades	Precio unitario sin IVA	Precio total sin IVA	Descuento	Base imponible	IVA	Importe total con IVA	Nº de factura	Fecha pag	Plano	
1	Chasis	D_Curvar tubos	Curvar tubos	NOTA1	SMC	Comprar	2	42,00 €	84,00 €	0,00 €	21,00%	17,64 €	101,64 €			
1		D_Cámara	Cámara	4.809	Reval	Comprar	5	18,50 €	92,50 €	0,00 €	21,00%	19,43 €				
1		D_Corda rueda	Disco rueda	RM/C1-C4	Reval	Comprar	4	194,27 €	777,08 €	0,00 €	21,00%	163,19 €	519,27 €	Fria nº Q401341		
1		D_Piñza freno	Piñza freno	SS808	Reval	Comprar	4	105,18 €	420,72 €	0,00 €	21,00%	89,35 €	509,07 €	Fria nº Q401342		
					Atenty (Six to go solutions S.A)	Comprar	1	1.850,00 €	1.850,00 €	0,00 €	21,00%	388,50 €	2.238,50 €	Fria nº A24-06-0		
		D_Kit motor Euskel	Kit motor Euskelec	Kit	2.000mm	Granalu	6	60,83 €	364,98 €	0,00 €	21,00%	76,65 €	441,63 €	FV11383	17/06/2024	
		D_Tubo 25C Mo 4	D_Tubo 25C Mo 4 25mmx1,5	D_Tubo 200mm	Granalu	Comprar	1	31,81 €	190,86 €	0,00 €	21,00%	40,08 €	230,94 €	FV11384	20/06/2024	
0		D_Mesa potro	Mesa potro		Soluciones rojo	Comprar	1	0,00 €	0,00 €	0,00 €	21,00%	0,00 €	0,00 €			
1								0,00 €	0,00 €	0,00 €	21,00%	0,00 €	0,00 €			
2	Chasis	D_Porte tubo	Porte tubo	Portes	Plasti Home Granalu	Comprar	1	24,82 €	24,82 €	0,00 €	21,00%	5,21 €	30,03 €	FV11385	20/06/2024	
3	Delantero	D_Portamangueta2	Porta mangueta 2		Juan d herrera	Realizar 3D	2	0,00 €	0,00 €	0,00 €	21,00%	0,00 €	0,00 €		Porta mangueta 2	
4	Delantero	D_Portadejete17	Porta del eje 17		Juan d herrera	Realizar 3D	2	0,00 €	0,00 €	0,00 €	21,00%	0,00 €	0,00 €		Porta del eje 17	
5	Delantero	D_Casquilla10x8	Casquilla 10x8		Juan d herrera	Realizar 3D	2	0,00 €	0,00 €	0,00 €	21,00%	0,00 €	0,00 €		Casquilla 10x8	
6	Delantero	D_Eje17Si puede ser acero f127	Eje 17 Si puede ser acero f127		Juan d herrera	Mecanizar	4	0,00 €	0,00 €	0,00 €	21,00%	0,00 €	0,00 €		Eje 17 Si puede ser acero	
7	Delantero	D_Rodamiento 600322	Rodamiento 600322		Reval	Comprar	2	0,00 €	0,00 €	0,00 €	21,00%	0,00 €	0,00 €		Rodamiento 600322	
8	Delantero	D_Tueracamague17	Tuerca mangueta 17		Reval	Comprar	2	0,00 €	0,00 €	0,00 €	21,00%	0,00 €	0,00 €		Tuerca mangueta 17	
9	Delantero	D_Esparragospjec cilindranteM6x50	Esparrago sujecion llanta M6 x50		Reval	Comprar	6	0,00 €	0,00 €	0,00 €	21,00%	0,00 €	0,00 €		Esparrago sujecion llan	
0	Delantero	D_Tornilloalendisco de frenoM5x30	Tornillo alen disco de freno M5x30		Reval	Comprar	6	0,00 €	0,00 €	0,00 €	21,00%	0,00 €	0,00 €			

De tal manera que se recogen en la APP los consumos en esta fase para su posterior análisis. A continuación, una muestra de como quedan registrados los datos en la APP y su gráfico correspondiente:

