



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
CARRERA DE DISEÑO
MENCION INDUSTRIAL



DISEÑO DE CONECTOR PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO
TIPO V2G PARA LA LOCALIDAD DE HUATACONDO

Proyecto para optar al Título de Diseñador con Mención en Industrial

RICARDO EMILIO PARRA OJEDA

PROFESOR GUÍA: Rodrigo Díaz Gronow

Santiago de Chile

2013

Si un diseño no se siente bien en el corazón, lo que dice el cerebro no importa.

April Greiman





AGRADECIMIENTOS

A mi madre y su apoyo incondicional, mi familia, mis amigos, mi polola, y al encantador equipo de Micro Redes del Centro de Energía, por el cariño, la disposición y los ánimos infinitos.

ÍNDICE

RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1	
Antecedentes y contextualización	11
1.1 Características de la situación cultural del Huatacondo frente al desarrollo de proyectos eléctricos, que enmarcan el diseño de una estación eléctrica vehicular	12
1.1.1 ESUSCON y el desarrollo de un vehículo eléctrico para el pueblo	14
1.2 Definiciones conceptuales asociadas al punto de carga	16
1.3 Contextualización estratégica desde el Centro de Energía de la Universidad de Chile para el diseño de un punto de carga coherente con las necesidades de la comunidad	20
CAPÍTULO 2	
Análisis para el diseño del conector eléctrico o plug-in	23
2.1 Análisis conectores eléctricos competidores para el punto de carga	24
2.2 Análisis funcional de los conectores eléctricos sustitutos y referenciales	29
2.2.1 Matriz tipológica de casos	33
2.2.2 Selección de conectores referenciales	39
2.3 Análisis de usuarios en torno al punto de carga	42
2.4 Análisis de la normativa de usabilidad ISO 9241-11	45
2.5 Análisis de los estándares de seguridad en torno a los conectores eléctricos	49

CAPÍTULO 3	
Fundamentación del proyecto	52
3.1 Definición del problema	53
3.2 Formulación de los objetivos del proyecto	54
CAPÍTULO 4:	
Propuesta conceptual y formal	55
4.1 Evaluación de referentes funcionales	56
4.2 Desarrollo y exploración de alternativas conceptuales	71
4.3 Desarrollo de prototipos de estudio	76
4.4 Evaluación de propuestas	81
4.5 Factores críticos de diseño	89
4.6 Visualización integrada de la propuesta definitiva	91
CAPÍTULO 5:	
Diseño detallado para la industrialización	101
5.1 Representación formal detallada de componentes y conjuntos	102
5.2 Especificación técnica de detalles productivos	105
5.4 Planimetrías	106
BIBLIOGRAFÍA	116
ANEXOS	119

RESUMEN

Este proyecto de título, de acuerdo al protocolo de titulación del consejo del Departamento de Diseño de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, se enmarca como proyecto de tipo profesional, teniendo como mandante al Centro de Energía (CE) de la Universidad de Chile - Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Se trata del desarrollo del conector para un vehículo eléctrico con capacidad V2G (del inglés Vehicle to Grid), el cual surge como un proyecto de magíster desde el CE, y espera ser aplicado en comunidades aisladas del país, que cuenten con un sistema autónomo de generación de energía eléctrica, con el fin de resolver algunos problemas propios de las micro-redes, y además ser un aporte para el desarrollo de la comunidad.

El caso particular de este proyecto, se realiza en conjunto con el pueblo de Huatacondo, ubicado al norte de Chile, a unos 200Km de la ciudad de Iquique. Esta localidad, al igual que otras comunidades aisladas, se encuentra en un estado cercano al rural, por lo que no cuentan con habitantes con conocimientos para operar vehículos electromóviles.

Por lo anterior, se considera un aporte a la disciplina del diseño, intervenir en el mundo del desarrollo de conectores eléctricos, mayoritariamente dominado por la ingeniería, para poder generar un producto desde el usuario, que además, es un aporte al desarrollo de electromovilidad a nivel nacional, pues el panorama actual de conectores para vehículos eléctricos en Chile, es básicamente una improvisación de importaciones de distintos conectores hechos para otros fines.

INTRODUCCIÓN

A) Contexto del proyecto

Huatacondo es la primera comunidad aislada de Latinoamérica que cuenta con un sistema energético renovable, conocido como ESUSCON. Ésta micro-red fue desarrollada e implementada por el Centro de Energía (CE) de la Universidad de Chile, quienes en una segunda etapa apuntando al desarrollo sustentable del pueblo, están desarrollando un vehículo eléctrico para la localidad. Este vehículo se constituye como proyecto de magíster para un estudiante de ingeniería eléctrica, y como proceso de título para dos estudiantes de diseño industrial de la Universidad de Chile.

No obstante, el alcance del mencionado proyecto es mucho mayor, pues el CE tiene por objetivo desarrollar vehículos eléctricos, buscando apoyar nuevas iniciativas desde pregrado y que además sean un real aporte para el país. En particular, para Huatacondo se está desarrollando un vehículo eléctrico con capacidad V2G (para micro-redes), que hasta ahora sólo existen de manera teórica, por lo que es una innovación tecnológica en sí mismo.

En este sentido, es que el diseño del conector eléctrico (o plug-in) para el vehículo toma importancia, pues actualmente este tema es resuelto básicamente importando enchufes hechos para otros contextos que simplemente cumplan con los requerimientos técnicos del sistema eléctrico, dejando de lado el crucial factor de uso que tendrá este producto, siendo insertado en comunidades aisladas, generalmente rurales, en las que no existe personal capacitado para operar vehículos electromóviles.

Es aquí donde el trabajo del diseñador es clave, en la búsqueda de una solución factible que integre los requerimientos técnicos del sistema, tanto eléctricos como mecánicos, pero teniendo como eje principal al usuario, articulando el desarrollo del producto desde su relación con las personas.

B) Problema del proyecto

Como problema general del proyecto, se plantea que la incorporación forzada de conectores eléctricos descontextualizados, en un vehículo eléctrico que debe ser operado en comunidades rurales, por usuarios que no están capacitados para ello, conlleva a problemas de interpretación en el uso del punto de carga, ya sea en un nivel indicativo en los gestos, posturas y movimientos que pueden

guiar de manera equívoca la forma de los conectores introducidos, o bien a nivel estético en relación a los elementos que conforman el conjunto, lo que deriva en el aumento del riesgo de cometer errores, que pueden afectar negativamente tanto al usuario como al sistema eléctrico, que por su carácter de innovación tiene un alto costo de reemplazo.

C) Objetivos del proyecto

Objetivo general:

Diseñar un conector eléctrico para un vehículo tipo V2G, que permita conectar señales de datos y de potencia, para ser utilizado por usuarios inexpertos.

Objetivos específicos:

1. Diferenciar las características de los vehículos eléctricos, para identificar las particularidades del tipo V2G, que marcan la línea de desarrollo del conector.
2. Caracterizar al usuario experto en el uso de conectores eléctricos, para tener una referencia por comparación de los usuarios inexpertos.
3. Integrar la conexión de las señales de datos y potencia en un solo proceso, para facilitar el uso del conector enfocando la atención del usuario en una única actividad.

D) Metodología de trabajo

Para el desarrollo de este proyecto, el trabajo se realizó en distintas etapas respondiendo a distintos objetivos, dependiendo del nivel de dominio sobre el tema.

1. Etapa investigativa

La investigación es en primera instancia de carácter bibliográfico, buscando antecedentes respecto al encargo, y datos duros sobre los requerimientos del vehículo, los aspectos eléctricos relevantes, e identificando el panorama actual de las estaciones de carga y conectores eléctricos en el mercado.

2. Etapa de formulación

Aquí, el trabajo consistió en desarrollar un marco teórico, que pudiese ser utilizado como referente, para identificar las mejoras de diseño realizables en la propuesta. Para ello se desarrolló una matriz tipológica de los conectores actuales en el mercado, y posteriormente se realizó un plan para el desarrollo de la usabilidad de éstos, amparado en la norma ISO 9241-11, que entrega reco-

mendaciones para la evaluación en torno al uso de los productos.

3. Etapa evaluativa 1

En esta etapa se sometieron a pruebas de uso un total de 20 categorías de conectores eléctricos, representantes en un 83% del mercado disponible, y se identificaron sus principales problemas asociados al uso. Bajo el enfoque de Jakob Nielsen, se utilizaron entre 5 y 10 usuarios de prueba, separados entre expertos e inexpertos en la utilización de conectores eléctricos, con lo que se hizo el levantamiento de información principal para el trabajo de diseño.

4. Etapa creativa conceptual-formal

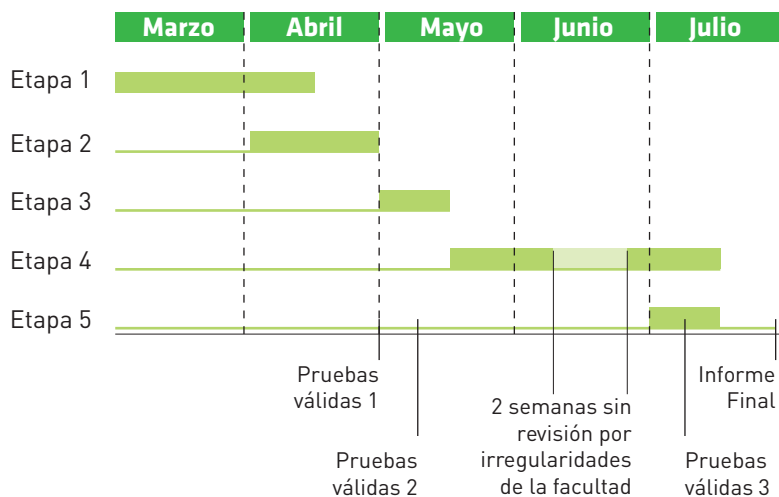
Luego, en el trabajo duro de diseño, se comienza el proceso de dar forma al conector para el vehículo V2G, básicamente a partir de la interpretación de los datos de las pruebas válidas de uso, para lo cual se realizó un intenso desarrollo de bocetos, modelos 3D y prototipos de estudio para analizar la factibilidad de las propuestas.

5. Etapa evaluativa 2

Una vez aprobadas las propuestas formales, se desarrollaron prototipos físicos, enfocados a la evaluación de algún aspecto particular del diseño, los cuales fueron sometidos a pruebas y comparados con los datos ya levantados en la primera serie de pruebas, de modo de tener una referencia empírica de las mejoras logradas en el producto.

E) Plan de trabajo

El plan de trabajo de este proyecto, consiste en el despliegue de la investigación documental, formulación y desarrollo de pruebas de uso, entre los meses de abril, mayo, junio y julio.



F) Alcances del proyecto

Finalidades

- Como primer fin, se espera poner en valor el rol del diseño en el campo del desarrollo de conectores eléctricos, actualmente dominado por la ingeniería, y que juega un papel primordial en el desenvolvimiento de nuestra actual sociedad de la información, donde el sector eléctrico es un pilar fundamental para el desarrollo.
- Por otra parte, se espera que este proyecto contribuya al desarrollo de la electromovilidad a nivel nacional, enfocado a la innovación social a la que apunta el Centro de Energía con sus proyectos para comunidades aisladas.

Límites

- En este proyecto, no pudo ser llevada a cabo la fase específica de pruebas técnicas para medir el nivel de seguridad del producto (normas IP y NEMA), básicamente porque la duración del semestre y algunas irregularidades en su desarrollo no permitieron lograr todo el trabajo esperado. Sin embargo, estas pruebas no son restrictivas para demostrar el trabajo de diseño tras el desarrollo del conector eléctrico, pues corresponden más bien a un filtro técnico previo a la serialización del producto. De todos modos, las normativas si son identificadas e investigadas, por lo tanto, se espera que posteriormente a la entrega de este proyecto, dichas pruebas puedan ser realizadas de manera interna en el Centro de Energía.

CAPÍTULO 1: **Antecedentes y contextualización**

Características de la situación cultural de Huatacondo frente al desarrollo de proyectos eléctricos, que enmarcan el diseño de una estación eléctrica vehicular

Huatacondo es un pueblo ubicado en la primera región del país, a unos 200 kilómetros aproximados desde la ciudad de Iquique hacia el interior de la cordillera de los Andes. Sus cerca de 70 habitantes¹ lo reconocen como un oasis en medio del desierto, por ser un sector de áreas verdes donde cultivan hortalizas y cítricos, que son su principal actividad económica.

¹ 53 habitantes según Censo 2002. Aunque dentro de los datos al interior del Centro de Energía de la Universidad de Chile se habla de 78 habitantes permanentes para el año 2012.

² De avenir: Creciente impetuosa de un río o arroyo. Definición RAE.

Este sector del país posee un clima árido, con un entorno extremadamente seco y una alta radiación solar constante. Sin embargo, una vez al año durante el mes de febrero, tiene lugar un fenómeno climático conocido como la avenida², donde producto del invierno boliviano, la localidad es alcanzada por fuertes lluvias acompañadas de desprendimientos de tierra, que bloquean el paso al único camino que conecta Huatacondo con Iquique (la ciudad más cercana) y las demás localidades del sector. Esto ha obligado al pueblo a tener una organización estricta sobre su consumo eléctrico, así como con otras labores de carácter comunitario.

³ Testimonios del presidente de la Junta de vecinos: Mauricio Hidalgo, en conversaciones con la unidad de Micro Redes del Centro de Energía.

⁴ Vidal, Álvaro. Informe de título: Proyecto de vehículo eléctrico para el traslado de carga liviana para la localidad de Huatacondo. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, 2012.

Junto a lo anterior, el pueblo ha mantenido siempre una junta de vecinos activa, encargada de gestionar los recursos básicos de la comunidad. Respecto de la energía eléctrica, el pueblo la suministra a través de un motor diesel, el que se costeaba en conjunto con la Minera Collahuasi³. Este medio de generación evidenció con el tiempo una serie de problemáticas, como la alta contaminación ambiental al emanar gases de efecto invernadero (GEI) producto de la combustión, la contaminación acústica, y dificultades para trasladar el petróleo hasta la localidad⁴. Ante esta realidad, desde el año 2010, el Centro de Energía (CE) de la Universidad de Chile, se ha encargado de implementar un proyecto de generación de energía eléctrica renovable, denominado por la misma comunidad como Energía Sustentable Cóndor (ESUSCON). A través de este proyecto se logra generar la totalidad de electricidad consumida por el pueblo durante el día, mediante paneles solares y un generador eólico, mientras en la noche siguen contando con el generador diesel, el que además es un respaldo en caso de que haya menos energía en el sistema.

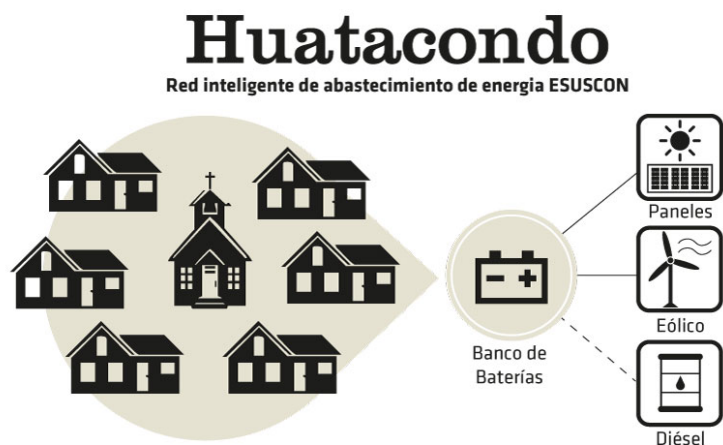


Imagen 1. Esquema general de los recursos para la generación de energía en ESUSCON.

Fuente: elaboración propia.

Este proyecto se enmarca dentro del desarrollo de redes inteligentes⁵ (Smart Grids), que ha ganado terreno en la última década, como un ejemplo claro de la aplicación del desarrollo de tecnologías en energías renovables. Hay que aclarar que una *smartgrid*, “es una red eléctrica capaz de integrar de manera inteligente las acciones de todos los usuarios conectados a ella, tanto generadores, consumidores y aquellos que realizan ambas operaciones, con la finalidad de distribuir eficientemente el suministro eléctrico para que sea sustentable, económicamente competitivo y seguro”⁶.

ESUSCON corresponde a la primera micro red inteligente basada en fuentes renovables implementada con éxito en el país, y que considera la participación de la comunidad en el uso eficiente de la energía y la operación del sistema⁷.

La incorporación de esta red eléctrica, ha permitido a la comunidad asimilar los beneficios de contar con electricidad 24 horas al día, de manera lenta y paulatina. En este contexto, ESUSCON vino a renovar la imagen del pueblo, desarrollando una identidad como pueblo ecológico y sustentable, posicionándolo como un ejemplo a seguir⁸. Ya algunos programas culturales de televisión, como “Factor de cambio” del canal 13C y “La ciencia nos cambia la vida” de TVN, han manifestado su interés en mostrar Huatacondo al mundo, como un caso de estudio que puede ser llevado a otras realidades en un futuro no muy lejano.

De manera aportativa dentro de una segunda etapa del proyecto, se está desarrollando un vehículo eléctrico, para apoyar en actividades laborales a la comunidad, y junto con ello ha surgido la necesidad de desarrollar una estación de carga coherente con los requerimientos del sistema y las necesidades del pueblo.

⁵ En EEUU, una micro red puede ser definida como: Un network de distribución de la energía completamente automatizado que monitorea y controla todo cliente y nodo, asegurando un flujo bi-direccional tanto de informaciones como de electricidad entre la central y el dispositivo final, y todos los puntos en ello incluidos. Office of Electric Transmission and Distribution (DOE), 2003.

⁶ “Smart Grid European Technology Platform”, visto en Redes Inteligentes de Energía (Smart Grids) en América Latina y el Caribe: Viabilidad y Desafíos, Conferencia regional organizada por la CEPAL, p. 9.

⁷ Proyecto ESUSCON en Huatacondo. Visto en: <http://www.centroenergia.cl> el 26-02-13

⁸ Vidal, Álvaro. Informe de título: Proyecto de vehículo eléctrico para el traslado de carga liviana para la localidad de Huatacondo. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, 2012.

1.1.1 ESUSCON y el desarrollo de un vehículo eléctrico para el pueblo

⁸ Vidal, Álvaro. Informe de título: Proyecto de vehículo eléctrico para el traslado de carga liviana para la localidad de Huatacondo. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, 2012.

Contextualizando, las actividades de la comunidad de Huatacondo giran principalmente en torno a dos: el orden y funcionamiento de los servicios públicos, y la agricultura. Estos son organizados por las ya mencionadas juntas de vecinos y agrupaciones comunitarias, en base a las necesidades de la localidad⁸.

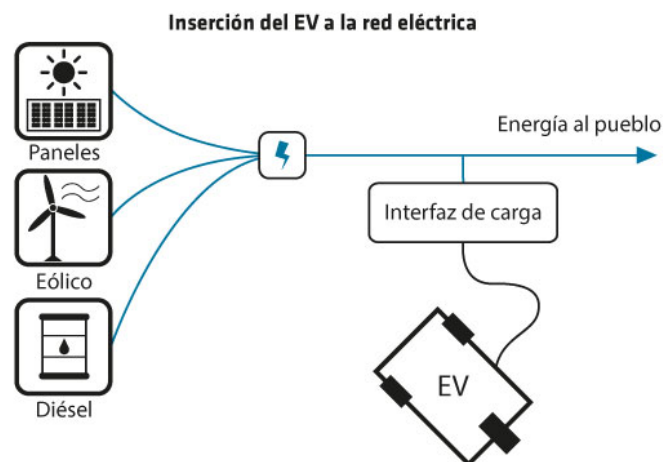
Ahora en una segunda etapa, aportando al desarrollo del pueblo, se reconoce la necesidad de cubrir un área que no ha sido integrada dentro del ciclo de funcionamiento sustentable en las actividades del pueblo: el transporte. Así surge en conjunto con las decisiones de la comunidad, el desarrollo de un vehículo eléctrico utilitario para Huatacondo.

Este vehículo eléctrico (EV del inglés electric vehicle) tiene 3 instancias de uso, la primera como un vehículo utilitario, capaz de recorrer distancias con carga liviana. La segunda, gracias a su sistema eléctrico, como acondicionador de red, haciéndose cargo de algunos problemas que presentan las microrredes, como son los desbalances de potencia y la presencia de distorsión armónica⁹. Para lo cual se requiere una interfaz de conexión, donde a través de la interacción con el usuario, el vehículo pueda conectarse a la red, momento en el que ocurre la tercera instancia, donde se recarga el banco de baterías para tomar la energía necesaria para el siguiente ciclo de trabajo¹⁰.

⁹ “Deformaciones en el voltaje o la corriente respecto de la forma de onda senoidal en un sistema eléctrico”. Eugenio Téllez Ramírez, Programa de ahorro de energía: Distorsión armónica. AP&C, s.f.

¹⁰ Polanco, Ignacio. Tesis de magíster: Propuesta de diseño de un vehículo eléctrico con capacidad V2G para aplicaciones en micro-redes. Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Universidad de Chile, 2012.

Imagen 2. Esquema de inserción del vehículo en la red eléctrica de Huatacondo.
Fuente: elaboración propia.



Dicha interfaz de conexión no es algo desconocido, en la actualidad todos los vehículos eléctricos cuentan con un conector o enchufe para insertarse a la red eléctrica.



Imagen 3. Ejemplo de un conector y su interfaz de conexión eléctrica de Toyota.

Fuente: banco de imágenes de wikimedia, en http://commons.wikimedia.org/wiki/File:El_Lada_charger_on_MIAS_2012.JPG

Un vehículo eléctrico sólo puede cargar sus baterías conectándose a la red u otra fuente externa, sin embargo para poder llevar a cabo las labores de acondicionador de red, el proyecto para Huatacondo contempla una infraestructura de carga que permite que la energía fluya hacia la red. A esta tecnología se le denomina **V2G** (del inglés Vehicle to Grid), lo que significa que la conexión debe ser bidireccional¹¹, y esto implica la utilización de un conector que permita dicha característica, que es eje central de este proyecto de diseño y será abordado en profundidad más adelante.

¹¹ Polanco, Ignacio. Tesis de magíster: Propuesta de diseño de un vehículo eléctrico con capacidad V2G para aplicaciones en micro-redes. Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Universidad de Chile, 2012.

Para situar la importancia de este proyecto, es necesario mencionar que hasta el momento, el desarrollo de vehículos V2G es prácticamente nulo a nivel mundial, pues sus beneficios sólo han podido ser demostrados de manera teórica en tesis y papers. Sin embargo, un caso destacable de tecnología V2G disponible, es la desarrollada por AC Propulsion, quienes ofrecen un kit que puede ser incorporado en los vehículos normales, para que puedan acondicionar eléctricamente una red habitacional, junto con otros beneficios¹².

¹² Polanco, Ignacio. Tesis de magíster: Propuesta de diseño de un vehículo eléctrico con capacidad V2G para aplicaciones en micro-redes. Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Universidad de Chile, 2012.

Por otra parte, en cuanto al sistema eléctrico, el consumo energético del vehículo eléctrico se sustenta en el aprovechamiento de un excedente generado por el sistema renovable, pero que no es utilizado durante el día, ya que el consumo del pueblo es menor y se ha convertido en un nicho, expresado en el siguiente esquema.

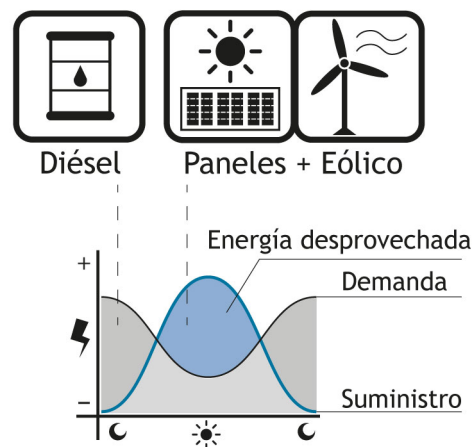


Imagen 4. Curva de consumo y demanda eléctrica durante un día normal.

Fuente: elaboración propia.

Luego de haber desarrollado en el apartado anterior, las razones que llevan a implementar un punto de carga en Huatacondo, a continuación se definen los principales conceptos asociados

El término de *estación de carga* es una adecuación al idioma español, que define principalmente a un lugar que provee electricidad para la recarga de baterías de los vehículos eléctricos.

En países donde los vehículos eléctricos ya son una realidad cotidiana, la acepción *estación de carga* guarda directa relación con la estación de servicio, donde el usuario puede recargar rápidamente el vehículo al igual que en una gasolinera, por esta razón a fines de la década del 2000 se comenzó a utilizar la palabra *electrolíneas*.¹³

La tecnología actual permite cargar los vehículos de manera conductiva e inductiva, ésta última hace referencia a un proceso de recarga a través de campos electromagnéticos, sin la necesidad de cableado, y por el momento se encuentra en una etapa muy temprana de avance. Mientras lo conductivo es la conexión a través de cables, y enchufes que realicen una conexión mecánica hacia la red eléctrica, método que a pesar de estar en proceso de desarrollo, ya cuenta con normalización y algunas especificaciones.

¹³ Inauguran en Chile la primera estación de carga para autos eléctricos en América Latina, en El Mercurio Online. Recuperado: <http://www.emol.com/noticias/tecnologia/2011/04/20/477183/inauguran-en-chile-la-primer-estacion-de-carga-para-autos-electricos-de-america-latina.html>, citado el 06-03-13

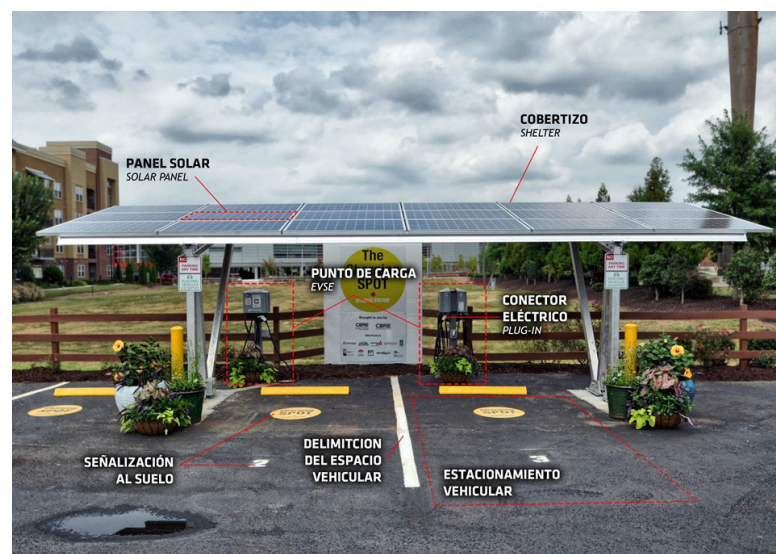


Imagen 5. Las partes de una estación de carga.
Fuente: elaboración propia.

En la imagen anterior se muestran los principales elementos que componen una estación de carga. Es posible identificar el cober-

tizo o la estructura mayor de todo el sistema, que da resguardo a todos los demás elementos y al vehículo. Es importante mencionar que no todas las estaciones de carga cuentan con paneles solares, sin embargo su uso ha ido en aumento (no tan solo en electrolineas). Elementos de apoyo como la señalización en el suelo, y la delimitación del espacio vehicular, son necesarios para indicar al usuario las zonas al interior de la estación.

Especificando un poco más, se encuentra el punto de carga, lugar donde se lleva a cabo la mayor interacción del usuario con la estación de carga, para poder conectar el vehículo eléctrico.

EVSE o Electric Vehicle Supply Equipment: el punto de carga

Este concepto proviene del inglés y significa equipo de suministrar para el vehículo eléctrico, se refiere a los medios físicos y virtuales, a través de los cuales un vehículo eléctrico puede conectarse a la red para recargar sus baterías. Como ha sido definido por Mark Rawson: “Los conductores, incluyendo la puesta a tierra, conexión a tierra, conductores y equipos de puesta a tierra, los conectores para vehículos eléctricos, enchufes y todos los demás accesorios, dispositivos, tomas de corriente o aparatos instalados específicamente con el fin de entregar la energía del cableado de las instalaciones para el vehículo eléctrico”¹⁴ (traducido).

Es posible afirmar entonces, que el EVSE es la parte de la estación de carga necesaria, para que toda la conexión eléctrica se lleve a cabo. En términos eléctricos, esta zona está relacionada generalmente con un tablero de distribución, el cual alberga los elementos de protección del circuito, y es además el lugar donde se empalman las líneas para su distribución. Como definición se entenderá todo este equipo de suministrar como sinónimo de **punto de carga**.

En las siguientes imágenes se muestran algunos ejemplos existentes y otros en etapas conceptuales. De acuerdo con Advanced Energy, es posible agrupar a todos los puntos de carga en cuatro configuraciones básicas en función de su tipo de montaje.

¹⁴ Rawson, Mark y Kateley, Sue. Electric vehicle charging equipment design and health and safety codes (1998, agosto 31). California Energy Commission, p.8

Imagen 6. Tipos de montaje del punto de carga.
Fuente: Elaboración propia.

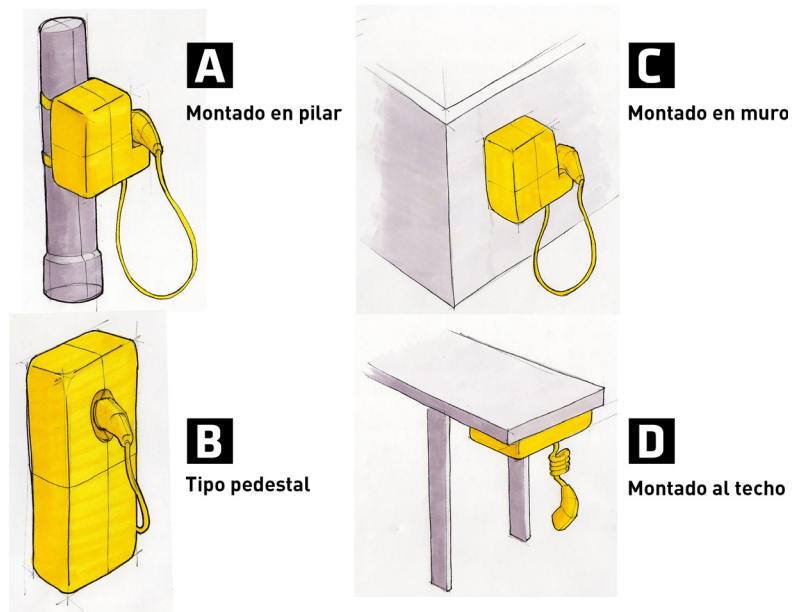


Imagen 7. Ejemplos de EVSE.
Fuente: Elaboración propia.

- i. Propuesta conceptual de General Electric.
- ii. EVSE para hogar de Podpoint.
- iii. Propuesta conceptual de General Electric.
- iv. EVSE de Charge Point.



Finalmente, llegando a lo más particular, el elemento primario dentro del punto de carga es el conector eléctrico, el cual debe poder responder a cualquiera de las configuraciones que tenga el EVSE (A, B, C o D en las imágenes). Independientemente de la interfaz virtual o estructural asociada al llamado punto de carga, la interacción directa que el usuario realiza entre el vehículo y la red eléctrica, se lleva a cabo a través de un conector, enchufe o plug.

Conector o Plug-in del vehículo eléctrico.

Dentro del equipo de suministro se encuentra el conector eléctrico, o plug-in en inglés, que da nombre a la clasificación de vehículos eléctricos “enchufables” o PEV (Plug-in Electric Vehicle)¹⁵.



¹⁵ Polanco, Ignacio, Propuesta de diseño de un vehículo eléctrico con capacidad V2G para aplicaciones en micro-redes (2012, julio 22), Centro de Energía FCFM, p.24

Imagen 8. Plug-in de vehículo eléctrico 120 volts.
Fuente: Electric Vehicles en <http://www.cityofevanston.org/sustainability/transportation/electric-vehicles/index.php>

Este concepto, define directamente al dispositivo mediante el cual el vehículo eléctrico se enchufa, a través de piezas de material conductor, para lograr comunicarse con la red eléctrica, jugando el rol principal al momento de la recarga energética.

Cada conector tiene características diferentes, que desde una perspectiva de diseño pueden tener implicancias tanto en el uso, como en la satisfacción del usuario, la percepción, o la seguridad. Lo que lo hace un objeto interesante de llevar a cabo, no tan solo desde un ámbito profesional, sino además como un ejercicio académico, con el que desarrollar un proceso que se puede aplicar a otros productos. A continuación de este apartado, se da cuenta de cómo se enmarca el diseño de un conector dentro del desarrollo de vehículos eléctricos por parte del Centro de Energía-FCFM.

Contextualización estratégica desde el Centro de Energía de la Universidad de Chile para el diseño de un punto de carga coherente con las necesidades de la comunidad

Para llevar a cabo el desarrollo del vehículo V2G, el equipo surge desde el Centro de Energía (CE), con el apoyo de la unidad de Micro Redes, donde participan estudiantes y profesionales de la Universidad de Chile, de las carreras: Diseño Industrial, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Recursos Naturales Renovables.

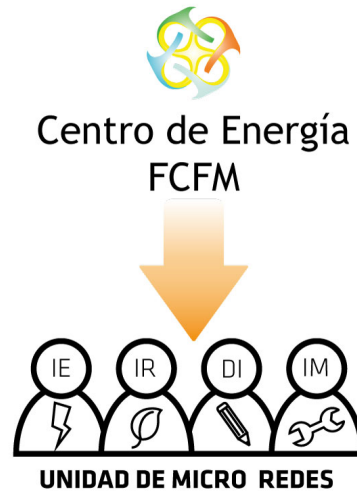


Imagen 9. Unidad de micro redes, conformada por un equipo multidisciplinar.
Fuente: elaboración propia.

En particular este proyecto, está a cargo de un equipo de diseñadores industriales, formando parte de su proceso de titulación, y un ingeniero eléctrico quien toma este trabajo como su proceso de magíster. Además una Ingeniera en recursos naturales, que asesora el trabajo de socialización desde la unidad de micro redes, y finalmente también hay apoyo en el diseño del vehículo por parte de un ingeniero mecánico. Esto se representa en el siguiente esquema.

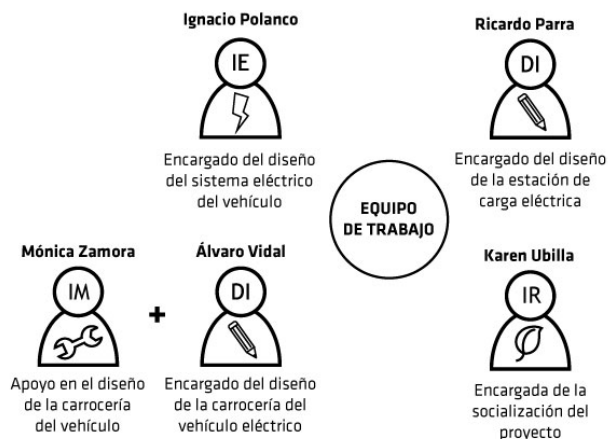


Imagen 10. Encargados en el proyecto del diseño del vehículo eléctrico.
Fuente: elaboración propia

Este equipo de trabajo, se contacta mensualmente de manera presencial con la junta de vecinos de Huatacondo, y un comité eléctrico de la comunidad, ambos encargados de representar al pueblo y sus decisiones respecto al proyecto.

Junto a lo anterior, el equipo de trabajo tiene como parte de sus objetivos el desarrollo de un plan de sostenibilidad para la inserción del vehículo eléctrico, esperando generar los lineamientos bases para que la comunidad pueda gestionar y operar el proyecto de manera autónoma. Para ello el trabajo colaborativo con la comunidad ha sido vital, desde hace cerca de dos años.



Imagen 11. La comunidad de Huatacondo elaborando el mapa de sueños.

Fuente: Banco de imágenes de la unidad de Micro Redes del Centro de Energía FCFM.

Ahora bien, el caso de Huatacondo puede ser considerado desde el punto de vista del desarrollo de vehículos eléctricos, como un escenario experimental desde donde poder desarrollar innovación, y que es aprovechado por tener una fortalecida relación de trabajo con el desarrollo de ESUSCON. Sin embargo, es necesario aclarar que de manera prospectiva, el proyecto del vehículo eléctrico y su respectivo punto de carga, no se cierra necesariamente a esta comunidad.

La estación de carga, desde una perspectiva estratégica, se ha planteado como un proyecto sujeto a dos elementos principales: el cobertizo y el punto de carga.

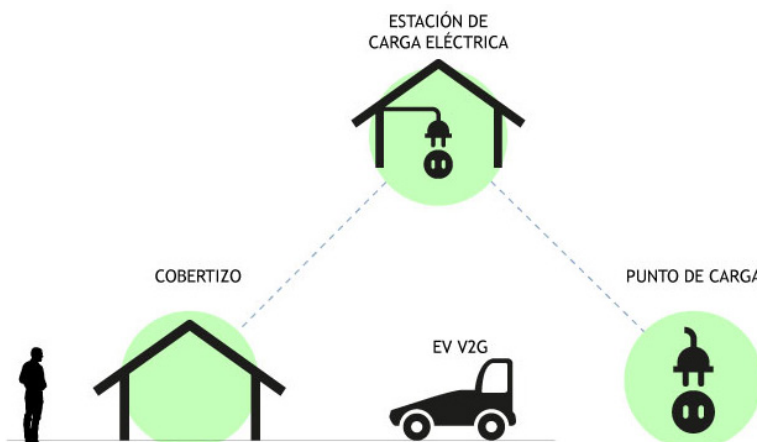
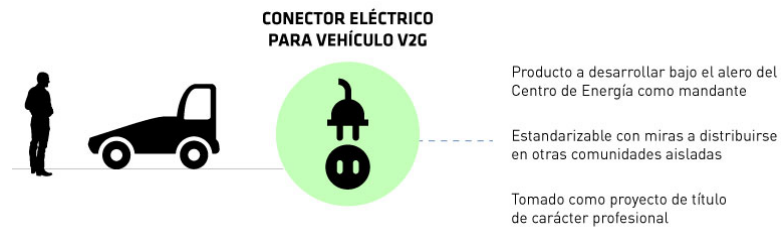


Imagen 12. Propuesta estación de carga para el Centro de Energía. Fuente: elaboración propia.

Imagen 13. Conector eléctrico como proyecto de título.
Fuente: elaboración propia.



El punto de carga junto con el conector eléctrico, se proyecta como un elemento estandarizable, que asegure fiabilidad en su diseño, y pueda ser llevado luego a otros contextos con eventuales modificaciones menores, garantizando un nivel de calidad dentro de las normas internacionales en cualquier sector donde se implemente. Por otro lado el cobertizo de la estación, al ser una estructura que irrumpe en medio de la comunidad, debe adecuarse al contexto sociocultural, integrando elementos propios del entorno en su diseño y construcción, favoreciendo la participación de la comunidad en el proceso, fomentando el apoyo y el buen recibimiento por parte de los pobladores (que serán los futuros usuarios).

Esta decisión se toma en función de que, enfocado en el desarrollo de innovación, el CE espera desarrollar otros vehículos eléctricos que puedan ser un aporte tanto para otras localidades aisladas, como para los estudiantes de la universidad como una instancia de crecimiento profesional.

Es en este contexto, que se toma el diseño del conector eléctrico o plug-in del vehículo, como proyecto de titulación. Entendiendo que corresponde a un producto de una escala adecuada para ser desarrollado en detalle, permitiendo converger las exigencias del Centro de Energía como mandante del proyecto, junto con las dificultades mínimas que demanda un proceso de título para poner en valor la capacidad del autor como profesional. Y que abre las puertas además, al desafío de involucrar la disciplina del diseño, dentro del estricto mundo ingenieril del desarrollo de conectores eléctricos.

CAPÍTULO 2: **Análisis para el diseño del conector eléctrico o plug-in**

2.1 Análisis de conectores eléctricos competidores para el punto de carga

Para no iniciar el proceso de diseño desde cero, se debe hacer una recopilación de información y un análisis de los conectores ya existentes, a fin de tantear el panorama en el que se sumerge el proyecto, dando pie a un análisis que permita entender los aspectos mejorables, o esperables a superar dentro de lo que ya existe. Para iniciar este análisis de conectores eléctricos referenciales, primero hay que aclarar qué es y qué hace un “conector”, luego qué lo define como “conector eléctrico”, y en particular uno de un “vehículo eléctrico”.

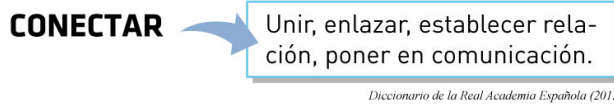


Imagen 14. Definición conceptual de conector.
Fuente: elaboración propia.
Definiciones: Sitio web de la RAE.

En un nivel conceptual, de acuerdo a la RAE, un conector es el encargado de unir, establecer una relación o una comunicación. Cuando este concepto se lleva al plano de la electricidad, se entiende que aquello que se pone en comunicación a través del conector, es precisamente la energía eléctrica que pasa a través de él. Para ejemplificar esto, se toma el enchufe habitacional chileno estándar, que es el encargado de establecer el vínculo entre un equipo eléctrico (como puede ser una plancha, el televisor, una lavadora, o cualquier aparato que requiere electricidad para su funcionamiento) y la energía eléctrica de la red, que llega desde los postes eléctricos en el exterior de la casa.

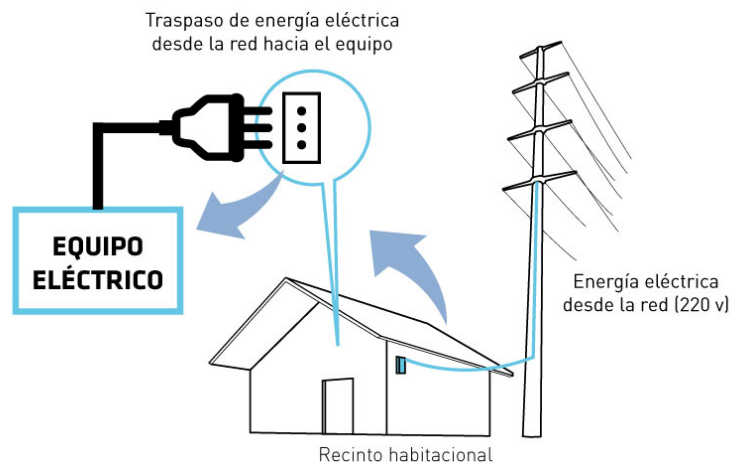


Imagen 15. Ejemplificación de un conector eléctrico estándar.
Fuente: elaboración propia.

Se entiende entonces, que el conector eléctrico es el encargado de establecer la relación de una señal eléctrica, entre su fuente y un elemento receptor.

CONECTOR ELÉCTRICO



Establece la relación de una señal eléctrica

Imagen 16. Esquema de “lo que hace” un conector eléctrico.
Fuente: elaboración propia.

Por un lado más ingenieril es necesario aclarar primero, que la naturaleza de las señales eléctricas puede ser muy variada, y es por eso que el espectro de conectores eléctricos en el mercado es tan amplio. Para entender lo que esto quiere decir de una manera simple, hay que visualizar a todo producto que posea un sistema eléctrico, como un elemento que maneja dos tipos principales de señales: las de datos o comunicación, convencionalmente denominadas como “señales débiles” o “discretas”, y las de alimentación, llamadas convencionalmente como “señales fuertes” o “de potencia”¹⁶.

¹⁶Superintendencia de Electricidad y Combustibles, Normas de electricidad alta y baja tensión. Lexnova ediciones (2012), pp. 261-289.

Para ilustrar esta definición, se hace un símil con el caso del computador, donde por un lado existen aquellas señales que el aparato utiliza para comunicarse, que son de baja potencia, y generalmente asociados a nivel electrónico con valores de “SI y NO” o “0 y 1”, conocidas como señales discretas. Y por otra parte, existen señales de mayor potencia, que el computador necesita para poner en funcionamiento su sistema, las que requieren una cantidad mínima de voltaje, y suele estar asociada con el valor estándar en las casas, que en el caso de Chile es de 220 volts, o bien puede ser acomodada con algún transformador para disminuir la intensidad de la señal hasta la necesaria.



Conectores como: VGA - HDMI - USB - JACK - Otros
Encargados de transmitir datos desde y hacia otros dispositivos.

Conector que llega directamente al enchufe u otra fuente de poder para obtener el voltaje y corriente mínimo para funcionar.

Imagen 17. Señales fuertes y débiles en un computador.
Fuente: elaboración propia.

Una vez aclarado este punto, es posible pasar a explicar las características de un conector para un vehículo eléctrico.

¹⁷ Polanco, Ignacio. Tesis de máster: Propuesta de diseño de un vehículo eléctrico con capacidad V2G para aplicaciones en micro-redes. Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Universidad de Chile, 2012.

Lo que un vehículo eléctrico necesita para poder conectarse a la red, son estos mismos dos grupos de señales. Por otro lado las señales fuertes, encargadas de suministrar energía eléctrica al banco de baterías, que luego será enviada al motor, y por otra parte, las señales débiles, que permiten establecer la comunicación entre el vehículo y el punto de carga, donde gracias a la electrónica, el sistema puede entender funciones como: cuándo se ha conectado o desconectado el vehículo de la red, el nivel de carga de las baterías, o cuándo se ha completado la carga completa, entre otras funciones¹⁷.

CONECTOR DE VEHÍCULO ELÉCTRICO ESTÁNDAR



Imagen 18. Señales débiles y fuertes en un conector de EV. Fuente: elaboración propia.

¹⁸ “La Unión Europea obligará a usar el conector Mennekes”, en Motorfull [WWW] Recuperado: <http://motorfull.com/2013/02/la-union-europea-obliga-a-usar-el-conector-mennekes>, citado el 09-07-13

¹⁹ Bohn, Theodore (2011, mayo 10), Codes and standards support for vehicle electrification, Argonne National Laboratory.

De todos modos, el desarrollo de conectores para vehículos eléctricos se encuentra en pleno proceso de estandarización, ya que por distintas razones, la legislación de los plug-ins ha sido más lenta que la de los vehículos¹⁸. Las normas actuales, no especifican las características físicas para ningún conector en particular, lo que ha permitido que distintas entidades desarrollen sus propuestas, las que por estos días se disputan la cobertura en EEUU, Europa, China y Japón¹⁹. En la siguiente imagen se muestra un cuadro resumen de los conectores de vehículos eléctricos estandarizados a nivel mundial y sus características eléctricas.

Hay que aclarar que una de las formas en como se clasifican los vehículos eléctricos, es de acuerdo a su voltaje de funcionamiento, dividiéndose en niveles de carga, lo que influye directamente en el tipo de conector que utilizan. A pesar de que la definición de estos niveles aún está en proceso de homogenización entre los países mencionados, hay al menos diferenciaciones claras sobre el voltaje (V) y amperaje (A) entre los niveles 1 y 2 de los vehículos que utilizan corriente alterna (AC), como es el caso del vehículo eléctrico para Huatacondo, y de acuerdo al Departamento de Energía de EEUU es la siguiente²⁰:

- Nivel 1: 120 V, 15 a 20 A.
- Nivel 2: 240 V, 40 A.

²⁰ Morrow, Kevin et al. “Infrastructure cost analysis” en Plug-in Hybrid Electric Vehicle Charging Infrastructure Review. Ed. US Department of Energy, (2008) pp. 16-20

Categorías Plug-ins de EV
















		 EEUU	 EUROPA	 CHINA	 JAPÓN	
Departamento de Energía de EEUU	<p>Nivel 1 120 V / 15-20 A (conductor) 20 a 22 hrs de carga aprox.</p> 					
	<p>Nivel 2 240 V / 40 A (conductor e inductor) 8 hrs de carga aprox.</p>	 AC Corriente Alterna	<p>Mono-fásica</p> <p>SAE J1772</p>	<p>SAE J1772</p>	<p>MENNEKES</p>	<p>SAE J1772</p>
<p>Nivel 3 (Híbrido AC-DC) 440 V (Según EV Charger) 480 V / 60-150 kW (Dpto. Energía EEUU) 20+ kW (Idaho Laboratory) ESTE NIVEL AÚN ESTÁ EN PROCESO DE ESTANDARIZACIÓN</p>	<p>Mono o Trifásica</p>		<p>MENNEKES</p> <p>EV PLUG ALLIANCE</p>	<p>Sin estándar aún forma y señales de control propias</p>	<p>Sin estándar aún forma y señales de control propias</p>	
Laboratorio Idaho (EEUU)	<p>Nivel 1 Pmax 20 kW</p> <p>Nivel 2 Pmax 80 kW</p> <p>Nivel 3 Pmax 80+ kW (etapa de propuesta del Laboratorio Idaho)</p>	 DC Corriente Continua				
	<p>SAE J1772 "Híbrido"</p> <p>IEC 62196-2 Tipo 2 "Híbrido"</p> <p>GB/T 20234.2-2011</p> <p>JEVS G105-1993 (ChadeMo)</p>					

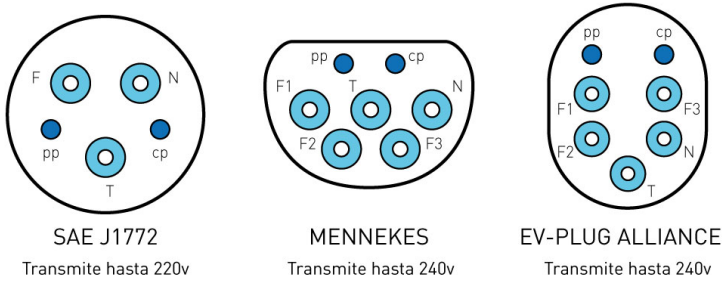
Imagen 19. Cuadro resumen de categorías de plug-ins de vehículos eléctricos. Fuente: elaboración propia.

Fuentes información:

- 1) Codes and standards support for vehicle electrification, Theodore Bohn – Argonne National Laboratory
- 2) Advanced Energy, en www.advancedenergy.org
- 3) Understanding Electric Vehicle Charging, en www.pluginamerica.org

PLUG-INS ELÉCTRICOS COMPETIDORES (Nivel 2)

Cantidad de pines y tipos de señal



PLUG-IN REQUERIDO PARA HUATACONDO

Cantidad de pines y tipos de señal

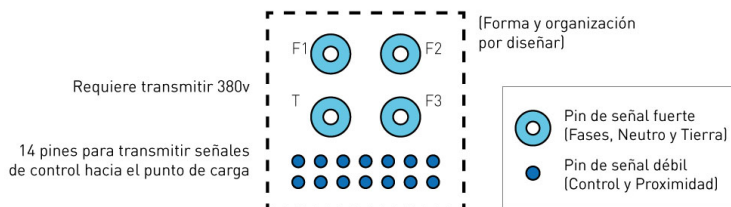


Imagen 20. Plug-ins competidores versus el requerido. Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, como ya se mencionó en el capítulo 1, el vehículo para Huatacondo es un vehículo eléctrico tipo V2G, lo que entre otras cosas, implica que se energice con 380 volts, y esto escapa de cualquiera de los 2 niveles recién mencionados. Además, el vehículo para Huatacondo requiere tener al menos 14 pines de contacto para poder transmitir las señales débiles al punto de carga, mientras que como máximo los actuales conectores poseen 2. Por estas razones y sumado a la dificultad que implica la importación de estos elementos, se **descarta completamente el uso de cualquiera de los actuales conectores de EV** y se inicia la búsqueda de los productos sustitutos que puedan cumplir con sus requerimientos.

Ahora bien, desde un punto de vista del diseño, es sabido que el desarrollo de un producto tiene al menos tres factores constituyentes: el usuario, la tarea a realizar y el utensilio o herramienta para ello. Que en su interacción dan pie al desarrollo de una interfase, que más que un objeto, es el factor constitutivo del utensilio o la herramienta²¹. Si se entiende que el proceso de conectar un vehículo para transmitirle electricidad, es una instancia de interacción, podría decirse que ésta se articula entre la persona (usuario), el conector (utensilio o herramienta) y la actividad de energizar el vehículo (la acción). Es bajo la óptica de este proceso, que se lleva a cabo la búsqueda y el respectivo análisis de los conectores sustitutos, que será ampliada en el siguiente apartado.

²¹ Bonsiepe, Gui, "Diseño de la interfase" en Del objeto a la interfase. Editorial Ediciones Infinito, 1999.

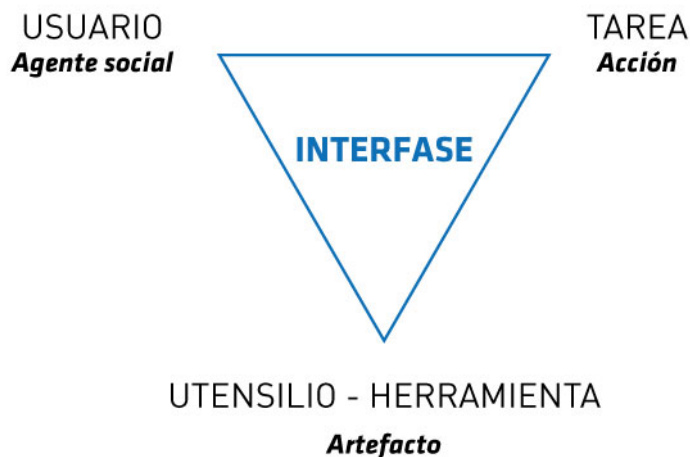


Imagen 21. Esquema de la interacción entre el usuario, la tarea y el utensilio de acuerdo a Gui Bonsiepe.
Fuente: elaboración propia.

2.2 Análisis funcional de los conectores eléctricos sustitutos y referenciales

Ya que los actuales conectores de vehículos eléctricos, no son útiles como punto de partida para el diseño del conector del vehículo V2G, se decide analizar desde una óptica de diseño, todos los posibles conectores que pueden ser usados como sustitutos, para realizar la conexión que requiere el sistema eléctrico.

Los conectores sustitutos, en definitiva son conectores que están diseñados para contextos distintos al de uso en vehículos eléctricos, como pueden ser enchufes habitacionales, industriales, de electrónica, etc., pero que de todos modos, pueden ser utilizados para realizar las conexiones pertinentes del vehículo eléctrico tipo V2G. Bajo esta lógica, el equipo de diseñadores e ingenieros llega a la elección de dos tipos de conectores, que pueden sustituir el uso de un conector de EV para el proyecto. Se trata de un conector industrial de 4 pines denominado “3P+T” y un conector de 14 pines denominado “circular”, capaces de transmitir las señales requeridas por el sistema del vehículo.



Imagen 22. Conector 3P+T y Circular de 14 pines.

Fuente: banco de imágenes de Giemmeargenta y HSP Connector, en <http://www.giemmeargenta.it/> y <http://www.hspcon.com/>

Sin embargo, tomar esta decisión presenta una serie de complicaciones para la implementación efectiva del punto de carga, en las distintas comunidades aisladas a las que pueda llegar el proyecto. En primer lugar, obliga a que la conexión del vehículo se realice en al menos dos etapas separadas, lo que, considerando que los operadores no tienen conocimiento de vehículos eléctricos y carecen de capacitación en tecnologías electromóviles, deriva en el aumento del riesgo de cometer errores, que pueden afectar negativamente al sistema eléctrico del vehículo. Esto se ahondará en profundidad en el análisis de los usuarios, en el apartado 2.3.

En segundo lugar, desde un aspecto del lenguaje en el diseño, entendiendo que no sólo es el lenguaje de las palabras el que comunica, sino también es el lenguaje de las cosas el que lo hace con aquél que hace uso de sus sentidos²², está el quiebre comunicacional que produce la incorporación de productos descontextualizados, que están diseñados para otras realidades, y que producen incoheren-

²²Sloterdijk, Peter, 1983. Visto en “Diseño historia, teoría y práctica del diseño industrial”, Bernhard Bürdek, Editorial GG Diseño (2007), p. 179.

²³ Bürdek, Bernhard, "La definición de las funciones del producto" en *Diseño historia, teoría y práctica del diseño industrial*. Editorial GG Diseño (2007), pp. 178-179.

cias al momento del uso. En el fondo, se trata de que incorporar forzosamente en vehículos eléctricos, conectores que no están hechos para ello, conlleva a problemas de interpretación en el uso del punto de carga y provoca disociaciones para el usuario, ya sea en un nivel estético en relación a los elementos que conforman el conjunto, o bien a nivel indicativo en los gestos, posturas y movimientos que pueden guiar la forma de los conectores, o incluso en un nivel simbólico de los objetos, pudiendo ser percibidos como elementos que simplemente no corresponden al contexto cultural que envuelve al punto de carga²³.

Para ponerlo desde otro punto de vista, el punto de carga como producto de diseño puede ser entendido en tres niveles:

1. **Diseño Visceral:** Apariencia
2. **Diseño Conductual:** El placer y la efectividad de uso
3. **Diseño Reflexivo:** Imagen de uno mismo, satisfacción personal, recuerdos

Esto tiene relación, a nivel visceral (1) con el aspecto estético que tiene el producto, que impacta al usuario la primera vez que lo observa, siendo el nivel más básico y que genera una reacción en el usuario de acuerdo al nivel de agrado que le produce ver un producto que le resulte bello; esta reacción es inmediata. Luego el nivel conductual (2), trata de la experiencia de uso del producto, donde se involucra la función del objeto, su rendimiento y usabilidad. Si las funciones son inadecuadas, el producto tiene escaso valor; el rendimiento trata de lo bien que el producto cumple las funciones previstas, si el rendimiento es inadecuado, el producto fracasa; y la usabilidad describe la facilidad con que el usuario comprende cómo funciona y consigue que funcione el producto del mejor modo. Y finalmente el nivel reflexivo (3), que es el más vulnerable a la variabilidad cultural, trata de las relaciones a largo plazo que tienen las sensaciones de satisfacción o desagrado que se producen al tener, mostrar y usar un producto²⁴.

²⁴ Norman, Donald. "Las múltiples facetas de emoción y diseño" en *El diseño emocional*. Editorial Paidós (2005), pp. 53-55.

Con esto se entiende, que en un nivel visceral, el hecho de ver dos conectores que en su apariencia no tienen ninguna relación entre sí, ni con el diseño del punto de carga ni con el diseño del vehículo, puede provocar reacciones desagradables a los usuarios, que además puede ser potenciado negativamente en un nivel conductual, ya que por tratarse de conectores hechos para otras funciones, no son en ninguna medida intuitivos en el modo de uso que se requiere para el vehículo eléctrico. Esto podría implicar la obligación de seguir algún instructivo, en vez de poder reconocer de manera rápida y sencilla el modo de acoplar el conector. Todo esto puede finalmente, en un nivel reflexivo, conllevar a una sensación de des-

agrado a largo plazo, producto del recuerdo constante de incomodidades al momento de hacer uso del punto de carga.

Por esto, el desarrollo del conector para el vehículo V2G, se encuentra con el desafío de desarrollar un plug-in propio, pero que integre los elementos imprescindibles de los dos conectores ya mencionados. Estos elementos imprescindibles son sus zonas de contacto eléctrico, ya que por motivos de seguridad se encuentran condicionados por normativas, que de ser intervenidas, dificultarían la estandarización del producto buscada por el Centro de Energía. Esto se muestra en las siguientes imágenes, donde se rescata la sección donde se ubican los pines de contacto de cada conector eléctrico.

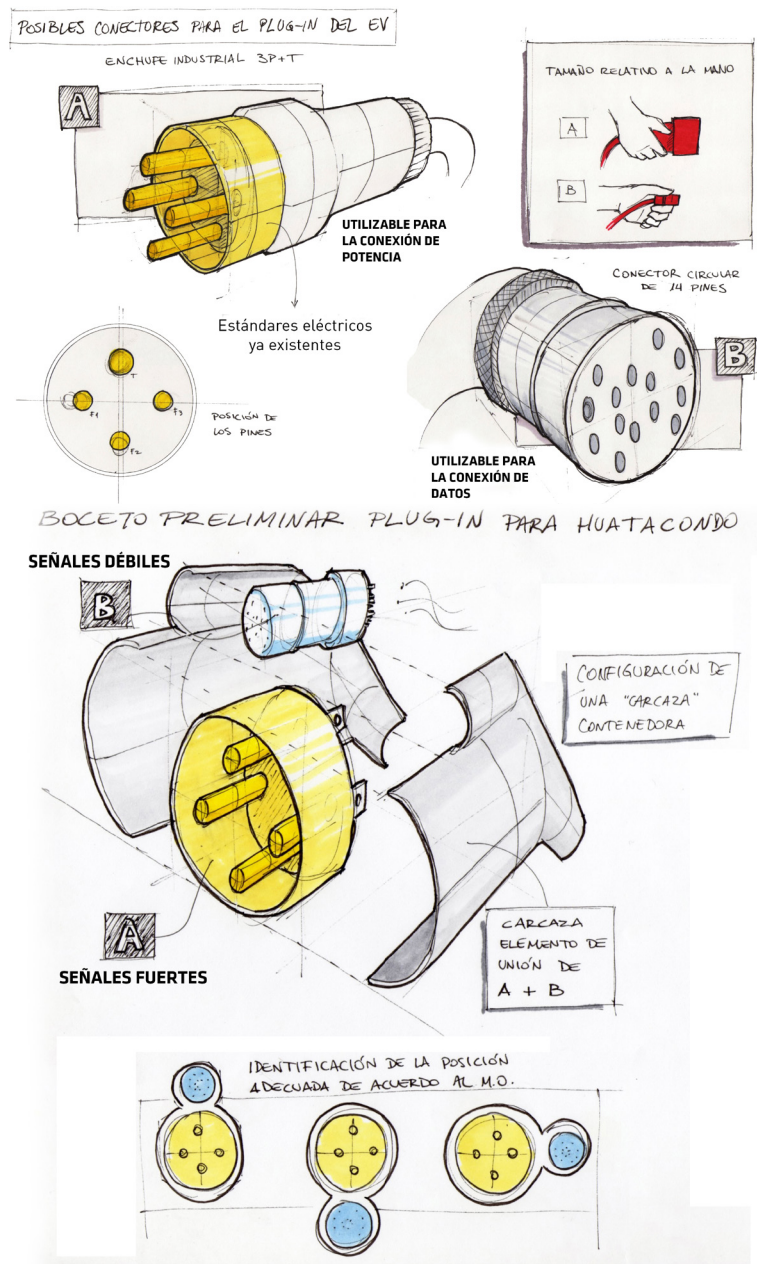


Imagen 23. Posibles conectores para el plug-in del vehículo V2G. Fuente: elaboración propia.

Imagen 24. Bocetos iniciales del plug-in para el vehículo V2G. Fuente: elaboración propia.

²⁵ Bonsiepe, Gui, "Diseño de la interfase" en Del objeto a la interfase. Editorial Ediciones Infinito, 1999.

En síntesis, el trabajo de diseño en el proyecto, se enfoca a dar forma a lo que bajo la mirada de Gui Bonsiepe sería la interfase, es decir aquél espacio donde se articula la interacción entre el usuario, el conector y el objetivo de la acción de energizar el vehículo²⁵. Un proceso sistémico, que desemboca en el desarrollo de un producto, capaz de contener las zonas de contacto de las señales de potencia y de datos del sistema eléctrico, en un solo conjunto coherente con el contexto en el que se implementará el producto.



Imagen 25. Desarrollo del conector como una interfase.
Fuente: elaboración propia.

Para llevar a cabo este proceso, se inicia primero desde de la herramienta, es decir, desde el conector eléctrico. Por tanto se requiere de un amplio estudio de referentes, pues el “mundo de los conectores eléctricos” es bastante amplio, y presenta todos los avances que hasta la fecha se han hecho en términos de diseño en esta temática. Por eso, en el siguiente apartado se realiza una matriz de tipologías, para ordenar y comprender el panorama actual de los conectores eléctricos a los que se enfrenta directamente este proyecto.

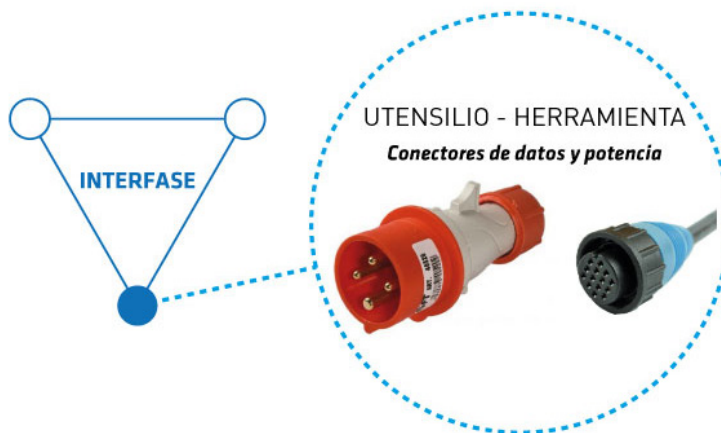


Imagen 26. Primera parte – el utensilio o herramienta.
Fuente: elaboración propia.

2.2.1 Matriz tipológica de casos







La matriz tipológica de casos es una herramienta para el levantamiento de información, que se aplica al amplio mundo de los conectores eléctricos, con el fin de identificar aquellos conectores que actualmente cumplen las mismas funciones que los conectores seleccionados para el vehículo, de modo de iniciar una búsqueda del estado del arte, pero con un filtro analítico desde el diseño.

Es esencial agrupar en categorías a los conectores, ya que siendo un área tecnológica tan desarrollada, demandaría un tiempo muy largo analizar uno por uno. Por eso, se toma como base las tipologías con que son ordenados por los principales distribuidores de productos electrónicos, que de acuerdo con las recomendaciones de ingenieros eléctricos del CE, éstos son Digikey, Farnell y Newmark. En función de esto, se procede a identificar: qué tipo de señal son capaces de transportar (débiles o fuertes), cuáles son sus usos principales, y lo de mayor relevancia como punto de partida para el diseño del nuevo conector: el modo de acoplamiento que cada conector posee.

MATRIZ TIPOLÓGICA DE CASOS








Conectores eléctricos

Modo de acoplamiento

Categoría	Tipo de señal	Usos principales	Modo de acoplamiento						
			Inserción	Rosca	1/4 Giro	Doble Rosca	Tope	Seguro	Permanente
 Backplane	Datos	Placas de circuito impreso							
 Banana	Potencia	Equipos industriales en gral.							
 Barrel	Potencia	Notebooks Transformadores							
 Card Edge	Datos	Placas de circuito impreso							
 Circular	Datos	Equipos industriales en gral.							
 Cigarette Lighter Plug	Potencia	Vehículos							
 Coaxial BNC	Datos	Equipos de telecomunicaciones en gral.							

MATRIZ TIPOLÓGICA DE CASOS

Conectores eléctricos

Categoría	Tipo de señal	Usos principales	Modo de acoplamiento								
			Inserción	Rosca	1/4 Giro	Doble Rosca	Tope	Seguro	Permanente		
 Coaxial RCA	Datos	Equipos de audio y video en gral.	✓								
 Coaxial RF	Datos	TV Equipos de red en gral.		✓							
 D-Shaped	Datos	Equipos industriales en gral.	✓			✓					
 D-Sub (DVI-VGA)	Datos	Computación en gral.	✓			✓					
 Fibra óptica	Datos	Equipos de telecomunicación en gral.			✓						
 Flat Flexible (FFC)	Datos	Equipos de computación en gral.	✓								
 Foil	Potencia	Equipos industriales en gral.									✓

MATRIZ TIPOLÓGICA DE CASOS








Conectores eléctricos

Modo de acoplamiento

Categoría	Tipo de señal	Usos principales	Modo de acoplamiento							
			Inserción	Rosca	1/4 Giro	Doble Rosca	Tope	Seguro	Permanente	
 HDMI	Datos	Equipos de audio y video de alta resolución								
 Heavy Duty (Industrial)	Potencia	Equipos industriales en gral.								
 Memory	Datos	Placas de circuito impreso								
 Modular	Datos	Equipos de telecomunicación en gral.								
 Photovoltaic	Potencia	Plantas fotovoltaicas								
 Phone Plug	Datos	Equipos de audio en gral.								
 Pluggable	Datos	Equipos industriales en gral.								

MATRIZ TIPOLÓGICA DE CASOS



Conectores eléctricos

Categoría	Tipo de señal	Usos principales	Modo de acoplamiento								
			Inserción	Rosca	1/4 Giro	Doble Rosca	Tope	Seguro	Permanente		
 Power Entry (1)	Potencia	Conjuntos habitacionales en geral.	✓								
 Power Entry (2)	Potencia	Varios.	✓								
 Rectangular (1)	Datos	Placas de circuito impreso								✓	
 Rectangular (2)	Datos	Varios	✓								
 Rectangular (3)	Datos	Adaptador para placas de circuito impreso						✓			
 Rectangular (4)	Datos	Placas de circuito impreso						✓			
 Rectangular (5)	Datos	Varios						✓			

MATRIZ TIPOLÓGICA DE CASOS

Conectores eléctricos

Modo de acoplamiento

Categoría	Tipo de señal	Usos principales	Inserción	Rosca	1/4 Giro	Doble Rosca	Tope	Seguro	Permanente
 Rectangular (6)	Datos	Placas de circuito impreso							
 Rectangular (7) (Molex)	Datos	Varios							
 Rectangular (8)	Potencia	Placas de circuito impreso							
 SDL semcomm	Datos	Equipos de telecomunicación en gral.							
 Terminal Quick Connection	Potencia	Equipos industriales en gral.							
 USB	Datos	Dispositivos móviles en gral.							
 Wiring Blocks (Regleta)	Potencia	Varios							

Fuente:

Catálogos web de los distribuidores Digijkey, Farnell y Newark.
Visitados en Mayo de 2013.

2.2.2 Selección de conectores referenciales

El siguiente paso para analizar esta información, es filtrarla correctamente, ya que hasta el momento se tiene un barrido muy general de los tipos de conectores en el mercado, que pueden suplir a los dos conectores que requiere el vehículo V2G. La idea de este filtraje, es que los conectores seleccionados, puedan pasar posteriormente a una etapa de pruebas de uso, que permita visualizar los aspectos positivos y negativos desde el punto de vista de la relación entre el conector y el usuario, de manera de entender desde el diseño cuál es el escenario de usabilidad de los conectores eléctricos al que se enfrenta el proyecto.

En primer lugar, del 100% de tipos de conectores en el mercado (de acuerdo a la matriz tipológica de casos, un total de 35 categorías), se eliminan los que tienen un modo de acoplamiento permanente, ya que el caso de estudio requerido es de uso y desuso temporal, donde un componente importante es la relación “hombre-máquina-entorno” (HME); quitando 2 conectores de la lista (Foil y Wiring Blocks o Regleta).

Luego, se eliminan aquellos conectores diseñados para un uso poco frecuente, destinados a estar ocultos en placas de circuito im-

SELECCIÓN DE CONECTORES REFERENCIALES

Filtrados por modo de acoplamiento y especificación de uso



Imagen 27. Selección de los conectores referenciales. Fuente: elaboración propia.

preso, que por definición no deben soportar esfuerzos mecánicos, ya que generalmente son conectados una única vez en la fábrica, y por tanto podrían deformar el levantamiento de información al momento de realizar las pruebas: se quitan 9 conectores de la lista (Backplane, Card Edge, Flat Flexible, Memory, Rectangular (1), Rectangular (2), Rectangular (4), Rectangular (6), Rectangular (8)).

Ahora es posible decir que 24 de los 35 tipos de conectores iniciales (70.5% del mercado), corresponden al 100% de conectores posibles de evaluar. A continuación se muestra el cuadro resumen de los tipos de conectores seleccionados, y los respectivos modos de acoplamiento en el que pueden ser agrupados desde el punto de vista del uso.

SELECCIÓN DE CONECTORES REFERENCIALES

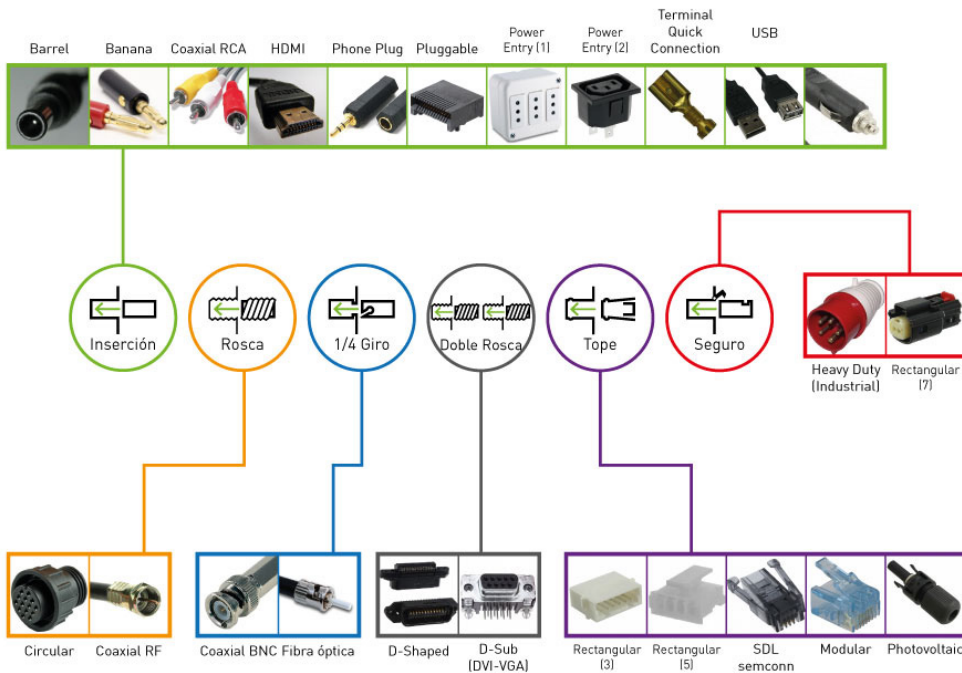


Imagen 28. Selección final de los conectores referenciales. Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia, existen al menos seis modos de acoplamiento en los conectores eléctricos actuales, de los cuales, el más sencillo es el de inserción, donde se encuentran aquellos conectores que hacen contacto por la simple presión que ejerce el usuario con su mano. Los cinco modos restantes, son en definitiva, distintos medios de asegurar que el conector no se va a desconectar accidentalmente, entre ellos están:

Rosca: Se trata de los conectores que requieren un movimiento de tornillo para acoplarse, que generalmente debe ser realizado a través de una pinza trípode con los dedos índice, pulgar y medio. El conector se asegura pues para ser extraído, requiere desatornillar en el sentido contrario al de inserción.

1/4 de giro: Son conectores que requieren un giro de la muñeca para acoplarse, y se les asigna este nombre porque el movimiento tiende a parecer una vuelta de 1/4 de circunferencia o aproximadamente 90°. El conector queda seguro luego de dar la vuelta, pues tiene un mecanismo de fijación que soporta las fuerzas axiales de extracción.

Doble rosca: Se trata de conectores que requieren un movimiento de tornillo en dos partes para ser acoplados. El movimiento puede ser realizado con una o ambas manos, y asegura la fijación al igual que el del tipo “rosca”, pero este caso con el doble de presión.

Tope: Son conectores que mejoran el método de acoplamiento de inserción, añadiendo una pieza que asegura una fijación luego de haber hecho la penetración completa. Suelen estar asociados con un característico sonido de “click”, y requieren de los dedos pulgar e índice para ser extraídos.

Seguro: Esta categoría agrupa a aquellos conectores que poseen un sistema para asegurar que luego de acoplarse no se desconectarán. Pueden involucrar ambas manos, y algunos requieren de elementos externos para ser extraídos (como destornilladores).

2.3 Análisis de usuarios en torno al punto de carga

A continuación, el análisis para el desarrollo del conector, prosigue en la línea del uso, pero esta vez enfocado a las características del usuario en torno a la acción de energizar el vehículo V2G.

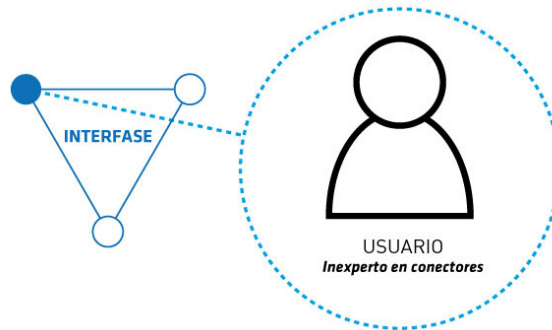
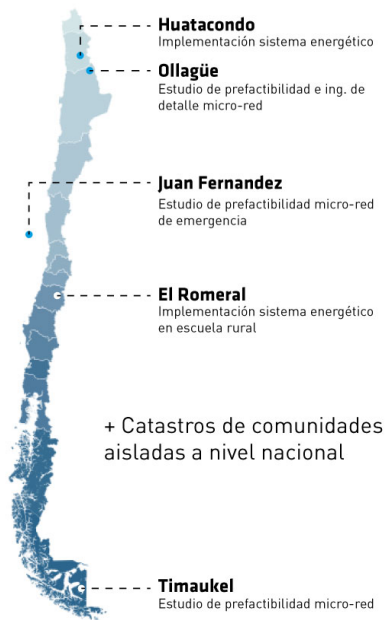


Imagen 29. Segunda parte – el usuario.
Fuente: elaboración propia.

Al hablar de un punto de carga pensado para ser insertado en comunidades aisladas, es necesario entender en primer lugar, qué tipo de usuarios son los involucrados en ellas, y qué características tienen aquellas personas que estarán involucrados en el uso del conector eléctrico.

Localidades en que el Centro de Energía ha realizado proyectos y/o estudios



Las comunidades a las que apunta el Centro de Energía con el desarrollo de vehículos eléctricos, son aquellas que están eléctricamente aisladas (que generalmente coincide también con una aislación geográfica), y que mayoritariamente se encuentran en un estado cercano al rural, por lo que no hay especialistas capacitados en dichos pueblos. De hecho, una de las labores más complejas a realizar por parte de esta institución, es lograr que las comunidades alcancen una organización para la operación y mantención del sistema, tal que permita realizar capacitaciones a los encargados, o al menos gestionarlas.

Imagen 30. Potenciales localidades aisladas.
Fuente: elaboración propia.

Estas son algunas de las localidades con que el CE se ha puesto en contacto, tanto para la realización de proyectos energéticos, como para llevar a cabo estudios de factibilidad de éstos²⁶. Estos se exponen, como potenciales localidades, en las que podría implementarse nuevos proyectos de EV y por consiguiente requerir la utilización del conector eléctrico.

²⁶ Fuente: Informes internos del Centro de Energía, Unidad de Micro Redes.

En definitiva, es posible decir que el grupo objetivo de usuarios, no tiene un conocimiento amplio sobre las tecnologías de electromovilidad, y mucho menos de los productos asociados a ella, como los conectores. Este desconocimiento, implica un aumento en la probabilidad de cometer errores al momento de interactuar en el punto de carga, lo podría conllevar riesgos tanto para el sistema eléctrico, ya que se trata de proyectos académicos donde lo más presumible es que los equipos eléctricos sean limitados, costosos y difíciles de trasladar hasta las localidades, como también para la integridad de los usuarios, ya que se trata de la manipulación de 380 volts o más.

Por otro lado, es importante mencionar en este análisis, que la estación de carga está propuesta como un taller de trabajo, en donde sea posible realizar las distintas labores de mantención, reparación y limpieza del vehículo. Esto implica que será una zona donde se realicen múltiples actividades simultáneas, llevadas a cabo por uno o más encargados, por lo que se hace imprescindible, que desde el diseño del conector se vele por que éstas no se interrumpan entre sí. Consistiendo esto, en otro motivo más para que el conector del vehículo sea un único conjunto y no dos o más elementos separados, que puedan desviar el foco de atención del usuario, o interrumpir dentro de sus otras labores dentro del punto de carga.



Imagen 31. El cobertizo del vehículo es un taller con múltiples actividades.
Fuente: elaboración propia.

Resumiendo, el proyecto se enfrenta a un usuario que se encargará de algunas labores técnicas del vehículo dentro del punto de carga, y que además carece de conocimientos sobre vehículos eléctricos. Entonces, es posible afirmar que se debe diseñar para un usuario inexperto, entendiendo que, en el otro extremo un usuario experto es un especialista²⁷, en este caso sobre las conexiones de vehículos eléctricos.

²⁷ Experto, ta: 1- Hábil o con mucha experiencia en algo. 2- Especialista en una materia. Definición del diccionario de la lengua española Word Reference.

¿Usuario Inexperto ó Usuario Experto?

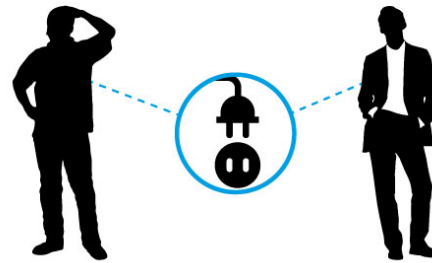


Imagen 32. Usuario inexperto o experto en relación al conector eléctrico.
Fuente: elaboración propia.

Tratándose de la actividad de energizar el EV, se entiende que el usuario experto es aquel que conoce y ha utilizado los conectores, ya sabe cómo deben ser correctamente acoplados, y por lo tanto es una fuente fiable de información al respecto. Este punto constituye la unidad de análisis más importante para el desarrollo del conector eléctrico, entendiendo este concepto como una variable de observación, que debe arrojar los principales datos respecto del uso del producto, y por consiguiente dirigir las decisiones de diseño²⁸.

²⁸ Ottenberger, Ana. "Cuáles y cuántas son las unidades de análisis que pueden elegirse para un estudio de casos" en El estudio de casos en la investigación social, Ediciones Universidad Tecnológica Metropolitana (2000), pp. 36-44.

Por tratarse de consideraciones en el uso del conector, éstas deben ser probadas de manera empírica, es por eso que la identificación de estos usuarios debe ser complementada con la selección de conectores referenciales realizada en el apartado anterior. Por esta razón, se decide tomar como modelo de pruebas, las recomendaciones formuladas por la *International Organization for Standardization* (ISO), las que serán expuestas a continuación en el apartado 2.4.

2.4 Análisis de la normativa de utilizabilidad ISO 9241-11

A continuación, se muestra el análisis para el desarrollo del conector, que prosigue en la línea del uso, pero esta vez enfocado a la acción de energizar el vehículo V2G.

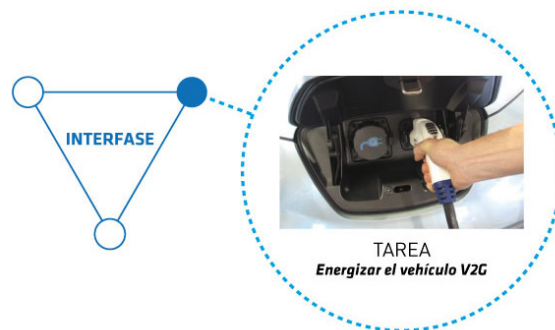


Imagen 33. Tercera parte – la tarea a realizar.

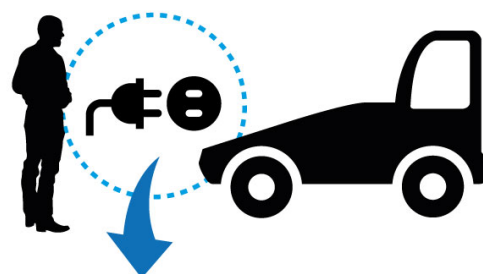
Fuente: elaboración propia.

En este apartado se lleva a cabo, en una primera parte el análisis en torno a la normativa ISO 9241-11, como referente metodológico para la realización de las pruebas de uso de los conectores eléctricos referenciales, y en una segunda instancia, el análisis respectivo a las normas IP y NEMA, que actualmente rigen los niveles de seguridad asociados a los conectores eléctricos.

La norma ISO 9241-11 es una norma europea que estipula los requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos, y al mismo tiempo es una guía para la medición de la utilizabilidad en los productos²⁹. Respecto a esto último, en función de las pruebas empíricas de uso que requiere el desarrollo del conector, se rescata la información respecto al contexto de utilización de los productos, al momento de ser sometidos a pruebas para medir la utilizabilidad³⁰.

²⁹ Comité Europeo de Normalización (CEN), "Parte 11: Requisitos sobre utilizabilidad" en Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PDV) (1998), p. 2.

³⁰ En el documento ISO 9241-11 hacen referencia al concepto de "utilizabilidad", en vez de "usabilidad" como otros autores prefieren.



REALIZACIÓN PRUEBAS DE USO
Basado en las recomendaciones
de la ISO 9241-11

Imagen 34. Esquematización de la instancia en que se realizan las pruebas de uso en función de la ISO 9241-11.

Fuente: elaboración propia.

En concreto, la normativa establece la declaración de cuatro especificaciones importantes para contextualizar las pruebas de uso: Especificación de los usuarios, Especificación del entorno, Especificación del equipo, Especificación de las tareas. Las que son desarrolladas a continuación.

Especificación de los usuarios:

Se supone que los usuarios están familiarizados con las características más usuales de los conectores eléctricos. Algunos usuarios potenciales tendrían que adquirir previamente estos conocimientos para poder utilizar correctamente la totalidad de los conectores del test. No obstante, no se requieren destrezas especiales para manipularlos.



1. **Usuario experto** (el caso de los especialistas que operarían el punto de carga).

CARACTERÍSTICA	REQUISITO
Destrezas y conocimientos	
Experiencia sobre la tarea	Haber utilizado al menos el 60% (12) de los conectores
Conocimiento de los conectores	Conocer al menos el 60% (12) de los conectores
Formación	No requerida
Características físicas	
Visión	Visión normal, con o sin anteojos, de acuerdo a las necesidades de la persona, según pruebas normalizadas
Audición	Audición normal según pruebas normalizadas
Destreza manual	Ambas manos con destreza normal (2 de los conectores requieren el uso de las dos manos)



2. **Usuario inexperto** (el caso de las personas de las comunidades, u otros que operarían el punto de carga).

CARACTERÍSTICA	REQUISITO
Destrezas y conocimientos	
Experiencia sobre la tarea	Haber utilizado sólo 50% (10) o menos de los conectores
Conocimiento de los conectores	Conocer el 50% (10) o menos de los conectores
Formación	No requerida
Características físicas	
Visión	Visión normal, con o sin anteojos, de acuerdo a las necesidades de la persona, según pruebas normalizadas
Audición	Audición normal según pruebas normalizadas
Destreza manual	Ambas manos con destreza normal (2 de los conectores requieren el uso de las dos manos)

Especificación del entorno:

Se mencionan las condiciones del ambiente donde se desarrollaría la actividad de conectar el vehículo eléctrico, que sería sólo en la estación de carga de Huatacondo. Las siguientes condiciones deben cumplirse:

- Lugar de trabajo: Recinto bajo techo.
- Mobiliario: Simulación de la ubicación del conector hembra en el vehículo. Considerando dimensiones y elementos que se interponen entre el usuario y el conector.
- Ambiente: Sin humedad. Condiciones de iluminación adecuadas para trabajos de precisión.

Especificación del equipo:

Deben estar presentes los componentes fundamentales de los conectores eléctricos, excepto la presencia de energía eléctrica, ya que demoraría un mayor tiempo equipar con el cableado de las distintas categorías de enchufes, con sus tipos específicos de señales y sus respectivos elementos de seguridad.

Los componentes principales son: paneles para simular el volumen del vehículo donde se ubica el conector hembra o receptor, bastidores para cada tipo de conector receptor a evaluar, 2 canaletas que permiten fijar cada bastidor, y los tipos de conectores machos con aprox 1m de cable. Además, un mesón donde se apoyan éstos últimos.

Especificación de las tareas:

Se mencionan las tareas específicas en las que la utilizabilidad de los conectores es decisiva, correspondiendo al proceso completo de conexión y desconexión, desde que el usuario toma el conector volante, analiza y ejecuta su inserción, hasta comprender la correcta conexión y luego desconectar.

El objetivo principal previsto para cada categoría de conector, es lograr que los usuarios no entrenados lleven a cabo la conexión y desconexión en un tiempo igual o cercano al de un especialista. O bien, que la cantidad de pasos demandados para ello sea igual o cercana.

1. Asir el conector volante del mesón
2. Identificar su posición y modo de acoplamiento
3. Acercarse al enchufe empotrado y prepararse para su inserción

4. Insertar el conector volante dentro del empotrado
5. Soltar el conjunto de la mano
6. Acercarse al conector enchufado y preparar la desconexión
7. Jalar el conector volante y liberar el acoplamiento
8. Volver a apoyar el conector volante sobre el mesón

Con esto concluyen las especificaciones rescatadas desde la ISO 9241-11, con ellas se espera llevar a cabo las pruebas pertinentes al uso, que aúnen los tres elementos trabajados a lo largo de este capítulo: el usuario, el conector y la tarea de energizar el vehículo. Estas pruebas se exponen en el capítulo 4, realizadas de acuerdo a los objetivos planteados en el siguiente capítulo 3.

Análisis de los estándares de seguridad en torno a los conectores eléctricos

Para terminar el análisis de las normativas asociadas a los conectores, ahora se mencionarán aquellas que rigen los aspectos de seguridad y estandarización a nivel internacional.

Actualmente la institución encargada de emitir aquellos estándares, es la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC del inglés *International Electrotechnical Commission*), la que trabajando en conjunto con las ISO, han desarrollado el código IEC 62196-2 para la certificación de transferencia de energía en vehículos eléctricos³¹. Este código es el que da la aprobación a los conectores de EV de nivel 2, que fueron mencionados en el apartado 2.1, y que les brinda sus respectivas nomenclaturas a cada uno de ellos como se muestra en la siguiente imagen.

CÓDIGOS IEC ASOCIADOS A CADA CONECTOR DE EV



³¹ IEC 62196-1 ed2.0, en "International Electrotechnical Commission Webstore [Online] Recuperado: http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/Artnum_PK/456, citado el 10-02-2013.

Imagen 35. Códigos IEC asociados a actuales conectores de EV. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al aspecto de la seguridad, al igual que los conectores eléctricos habitacionales, los plug-in de los vehículos están asociados a normas y estándares para establecer lo que es una manipulación segura. Para regular esto, los conectores eléctricos se han adaptado a las normas **IP** (del inglés *Ingress Protection*) y las **NEMA** (*National Electrical Manufacturer Association*), las cuales tienen términos en común para determinar la resistencia a las inclemencias climáticas de cada una de las partes del punto de carga.

Las normas NEMA se establecen en un listado de parámetros que definen las características que deben cumplir los dispositivos eléctricos, comprendiendo NEMA 1, 2, 3, 3R, 3S, 4, 4X y 5 al 13. Los estándares más comúnmente encontrados en las especificaciones de los equipos eléctricos son los siguientes³²:

NEMA 3R: Sellado contra la lluvia.

NEMA 4: Sellado contra el agua y polvo. Los gabinetes tipo 4 están diseñados especialmente para su uso en interiores y exteriores, protegiendo el equipo contra salpicaduras de agua, filtraciones de agua, agua que caiga sobre ellos y condensación externa severa.

³² TEC Electronica, filial del grupo TOSHIBA (2002). Estándares de protección "IP" y "NEMA". Publicación interna, p.3

Son resistentes al granizo pero no a prueba de granizo (hielo). Deben tener ejes para conductos para conexión sellada contra agua a la entrada de los conductos y medios de montaje externos a la cavidad para el equipo.

NEMA 4X: Sellado contra agua y resistente a la corrosión. Los gabinetes tipo 4X tienen las mismas características que los tipo 4, además de ser resistentes a la corrosión.

NEMA 5: Sellado contra polvo.

NEMA 6: Sumergible.

NEMA 12: Uso industrial. Un gabinete diseñado para usarse en industrias en las que se desea excluir materiales tales como polvo, pelusa, fibras y filtraciones de aceite o líquido enfriador.

Por su parte, las normas IP guardan relación con el nivel de protección contra objetos sólidos y contra el agua que tienen los objetos. Permiten asignar niveles de seguridad de acuerdo a las condiciones del entorno a las que un objeto será sometido. El código IP tiene la siguiente nomenclatura:

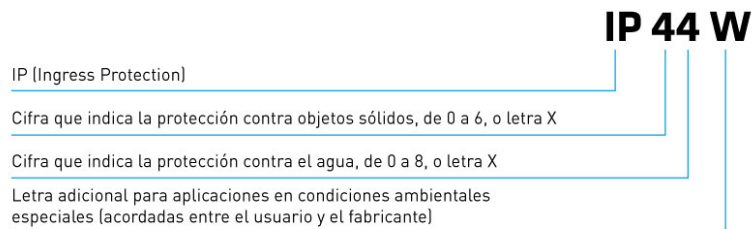


Imagen 36. Nomenclatura del código de protección IP.
Fuente: Elaboración propia.

Cada número del código significa un nivel de protección distinto, diferenciado entre la protección contra partículas y contra el agua. Las características de cada cifra son expuestas en la imagen 37.

Como se aprecia, los códigos IP y los NEMA difieren en algunos aspectos, sin embargo son normativas completamente compatibles. En la imagen 38 se muestra una referencia cruzada que compara ambos estándares.

Como se aprecia, estas normas de seguridad en realidad han sido creadas con el fin de evaluar el nivel de protección que tienen los productos en general, y que derivan obviamente en un cierto nivel de seguridad para el usuario, y que han sido tomados por el mundo de los dispositivos eléctricos para evaluar los niveles de protección respecto del entorno.

Se espera que el desarrollo del conector eléctrico para el vehículo V2G, pueda desembocar en una evaluación en torno a estas normativas, aunque por la cantidad de tiempo requerido para el diseño,

Primera cifra: Grado de protección con respecto a personas y objetos sólidos.	Segunda cifra: Grado de protección contra la entrada perjudicial de agua.								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Sin protección	Protegido contra goteo vertical de agua	Protegido contra goteo de agua hasta 15° de la vertical	Protegido contra el rociado de agua hasta 60° de la vertical	Protegido contra el rociado en todas las direcciones.	Protegido contra agua a presión	Protegido contra golpes de mar.	Protegido contra inmersión	Protegido contra la submersión
		Tiempo de prueba 10 min 	Tiempo de prueba 10 min 15° 	Tiempo de prueba 10 min max 200 	Tiempo de prueba 10 min 	Tiempo de prueba 1min/ min. 3 min min. 3mm 	Tiempo de prueba 1min/ min. 3 min min. 3mm 	Tiempo de prueba 30 min 	Tiempo de prueba 30 min
No protegido. 0	IP 00	IP 01	IP 02	10l/min 80kN/m²	10l/min 80kN/m²	12.5l/min 30kN/m²	100l/min 100kN/m²		
Protegido contra objetos sólidos de un diámetro mayor de 50 mm. 1	IP 10	IP 11	IP 12	IP 13					
Protegido contra objetos sólidos de un diámetro mayor de 12 mm. 2	IP 20	IP 21	IP 22	IP 23					
Protegido contra objetos sólidos de un diámetro mayor de 2.5 mm. 3	IP 30	IP 31	IP 32	IP 33	IP 34				
Protegido contra objetos sólidos de un diámetro mayor de 1.0 mm. 4	IP 40	IP 41	IP 42	IP 43	IP 44	IP 45	IP 46		
Protegido contra el polvo. 5					IP 54	IP 55	IP 56		
Libre contra el polvo. 6						IP 65	IP 66	IP 67	IP 68

Imagen 37. Significado de cada cifra en la norma de seguridad IP. Fuente: Extracto de documento PDF de Eldon, en www.centroelectrico.com (2012).

NEMA/IP	IP 23	IP 30	IP 55	IP 64	IP65	IP66	IP67
1	X						
2		X					
3				X			
4						X	
4X						X	
6							X
12			X		X		
13					X		

Imagen 38. Comparación cruzada entre NEMA e IP. Fuente: TEC Electronica, filial del grupo TOSHIBA (2002). Estándares de protección "IP" y "NEMA". Publicación interna, p.4

es probable que esto no alcance a ser llevado a cabo en el período del proyecto de título, pero si en una segunda etapa de pruebas, con el producto definitivo y que sean desarrolladas de manera interna dentro del Centro de Energía.

CAPÍTULO 3: **Fundamentación del proyecto**

3.1 Definición del problema

El Centro de Energía tiene miras a ampliar el desarrollo de vehículos eléctricos, pensando en resolver problemáticas asociadas a las micro-redes en comunidades aisladas, que pueden ser usadas en sí mismas como escenarios experimentales para este desarrollo tecnológico. Sin embargo, los vehículos que se busca desarrollar están orientados a la innovación, como es el caso de un vehículo eléctrico tipo V2G en este proyecto. Por eso, tienen características eléctricas nuevas, que se ven reflejadas en los tipos y cantidad de señales de datos (señales débiles) o de potencia (señales fuertes) que necesitan transmitir. Por esta razón, los conectores para EV estándar en el mercado no son útiles.

Por otro lado se tiene la opción de que, estos vehículos sean alimentados por conectores eléctricos industriales, habitacionales o de electrónica, que a pesar de haber sido diseñados para otros contextos, son una alternativa existente para conectar todos los tipos de señales requeridas. Sin embargo, esto obliga a hacer las conexiones de datos y de potencia por separado. Para un especialista del área esto puede no tener complejidad, pero se trata de vehículos que serán utilizados en comunidades aisladas, la mayoría rurales, donde se carece de personas capacitadas con conocimientos de vehículos electromóviles, lo que deriva en el aumento del riesgo de cometer errores, que pueden afectar negativamente al usuario, y al sistema eléctrico del vehículo, que por ser experimental es de un alto costo de reemplazo. Esto potenciado además, porque se espera que el cobertizo del vehículo sea utilizado como taller de reparación y mantenimiento, donde ocurren muchas actividades simultáneas. Si la tarea de energizar el vehículo se hace de modo complejo, podría desviar la atención del encargado y ser perjudicial para su integridad.

Finalmente, incorporar forzosamente en vehículos eléctricos, conectores que no están hechos para ello, conlleva a problemas de interpretación en el uso del punto de carga y provoca disociaciones para el usuario, ya sea en un nivel estético en relación a los elementos que conforman el conjunto, o bien a nivel indicativo en los gestos, posturas y movimientos que pueden guiar de manera equívoca la forma de los conectores introducidos, o incluso en un nivel simbólico, pudiendo ser percibidos como elementos que simplemente no corresponden al contexto cultural que envuelve al punto de carga.

Oportunidad de Diseño

Se detecta la oportunidad de intervención de diseño, en el desarrollo de un conector para vehículos eléctricos de carácter experimental, que permita a usuarios inexpertos conectar señales de datos y de potencia de manera sencilla, eliminando los posibles errores en su manipulación, convirtiéndolo así en algo seguro tanto para el sistema eléctrico como para la persona, que en definitiva, posea un lenguaje coherente con el uso de un vehículo eléctrico.

3.2 Formulación de los objetivos del proyecto

Objetivo general

Diseñar un conector eléctrico para un vehículo tipo V2G, que permita conectar señales de datos y de potencia, para ser utilizado por usuarios inexpertos.

Objetivos específicos

1. Diferenciar las características de los vehículos eléctricos, para identificar las particularidades del tipo V2G, que marcan la línea de desarrollo del conector.
2. Caracterizar al usuario experto en el uso de conectores eléctricos, para tener una referencia por comparación de los usuarios inexpertos.
3. Integrar la conexión de las señales de datos y potencia en un solo proceso, para facilitar el uso del conector enfocando la atención del usuario en una única actividad.

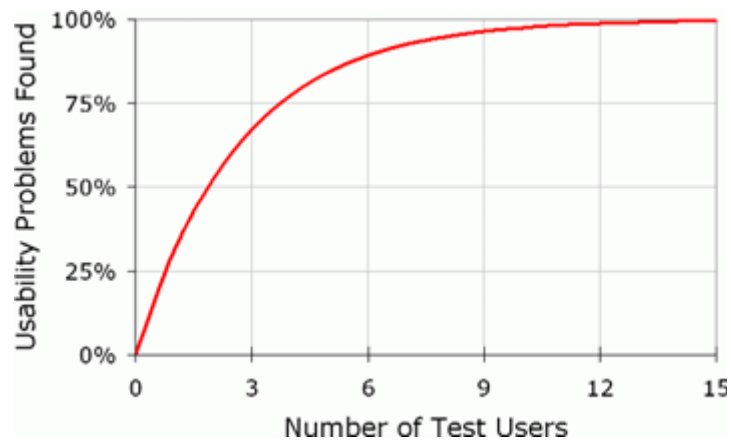
CAPÍTULO 4:

Propuesta concep- tual y formal

4.1 Evaluación de referentes funcionales

A continuación se expondrán las pruebas realizadas a los conectores referenciales, que de acuerdo a las recomendaciones extraídas desde la ISO 9241-11 (declaradas en el apartado 2.4), constan como pruebas empíricas para medir el nivel de usabilidad (o “utilizabilidad”) que tienen los actuales conectores eléctricos. Construyendo así, un marco de referencia para cotejar los aspectos mejorables en la propuesta de diseño del proyecto.

Para definir la cantidad de usuarios a testear, se toman los postulados de Jakob Nielsen y Thomas Landauer, quienes han estudiado el tema de la usabilidad, y entre otras cosas, han definido una curva para clarificar la identificación de problemáticas de uso de acuerdo a la cantidad de personas usadas en el test.



Este gráfico expone que el 75% de los problemas asociados al uso, se evidencian con los primeros 5 usuarios testeados, y que la cantidad de personas necesarias para detectar el 100% de problemas asciende de manera exponencial de ahí en adelante³³. De acuerdo a esto, a partir del tercer usuario de prueba ya se conocen la mayoría de problemas de usabilidad, y mientras más pruebas se hagan, menos se irá conociendo, ya que los problemas y errores empiezan a ser repetitivos, por tanto proponen que después del quinceavo usuario, las pruebas arrojarán muy poca información nueva y sería tiempo perdido. Por esto, se consideran para las siguientes pruebas, una cantidad de 5 personas testeadas, esperando captar alrededor del 75 por ciento de los problemas asociados al uso.

De las 24 categorías de conectores referenciales, seleccionadas en el apartado 2.2, fue posible acceder a 20 ejemplares, es decir un 83% del total, para ser sometidos a las pruebas de uso.

³³ Nielsen, Jakob y Landauer, Thomas, “A mathematical model of the finding of usability problems,” en Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference (Amsterdam, The Netherlands, 24-29 April 1993), pp. 206-213.

ACCESO A CONECTORES SOMETIDOS AL TEST

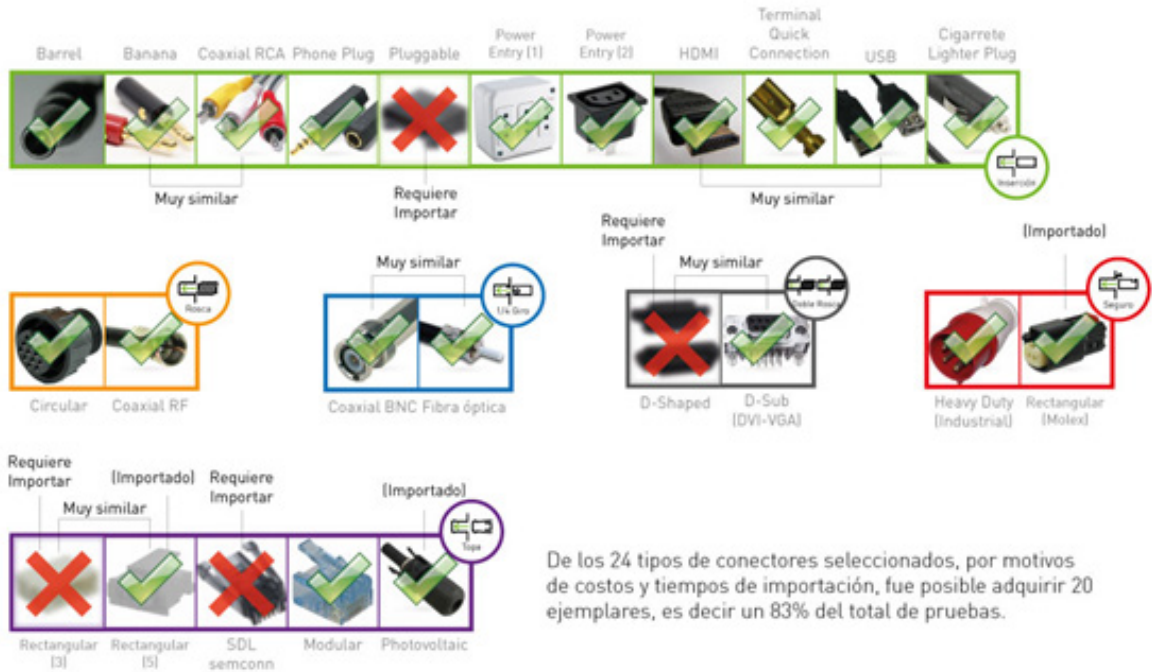


Imagen 39. Total de conectores a los que fue posible acceder para las pruebas.
Fuente: elaboración propia.

Durante el tiempo requerido para conseguir estos conectores, se realizó una prueba de uso preliminar, para hacer las primeras observaciones de la interacción de los usuarios, y tener una aproximación a las problemáticas que presentan los actuales conectores eléctricos.



De estas pruebas se extrae una serie de datos, que empiezan a esclarecer el panorama de problemáticas asociadas al uso de conectores, y se explican en el siguiente esquema.

Imagen 40. Set de pruebas preliminares.
Fuente: elaboración propia.

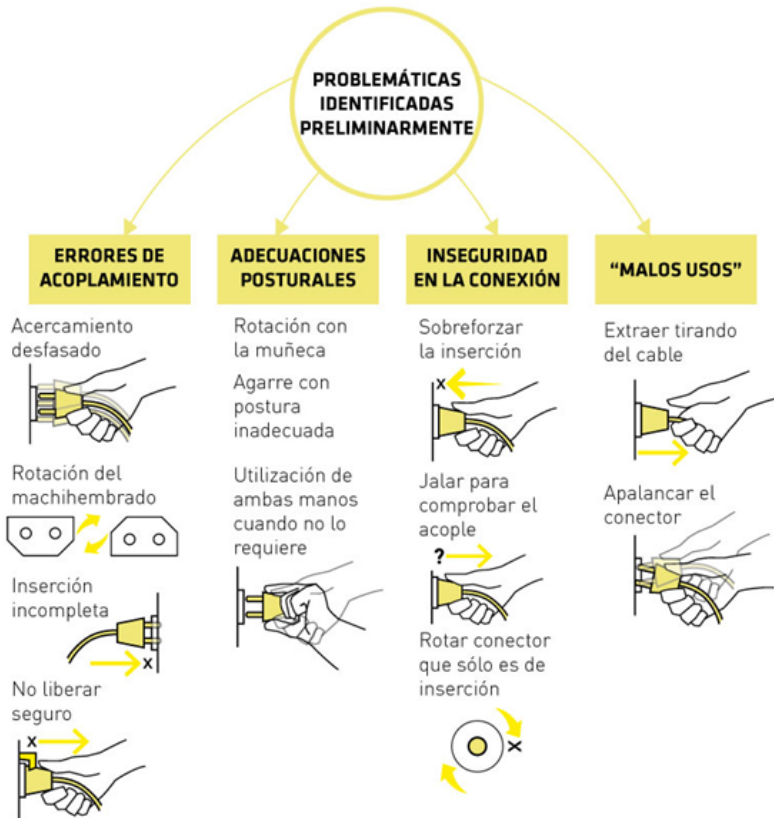


Imagen 41. Primeras problemáticas detectadas asociadas al uso de los conectores.
Fuente: elaboración propia.

Con estas problemáticas en consideración, se inician las pruebas válidas #2, con los 20 ejemplares de los conectores de referencia. Para la realización de estas pruebas, se construye un set, que cuenta con las características requeridas del equipo de testeo según la ISO 9241-11, declaradas en el apartado 2.4.

SET DE PRUEBAS PARA CONECTORES ELÉCTRICOS



Imagen 42. Set de pruebas para evaluar los conectores.
Fuente: elaboración propia.



Con un total de 5 usuarios expertos y 5 inexpertos, probando 20 conectores, con 5 intentos para cada uno por usuario, fueron un total de 1000 pruebas registradas en video y posteriormente analizadas. Para ordenar la información arrojada por las pruebas de uso, se construye una ficha de evaluación, donde registrar los datos observados en cada uno de los usuarios testeados. Esta ficha se desarrolla a partir de las problemáticas observadas en las pruebas preliminares, junto con las recomendaciones de la ISO 9241-11 para evaluar eficiencia, eficacia y satisfacción de uso (ver el detalle

Imagen 43. Sujetos de prueba durante las pruebas de uso.
Fuente: elaboración propia.

de la ficha de evaluación de utilizabilidad en anexos).


En definitiva, las pruebas de uso consistieron en cinco intentos de conectar y desconectar cada uno de los conectores seleccionados, proceso en el cual se evalúa la eficacia del conector, en tanto que éste presente la menor cantidad de problemáticas de uso. Las problemáticas son errores en el acoplamiento, adecuaciones posturales, problemas de percepción y malos usos, que fueron detectados en las pruebas preliminares y posteriormente afinados en la siguiente tabla (para ver la ficha de evaluación completa ver anexos).

		Intentos: 1	2	3	4	5	cantidad Total
Errores Acoplamiento	Acercamiento desfasado						
	Rotación machihembrado						
	Inserción incompleta						
	No liberar el seguro						
	Hace más de un intento						
	Se da por vencido						
Adecuaciones Posturales	Rotación de la muñeca						
	Agarre inadecuado						
	Necesita mira el conector nuevamente						
	Utilización forzada de ambas manos						
Problemas Percepción	Sobreforzar la inserción						
	Jalar luego de conectar						
	Rotar parte del conector que no lo requiere						
Malos Usos	Jalar del cable						
	Apalancamiento del conector volante						

Imagen 44. Problemáticas en el uso evaluadas en las pruebas válidas.
Fuente: elaboración propia.

Junto con lo anterior, con esta ficha también se evalúa la eficiencia de los conectores, de acuerdo a la cantidad de pasos requeridos para desarrollar la tarea de inicio a fin, la cantidad total de problemáticas observadas y finalmente la cantidad de intentos logrados en el menor tiempo. Por último, el test evalúa la satisfacción de los usuarios, con una escala de agrado para cada conector, permitiéndole al usuario hacer una evaluación personal.

De 1 a 5
**¿Cuánto crees que este conector
facilita la realización de la
actividad?**




 1

2

3

4



 5

Imagen 45. Escala de agrado para medir la satisfacción de uso.
Fuente: elaboración propia.

Para cotejar esta información, los resultados se dividieron entre usuarios expertos e inexpertos, entendiendo que son los usuarios expertos, los que en el fondo, marcan la pauta de los tiempos óptimos para la tarea de conexión-desconexión, así como para la cantidad esperada de problemáticas de uso en cada tipo de conector. A continuación se muestra de manera gráfica los resultados más relevantes, utilizados para guiar las decisiones de diseño.



Al momento de empezar a interpretar la información, y haciendo el cruce con los comentarios de los participantes, es posible hacer algunas aseveraciones. En primer lugar, el usuario necesita sentir una retroalimentación al momento de realizar la inserción del conector, si el conector no se la indica, el usuario tiende a buscar métodos para confirmar aquello, entonces surgen movimientos inesperados, como giros de conectores que son únicamente de inserción, o jaladas de cables para verificar que el conector está bien asegurado.

En segundo lugar, se identifican los conectores de inserción, como los más eficientes, eficaces y satisfactorios de todo el universo de conectores evaluados. Es decir, que este modo de uso, es el mejor evaluado del conjunto, y por tanto sus parámetros pueden ser usados como referentes para analizar cuán mejor o peor es el desempeño de los demás conectores.

Imagen 46. Los conectores que presentaron más problemáticas de uso.

Fuente: elaboración propia.

MODO DE ACOPLAMIENTO MEJOR EVALUADO

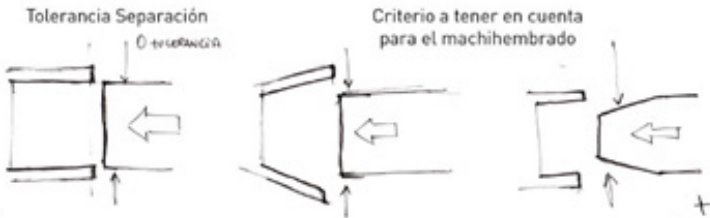


Inserción

Representan lo más eficiente, eficaz y satisfactorio entre el mundo de los conectores

Criterio a tener presente para el diseño del machihembrado:

TOLERANCIA ENTRE LAS PIEZAS DE ACOPLA INFLUYE EN EL PROBLEMA DE ACERCAMIENTO DESFASADO



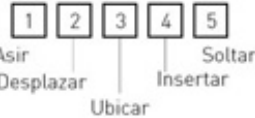
Tiempo máximo para conectar-desconectar:

Expertos: 10 segs

Inexpertos: 10 segs

Tienen la menor cantidad de pasos:

INSERTAR



EXTRAER



INSERTAR



EXTRAER



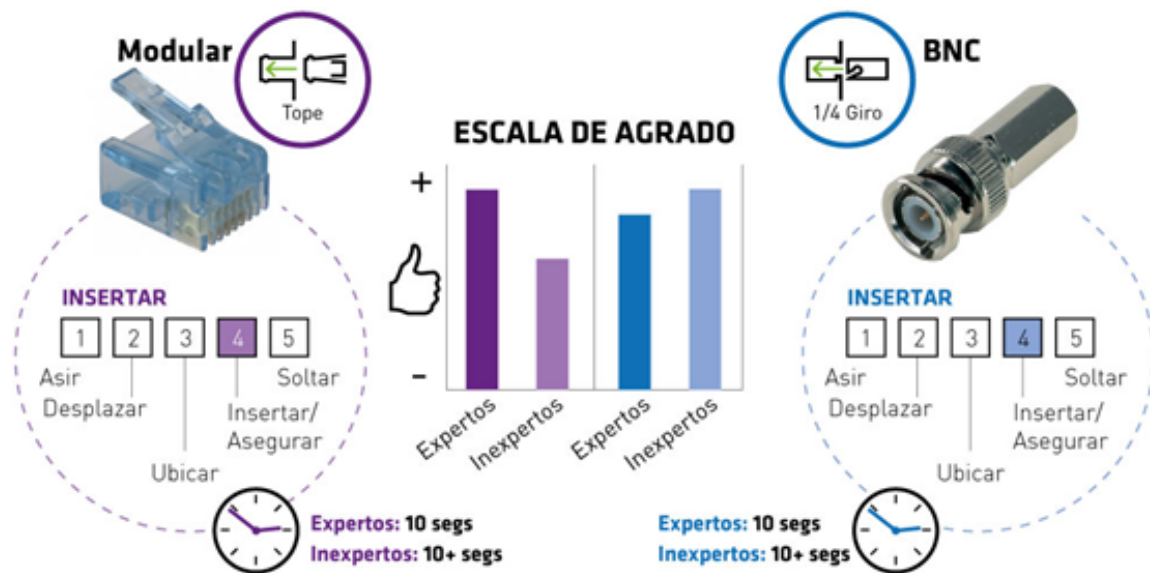
Imagen 47. Aspectos rescatados de los conectores de inserción después de las pruebas válidas. Fuente: elaboración propia.

Uno de los factores relevantes evidenciados, es que tanto usuarios expertos e inexpertos tardaron como máximo 10 segundos en llevar a cabo la tarea de conectar-desconectar los enchufes de inserción, por lo tanto se considera como un punto de referencia, para todos los demás conectores, que mientras más se acerquen a los 10 segundos la realización de su conexión-desconexión será más eficiente.

Hay que aclarar, que un requisito básico del conector para el vehículo V2G, es que permita que sus piezas se fijen a través de algún sistema de seguridad, por lo tanto no es posible partir del diseño de un conector de inserción, por eso sólo se toman como un punto de referencia.

Como ya se aclaró en el capítulo 2, las demás categorías de conectores que no son de inserción, difieren principalmente en los

sistemas que poseen para asegurar la fijación de sus partes, los que pueden involucrar distintas maneras de manipulación, por esta razón analizan por separado, ya que sus umbrales de eficacia y eficiencia son diferentes (ver detalles de los resultados en anexos). De esa otra parte de conectores evaluados, se destacan los de **tope** y **1/4 de giro** por ser los casos que presentaron menos problemáticas en su uso, y fueron evaluados como los más satisfactorios tanto por usuarios expertos como inexpertos.



Estos conectores, logran reducir la brecha de tiempo máximo de uso entre los usuarios inexpertos y los expertos, dejándolos casi igualados en los 10 segundos, por tanto se consideran como casos especiales que deben ser analizados en mayor profundidad. Al apreciar detenidamente cada tipo de conector, se evidencia que el modo de uso para la inserción, posee la misma cantidad de pasos que los conectores de inserción, lo que ayuda a entender cómo logran ser tan eficaces como los de inserción. Esto mismo explica también, por qué estos tipos de conectores son los que presentan menos problemáticas de uso, ya que luego de haber aprendido el modo operatorio en el primer intento, los usuarios realizan los demás sin complicaciones.

Por su parte, la satisfacción de los usuarios fue notoriamente mayor con los conectores Modular y BNC, lo que también se atribuye a lo recién mencionado, sin embargo hay que diferenciar, que en el caso del conector de 1/4 de giro, la satisfacción por parte de los usuarios inexpertos fue mejor evaluada, lo que puede ser interpretado, como que el conector coaxial BNC tiene un modo de acoplamiento de rápido aprendizaje que facilita el uso a quienes no lo conocen ni lo han usado previamente.

Imagen 48. Conectores mejor evaluados en pruebas válidas. Fuente: elaboración propia.

Por esta razón, se toma el conector de tipo 1/4 de giro como el referente de uso más potente, que en alguna medida puede ser tomado como base para el funcionamiento sencillo que requiere el conector eléctrico para el vehículo V2G.

a. Inserción

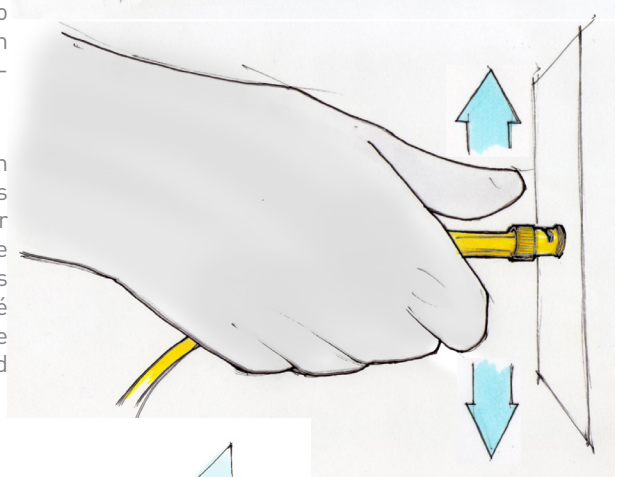
El proceso de acoplamiento de los conectores denominados como 1/4 de giro, consta de 5 pasos en la inserción, y sólo de 4 en la desconexión.

Siendo el modo operatorio con menor cantidad de pasos de los analizados, lo que podría explicar en parte, por qué este conector fue uno de los que presentó menos problemáticas de uso, y por qué los usuarios aprueban este tipo de conector como el de más facilidad de uso.

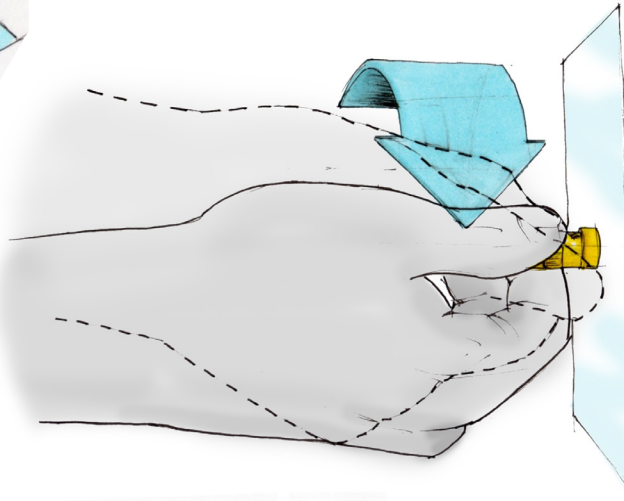


1 Asir

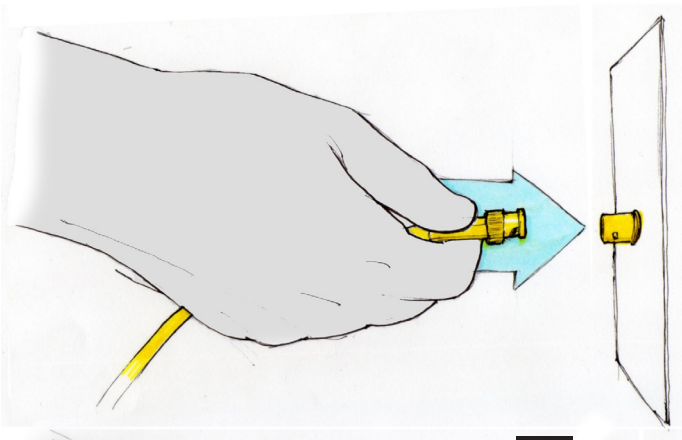
2 Desplazar



Liberar 5



Girar/Insertar 4



Ubicar 3

1 GIRO

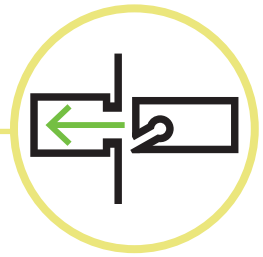
=

a. Insertar + Asegurar

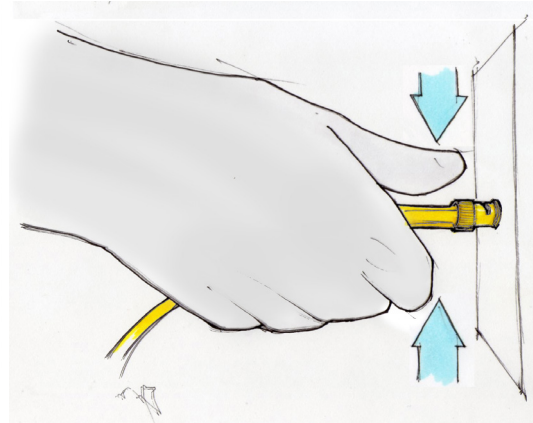
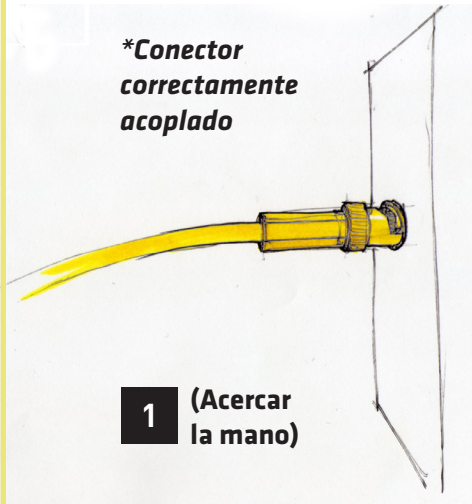
b. Extraer + Liberar seguro

Este sistema, permite ahorrar pasos combinando tareas en un solo movimiento, gracias al sistema de giro.

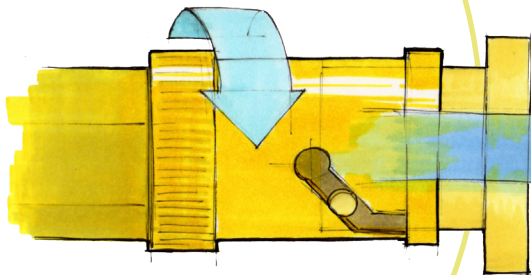
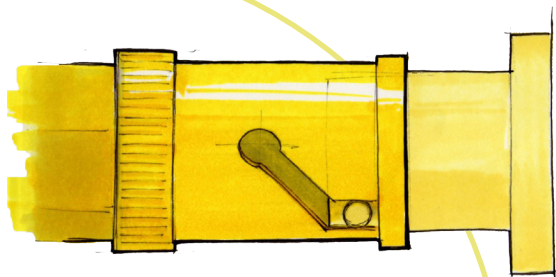
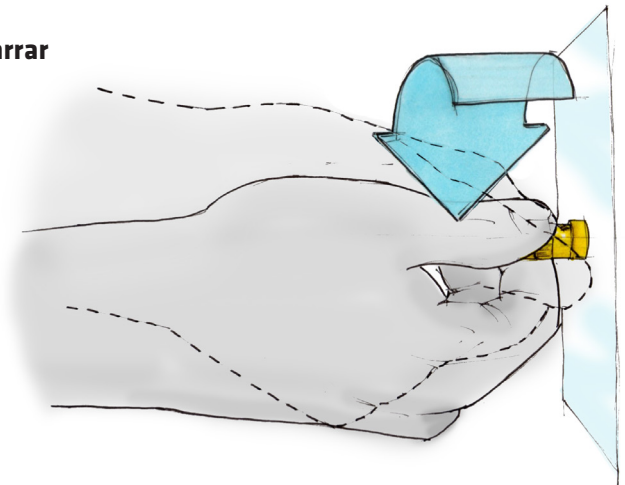
MODO OPERATORIO DEL CONECTOR 1/4 DE GIRO



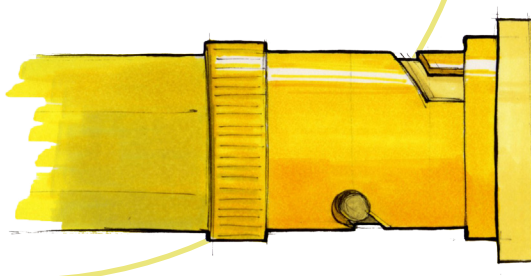
b. Extracción



2 Agarrar



3 Girar/Jalar



4 Soltar



Un dato muy relevante levantado en las pruebas, es que el conector que presentó mayores problemáticas asociadas al uso, y que tuvo peaks de tiempo que se dispararon del resto de conectores, es el conector de fibra óptica “Pigtail”. Este caso particular de conector, mostró resultados irregulares a lo largo del test, tanto con usuarios expertos como inexpertos, ya que la cantidad de problemáticas obtenidas fue superior a la de cualquier otro conector testado, además éstas se presentaron en algunos casos, en el cuarto o quinto intento, dejando claro que uno de sus problemas es que el modo operatorio no depende del aprendizaje previo.

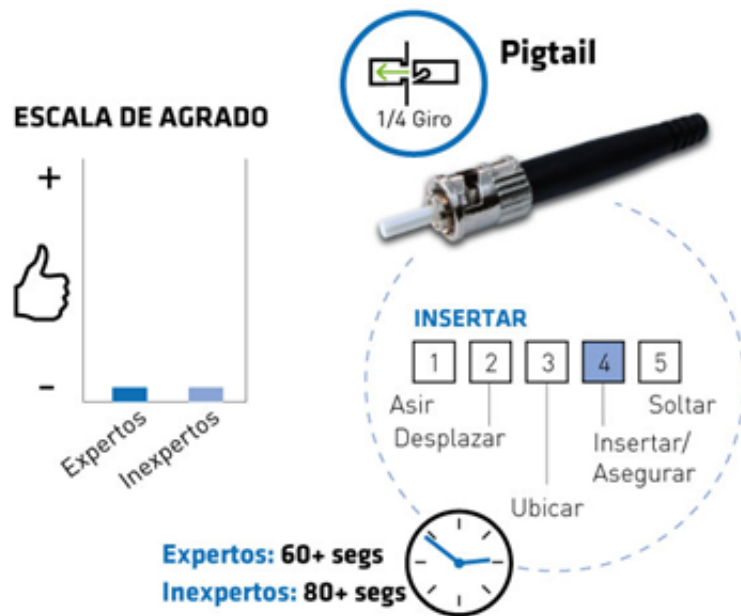


Imagen 49. El irregular caso del conector Pigtail.
Fuente: elaboración propia.

Entonces, los resultados observados en el conector Pigtail se contradicen con el modo de acoplamiento del 1/4 de giro, que aparentemente es el de más fácil uso. La explicación para esto, guarda relación con la necesidad de ubicar el machihembra en una única posición, ya que como se muestra a continuación, este conector posee un sistema de guía para orientar el eje de inserción al usuario, pero que no logra ser percibido fácilmente.

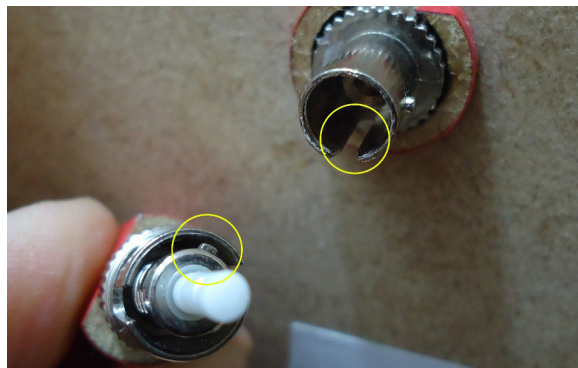
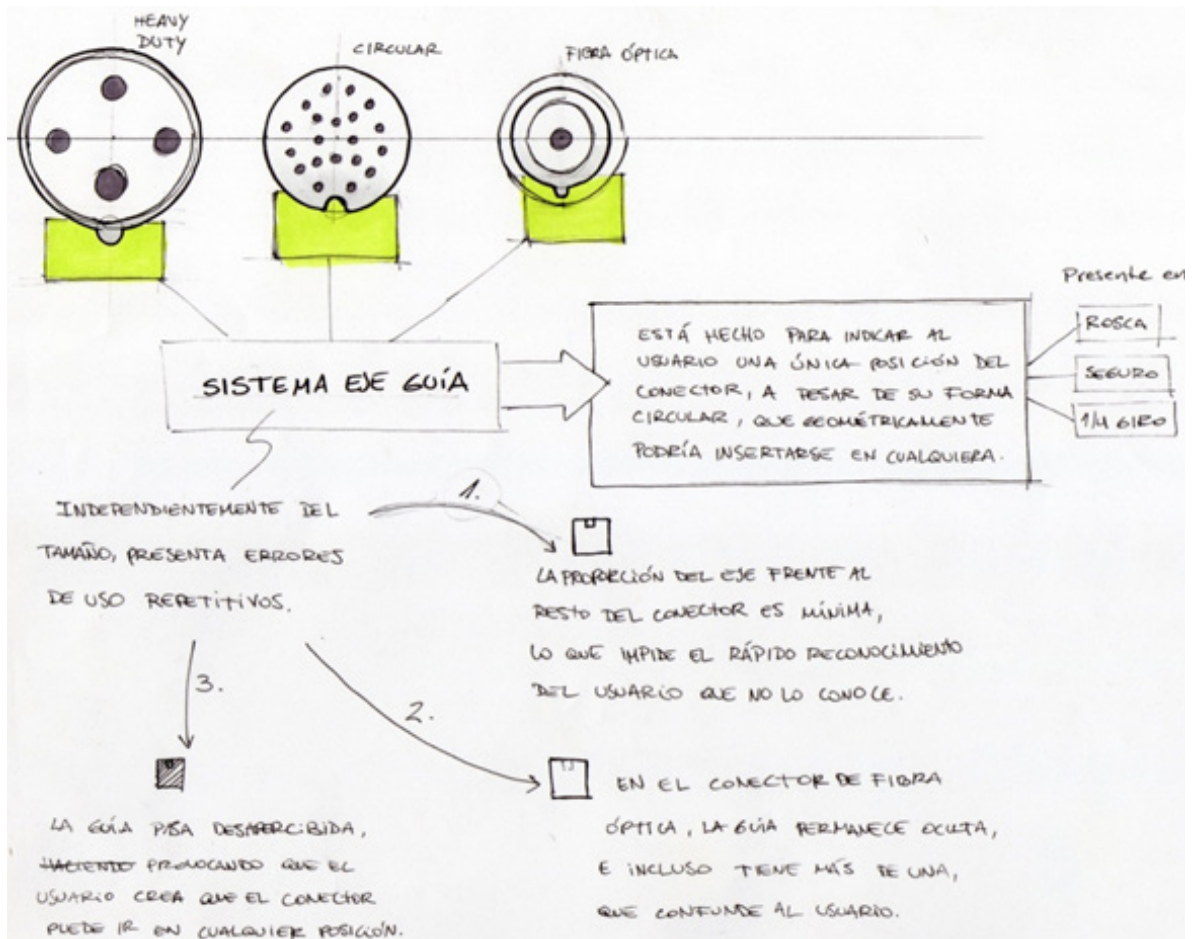


Imagen 50. Guía oculta en el conector Pigtail.
Fuente: elaboración propia..



Como se muestra en la imagen, el sistema de guía a través de un eje está presente en distintos conectores, los que a pesar de tener distintos tamaños, presentan reiteradas veces el mismo problema. Esto puede deberse a que el eje es muy pequeño en comparación al resto del conector, lo que impide el rápido reconocimiento al usuario que lo desconoce; o bien a que la guía simplemente permanece oculta, como es el caso del conector de fibra óptica Pigtail, por lo que si el usuario no lo observa minuciosamente, simplemente no lo notará; e incluso, puede ser que por un indicación débil, el eje pasa inadvertido, provocando que el usuario crea que el machihembrado puede unirse en cualquier posición.

Identificar un buen método de asistencia al usuario es crucial para el diseño del conector, ya que los pines del enchufe 3P+T que deben ser integrados en el producto, tienen una posición única, es decir, que es fundamental obtener información sobre la manera más apropiada de indicarle al usuario la posición en que debe ubicar el machihembrado, ya que es un requerimiento del proyecto,

Imagen 51. Problemas asociados al sistema de guía con eje.
Fuente: elaboración propia.

y dados los objetivos del proyecto, debe ser resuelto de la manera más intuitiva posible.

Se decide entonces, realizar una nueva sesión de pruebas de uso, teniendo como marco de comparación las mismas pruebas válidas #2, pero esta vez, enfocadas a resolver el problema de la asistencia al usuario para captar la posición única que requiere el conector Pigtail, bajo la lógica de que, si se logran resolver los problemas presentes este conector que funciona con el modo de acoplamiento mejor evaluado de todos (1/4 de giro), significa que se ha comprendido de manera íntegra su modo de funcionamiento, y por tanto ya podrán iniciarse las propuesta de diseño para el conector del vehículo V2G con este concepto.

Para esto 7 usuarios inexpertos se sometieron a prueba, usando 4 prototipos con distintas maneras de indicar la posición, principalmente a través de simetrías, determinadas a partir de la observación y el análisis de los datos de las pruebas anteriores, éstos son:

- Señal de asistencia con punto: De acuerdo a las pruebas preliminares, los usuarios tienden a ubicar hacia arriba los conectores con algún punto indicativo (como puede ser un led).
- Correspondencia formal: Bajo la hipótesis de que la simetría en un solo eje es la que mejor guía la posición del conector, se busca despejar cuál de los dos sentidos (horizontal o vertical) guía mejor que el otro.
- Correspondencia formal confusa: Siguiendo la línea de la simetría, se espera forzar el error de los usuarios, con una doble simetría, que de acuerdo a las observaciones anteriores, es un método equívoco de indicación.

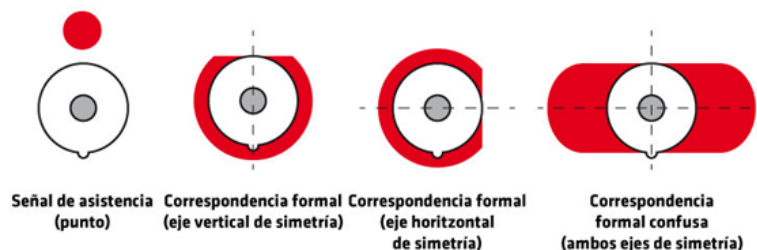


Imagen 52. Simetrías para las pruebas válidas #3.
Fuente: elaboración propia.



Imagen 53. Imágenes de pruebas válidas #3.
Fuente: elaboración propia.

Dentro de los resultados de la prueba, se resalta que la cantidad de problemas asociados al uso, fue relativamente equilibrada en todos los usuarios testeados, y también el hecho satisfactorio de que la hipótesis planteada sobre las simetrías fue acertada. Entonces, en virtud de que más o menos todos los prototipos tuvieron la misma cantidad de problemas, los factores decisivos fueron la medición de facilidad de uso, junto con el tiempo requerido para desarrollar la actividad, que sí fue evidentemente distinta. En la siguiente imagen se muestra de manera esquemática los resultados relevantes para la toma de decisiones en el proyecto.

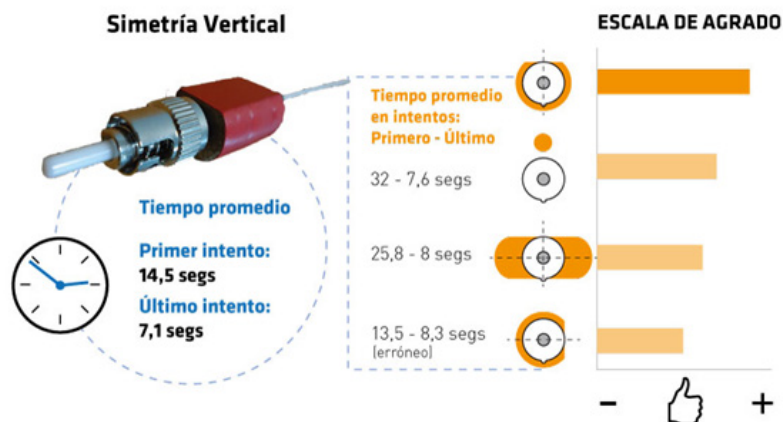


Imagen 54. Resultados relevantes de las pruebas válidas #3.
Fuente: elaboración propia.

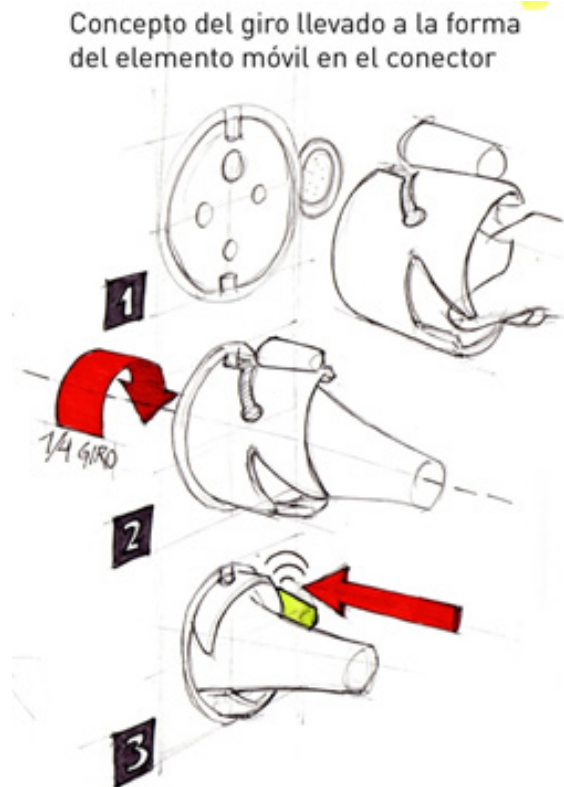
Con estos resultados y junto con las declaraciones de los usuarios de prueba, es posible hacer algunas conclusiones:

- Más que el eje de simetría, es importante que la guía de inserción, no se oculte al momento del uso del conector, ya sea tapado por alguna parte del conector, o bien por la misma mano del usuario.
 - Los usuarios perciben la guía primero visualmente antes que táctilmente.
 - Es preferible no usar el eje de simetría horizontal, ya que el usuario puede no percibir su orientación por taparlo sin darse cuenta.
 - A algunos usuarios les gusta el doble eje de simetría como guía, ya que les da una posibilidad cerrada de conexión, A o B, mismo motivo porque a otros les desagrada.
 - Algunos usuarios perciben rápidamente la señal de asistencia (punto), mientras otros lo tapan con su mano.
- A partir de este momento, se considera levantada la información esencial para iniciar el proceso de diseño puro, desarrollando y explorando alternativas para el conector para el vehículo eléctrico tipo V2G, que serán expuestas en el siguiente capítulo.

4.2 Desarrollo y exploración de alternativas conceptuales

La propuesta de diseño, comienza buscando plasmar el concepto del modo de acoplamiento de 1/4 de giro en la forma del conector, por eso desde ya se piensa en el conector como un conjunto de una pieza fija y otra móvil, que permita trasladar el modo operatorio observado, que es mayoritariamente de dedos, hacia uno en que la rotación es realizada por un movimiento de muñeca.

Primeras exploraciones formales:



Las primeras ideas dejan ver, la concepción rígida del conector como un producto constituido por un asa en forma de mango, a la que se le adosa un anillo giratorio. Este pre-concepto, es producido por la forma imperante de los conectores actuales, donde todos cuentan con una manilla para ser manipulados.

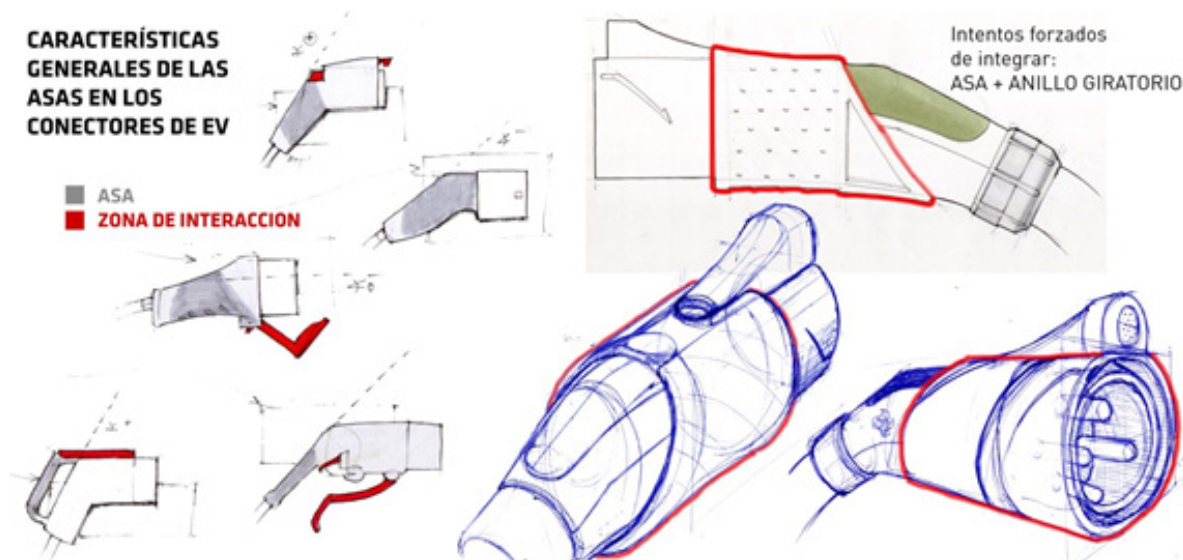
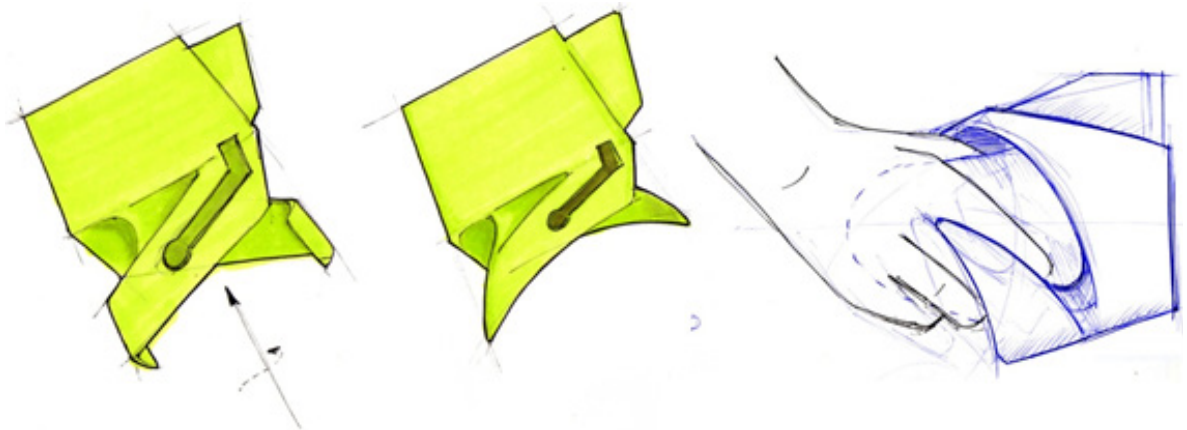


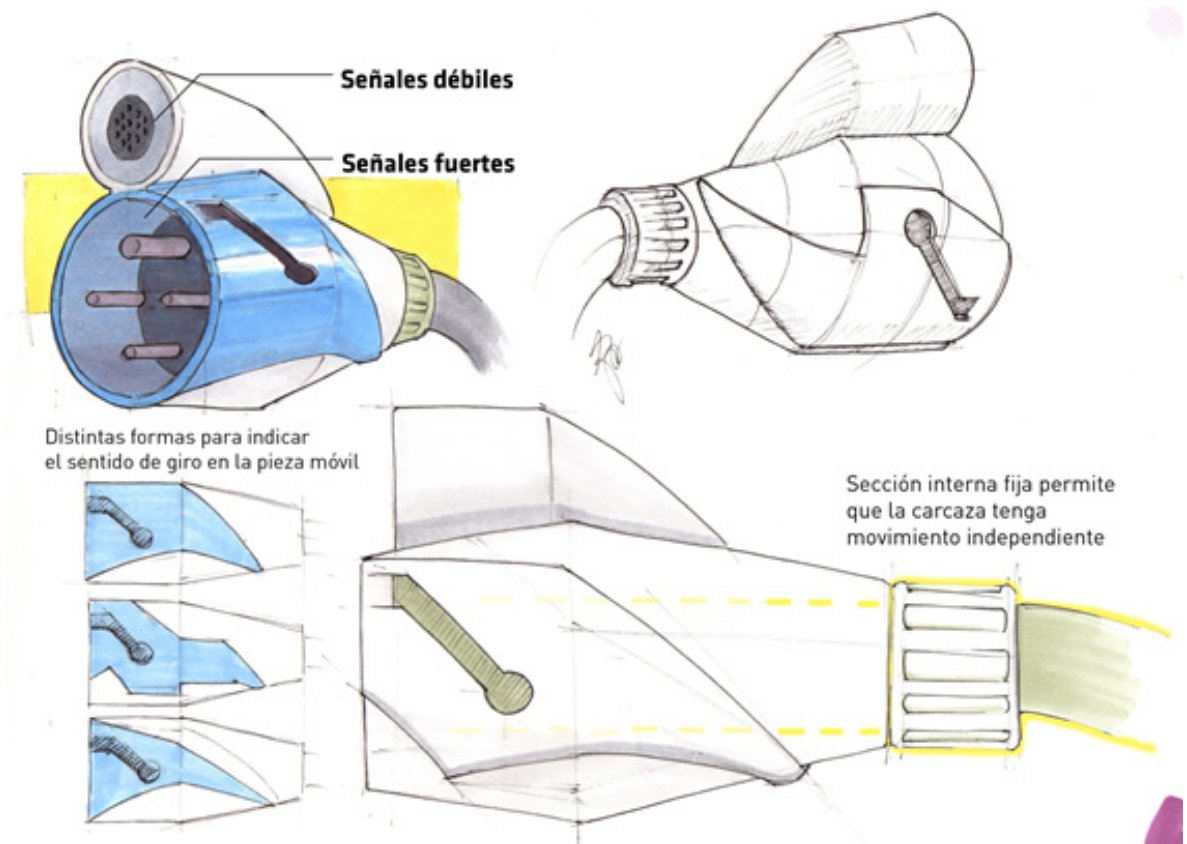
Imagen 57. Intentos de integrar por separado el asa y el anillo giratorio.
Fuente: elaboración propia.

En la imagen se aprecian, las características formales de las asas en los actuales conectores de vehículos eléctricos, en los que es evidente que la manilla constituye gran parte del cuerpo del conector. Esto sucede básicamente porque todos los conectores actuales de EV, tienen un modo de acoplamiento sólo de inserción, por lo que requieren enfocar la manipulación del usuario sólo en empujar, o en algunos casos realizar otras pequeñas actividades, como levantar alguna tapa, o jalar un gatillo. Sin embargo, la propuesta del proyecto apunta a diseñar desde el usuario, eso exige, que la forma responda al movimiento que requiere el modo de acoplamiento del 1/4 de giro seleccionado por las mismas personas. Por eso, conforme avanza la investigación el pre-concepto del asa-manilla se va desvaneciendo, y se dejan atrás ideas como las de la imagen anterior, donde se muestran intentos forzados en los que se trata incoherentemente de integrar un mango con un elemento de giro por separado, cuando éstos debiesen ser un único elemento, es decir, el asa debe ser en sí misma el elemento que permite hacer el movimiento del 1/4 de giro.



De esta manera se explora en posibilidades de forma, buscando comunicar visualmente que el conector tiene un movimiento de rotación.

Imagen 58. Exploraciones formales a través del concepto del giro.
Fuente: elaboración propia.



Se llega a los primeros bocetos del conector, integrando las señales de datos y de potencia en un único conjunto, que prescinde de mango como elemento independiente, sino que se contempla toda la carcasa como asa que puede ser manipulada para lograr el movimiento de rotación. Junto con esto, además se representa la primera idea de integrar el conector de señales débiles, a través de

Imagen 59. Primeros sketches del conector integrando señales débiles y fuertes.
Fuente: elaboración propia.

una unión tangencial con el conector de potencia, esperando que de alguna manera el conector más pequeño, pueda corresponder al movimiento de 1/4 de giro formando parte del sistema de fijación que se produce cuando la rotación del conector se completa.

Con esto en cuenta, ya se tiene una noción de dónde o cómo podría ubicarse el conector de datos, sin embargo se requiere un método que permita que su acoplamiento no interrumpa el proceso fluido del 1/4 de giro. Para esto, se rescata una tendencia observada en algunos productos actuales, de conectores que aprovechan el magnetismo como método de facilitación del uso. Es el caso de Apple con su conector “MagSafe”, el que ya en su tercera versión es un exponente del uso del magnetismo como medio de asistencia al usuario, y de seguridad para el equipo. Por otro lado, incluso en conectores no eléctricos, como es el caso de la pieza de unión de correas de los cascos Nutcase, se aprecia el aprovechamiento del magnetismo para automatizar un proceso muy corto, que marca detalles en el uso de su producto.



Imagen 60. Referentes de conectores magnéticos.
Fuente: elaboración propia..

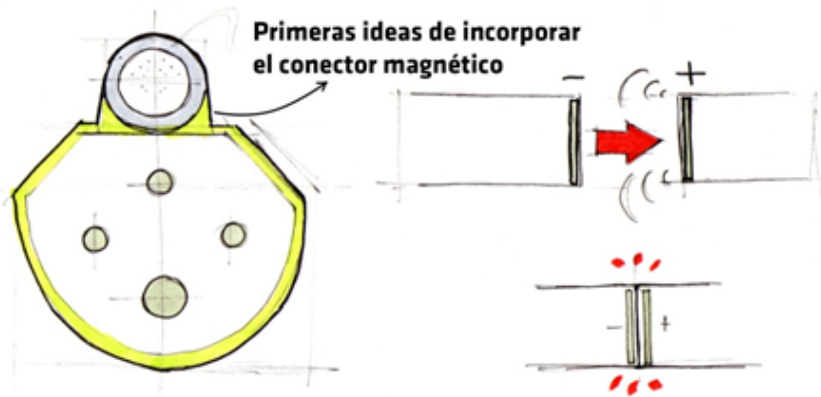


Imagen 61. Exploración con el conector imantado.
Fuente: elaboración propia.

En función de aquello, se plantea la posibilidad de utilizar imanes, para que el conector de datos pueda ser acoplado de manera automática una vez efectuado el movimiento de rotación del 1/4 de giro del conector de potencia. Para poder pasar a evaluar las reales posibilidades de llevar esto a cabo, es necesario poner a prueba todas las ideas propuestas hasta ahora en papel, a través de la realización de prototipos de estudio.

Por eso a continuación, se muestran los prototipos desarrollados para evaluar las distintas propuestas planteadas, con un enfoque analítico en cada uno, es decir, que con cada prototipo se busca evaluar alguna característica específica del diseño del conector.

4.3 Desarrollo de prototipos de estudio

El desarrollo de prototipos parte poniendo a prueba, la relación entre el producto y la mano, para observar cómo se comporta el movimiento del 1/4 de giro en esta nueva escala, y al mismo tiempo para analizar la relación háptica que se da entre el volumen y el usuario, esto es, observar por ejemplo cuán grande debe ser la zona de agarre, qué tan cómodo resulta el giro, e incluso visualizar cómo debiese verse el conector receptor.



Imagen 62. Exploración en el giro a escala 1:1 con la mano.
Fuente: elaboración propia..

Con esto, se libera la duda de si el movimiento de giro en esta escala sería incómodo o molesto, sin embargo aún es necesario comprobar si el mecanismo puede ser utilizado a mayor escala, por eso se construyen prototipos de pvc, para evaluar el mecanismo con ángulos de 45, 30 y 60 grados, esperando obtener con alguno, un movimiento fluido de rotación.

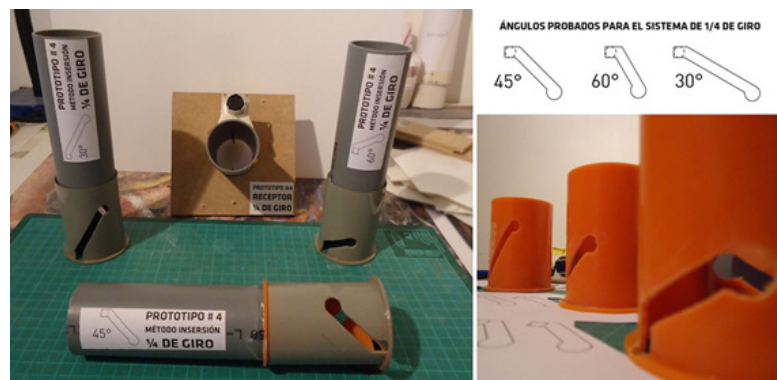


Imagen 63. Prototipos de prueba para el sistema de giro con distintos ángulos.
Fuente: elaboración propia.

De estos modelos, se comprobó que el mecanismo con 45° resulta ideal, pues el de 30° requiere más fuerza de empuje que rotacional, mientras que el de 60°, a pesar de ser bastante cómodo, se descarta por tener un movimiento muy corto, que exige mayor fuerza rotacional que el de 30°.

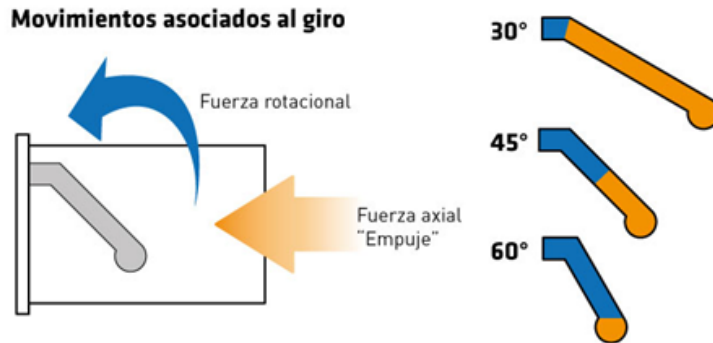


Imagen 64. Resultados observados en los prototipos de ángulos. Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, al mismo tiempo en que se prueba los prototipos para el mecanismo del 1/4 de giro recién mostrados, se pone a prueba la conexión por magnetismo para el conector de señales débiles. Primeramente se toma el conector Pigtail, y se le agregan imanes de neodimio alrededor, para ver si la fuerza magnética era capaz de asistir el posicionamiento del machihembrado a medida que las piezas se acercaban.



Imagen 65. Primeras pruebas con imanes en el conector. Fuente: elaboración propia.

Sin embargo los resultados no fueron los esperados, ya que los imanes no logran ubicar el machihembrado en la posición correcta, pero aún queda la opción de que pueda unirlos, una vez que el machihembrado se encuentra frente a frente. Para comprobar esto, se utiliza un conector circular, similar al requerido para el vehículo, y se unen a piezas metálicas junto a una serie de imanes de neodimio alrededor, y se prueba si son capaces de conectar automáticamente el conector una vez alcanzada cierta proximidad.

Imagen 66. Exploraciones en la conexión imantada.
Fuente: elaboración propia.



El prototipo demuestra que efectivamente los imanes pueden asistir la conexión, siempre y cuando los conectores hembra y macho se encuentren frente a frente, y además se rescata el hecho de que, por la polaridad, se unen sólo si el conector se encuentra en una única posición con el receptor.

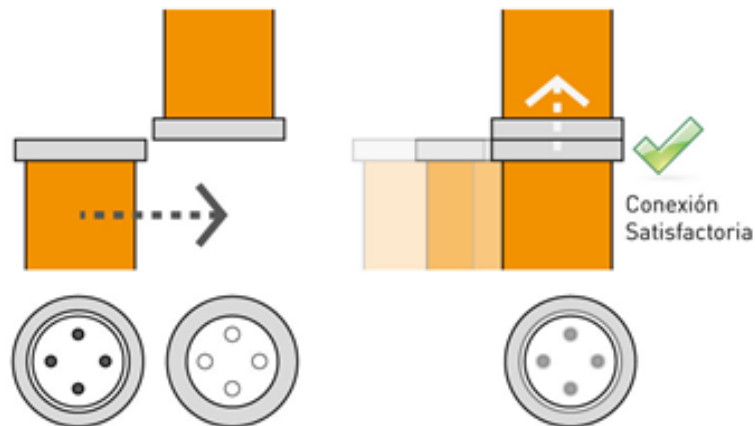


Imagen 67. Esquema conexión satisfactoria.
Fuente: elaboración propia.

Siguiendo con la idea rescatada del conector MagSafe, se comprueba satisfactoriamente si a nivel eléctrico, los pines permiten el traspaso de energía con el contacto que les permite tener la unión magnética.



Imagen 68. Comprobando la conexión eléctrica en el conector de datos imantado.
Fuente: elaboración propia.

Con la seguridad de que este método es efectivo, se pasa a un proceso de estudio, de la manera en que el conector de datos puede ser integrado junto al de potencia, aprovechando la conexión magnética como apoyo al movimiento de giro. Para esto se toman los mismos prototipos ya fabricados, junto con la aplicación de materiales de rápido acceso, y se construyen modelos de prueba sencillos, que permiten observar el proceso de conexión con ambos conectores a la vez.



Imagen 69. Secuencia esperada para integrar los conectores.
Fuente: elaboración propia.

De este análisis se saca en limpio, que una buena manera de integrar el conector de datos, es permitiendo su conexión al final del 1/4 de giro, es decir, que una vez realizado el movimiento de rotación del conector de potencia, el conector de señales débiles se inserte por acción de la fuerza magnética. Lo mismo al momento de la extracción, pero en este caso, lo primero que habría que realizar es la desconexión de las señales débiles, y a continuación la realización del giro para extraer el conector de potencia, tal como muestra la imagen anterior.

Como alternativas, se proponen dos medios en los que esta secuencia se puede llevar a cabo, y es a través de movimientos de palanca (abstraídos desde el MagSafe de Mac), que permitan liberar la unión magnética lo suficiente para efectuar la rotación del resto del conjunto. Se concentra el trabajo en lograr que sea la desconexión del conector, la que se pueda realizar de manera fluida, ya que por las pruebas anteriores, se tiene conocimiento de que la inserción por magnetismo se hará automáticamente una vez que las partes estén frente a frente.

EXPLORANDO MODOS DE INTEGRAR EL CONECTOR DE DATOS AL MOVIMIENTO DE 1/4 DE GIRO

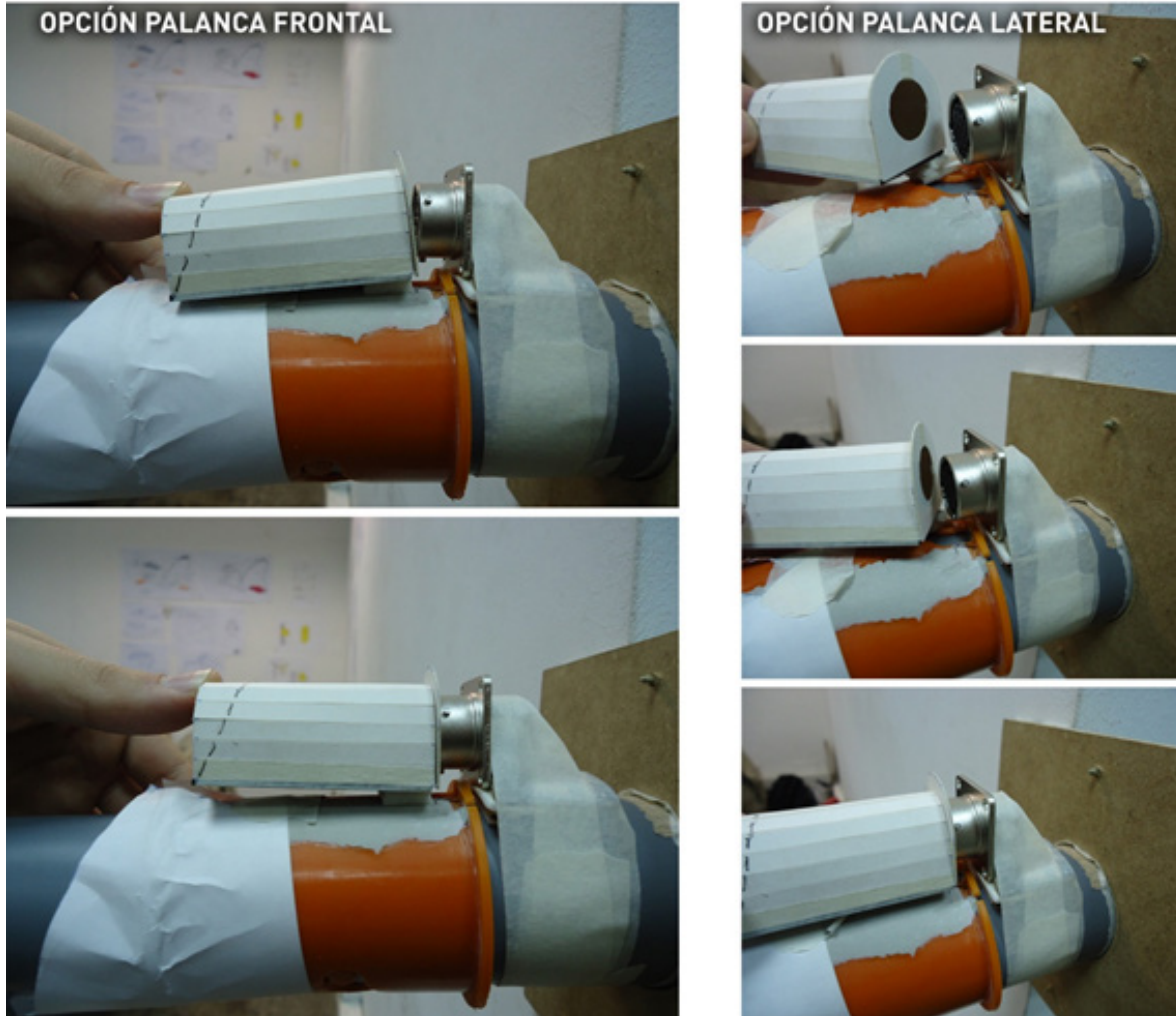


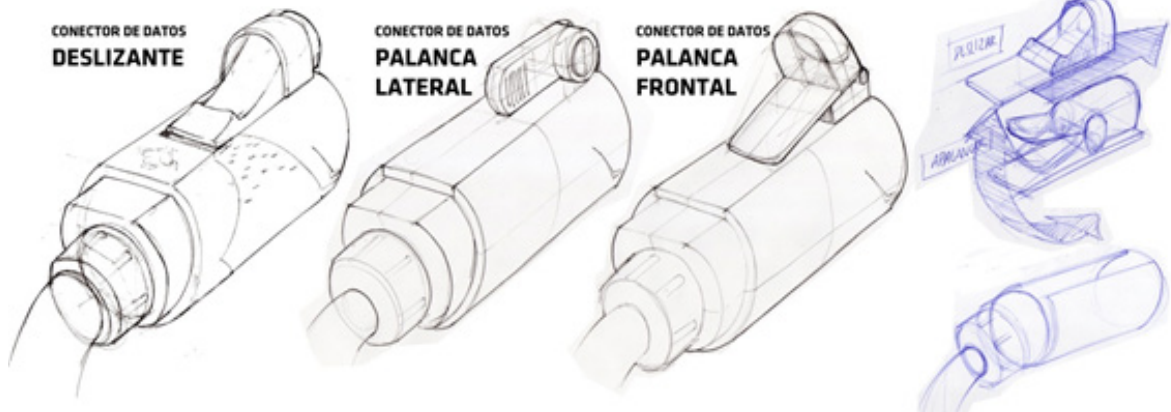
Imagen 70. Prototipos para evaluar las maneras de integrar el conector de datos.
Fuente: elaboración propia.

Con todos estos prototipos se da cierre al proceso de exploración, y se pasa a un nivel de diseño de detalle, en base a la representación de propuestas que reflejen estos resultados, los cuales de todos modos, deben seguir en un proceso constante de evaluación a partir de nuevos prototipos de estudio.

4.4 Evaluación de propuestas

Lo más importante, es despejar las dudas respecto de la posibilidad de integrar el conector de datos al de potencia, para ello se proponen tres posibles modos operatorios con que el conector puede adaptarse fluidamente al movimiento de giro. Amparado en que el conector presente una simetría en el eje vertical, el conector de datos se ubica tangencialmente en la zona superior, y desde ahí se proponen 3 maneras de extracción: (1) con un movimiento deslizable, (2) con una palanca lateral, o (3) con una palanca frontal.

Imagen 71. Bocetos de alternativas para el mecanismo del conector de datos.
Fuente: elaboración propia.



Para estudiar estas propuestas, se fabrica un prototipo escala 1:1 con PAI, a través de un proceso de termoformado. El testeo en conjunto de estas 3 opciones, se resuelve construyendo cada una como elementos intercambiables, que pueden ser puestos sobre el conector de potencia, de esta manera se “libera la variable” del conector de potencia, asegurando que será siempre el mismo movimiento de rotación para todos.

Imagen 72. Prototipos de alternativas para el mecanismo del conector de datos.
Fuente: elaboración propia.



Además se construye el prototipo del conector receptor, el que debe poder recibir todas las opciones de acoplamiento del conector de datos.



Imagen 73. Prototipo del conector receptor.
Fuente: elaboración propia.

Las pruebas se realizan con 5 usuarios inexpertos, y 3 intentos de acoplamiento para cada opción, a fin de ver, al igual que en las pruebas anteriores, el desempeño después de una serie de veces en que el usuario realiza la tarea de conectar y desconectar.

De los resultados obtenidos, el prototipo con palanca frontal mostró tener un mejor desempeño que el resto, seguido rápidamente por la palanca lateral, y finalmente el prototipo deslizante que



Imagen 74. Esquema de la cantidad de problemas asociados a cada prototipo.
Fuente: elaboración propia.

resulta ser el peor evaluado. Primero, en cuanto a la cantidad de problemáticas de uso observadas, la palanca frontal mostró ser notoriamente más eficiente, ya que dentro de los pocos problemas de uso que presentó, la mayoría fueron adecuaciones posturales que los usuarios realizaban para estar más cómodos al hacer la tarea.

En segundo lugar, en cuanto al tiempo asociado para realizar la acción, la palanca frontal mostró ser más rápida que sus competidoras, y además, en la escala de agrado en que cada usuario evaluó qué tan fácil le resulta utilizar cada conector, nuevamente la opción de palanca frontal muestra superioridad, con una mayoría de votos, que son un reflejo de los atributos de diseño (para más detalles de los resultados de la prueba #4 ver anexos).

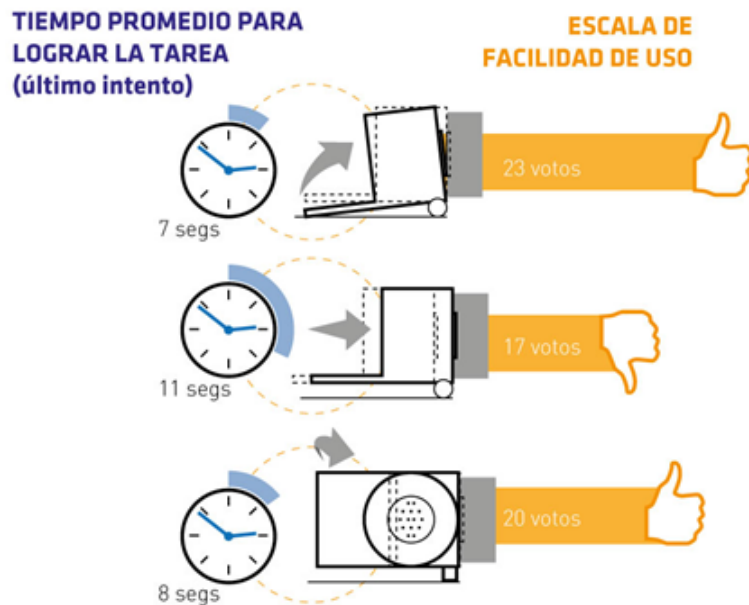


Imagen 75. Resultados arrojados sobre cada prototipo. Fuente: elaboración propia.

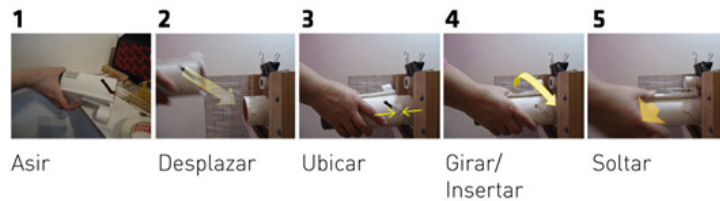
En síntesis, se rescata la utilización de una palanca frontal para integrar el conector de señales débiles al diseño final, sin embargo aún es posible resolver los pocos problemas que presenta la propuesta, con tal de lograr un diseño de mejor calidad.



Imagen 76. No liberar seguro con el conector de palanca frontal. Fuente: elaboración propia.

Un problema importante y hasta ahora no detectado, es que algunos usuarios olvidan presionar la palanca para extraer el conector, es decir, no liberan el seguro. Este hecho, provoca que los pasos requeridos para extraer el conector sean más de los esperados, pues la acción de llevar el dedo pulgar hacia adelante para pulsar la palanca no había sido analizada. Como muestra las siguientes imágenes, hasta ahora la propuesta de conector posee la misma cantidad de pasos que un conector de tipo inserción para la tarea de insertar, esto se ve reflejado en que el tiempo requerido para la tarea es inferior a los 10 segundos promedio, lo que significa que para acoplar, se ha alcanzado un nivel tan bueno como el de la categoría mejor evaluada de los productos referenciales.

INSERTAR



Misma Cantidad de Pasos!



Imagen 77. Cantidad de pasos para insertar.
Fuente: elaboración propia.

Sin embargo en el proceso de extracción, ocurre un paso más, y se trata del momento en que se pulsa la palanca para desconectar las señales débiles, como se comprobó en las pruebas #4, es posible que algunos usuarios olviden desconectar la palanca, pues lo que se tiene presente es la acción de girar, lo que deriva en la imposibilidad hacer el 1/4 de giro para desconectar.

EXTRAER



Posibilidad de combinar dos pasos en uno!

Para tener la misma cantidad de pasos que los conectores de inserción



Imagen 78. Cantidad de pasos para extraer.
Fuente: elaboración propia.

Es posible resolver este problema ligando el paso extra junto con el de agarre, es decir que el paso 2 y 3 sean uno solo. Para resolver esto, se propone alargar la palanca del conector de datos, hasta la prolongación del conector de potencia, a fin de que, desde donde sea que el usuario apoye su mano, la palanca sea pulsada de inmediato. Así se logra eliminar el paso extra en el modo operatorio, y además, eliminar la posibilidad de que el usuario olvide liberar el seguro, pues lo hará al momento en que agarre el asa.

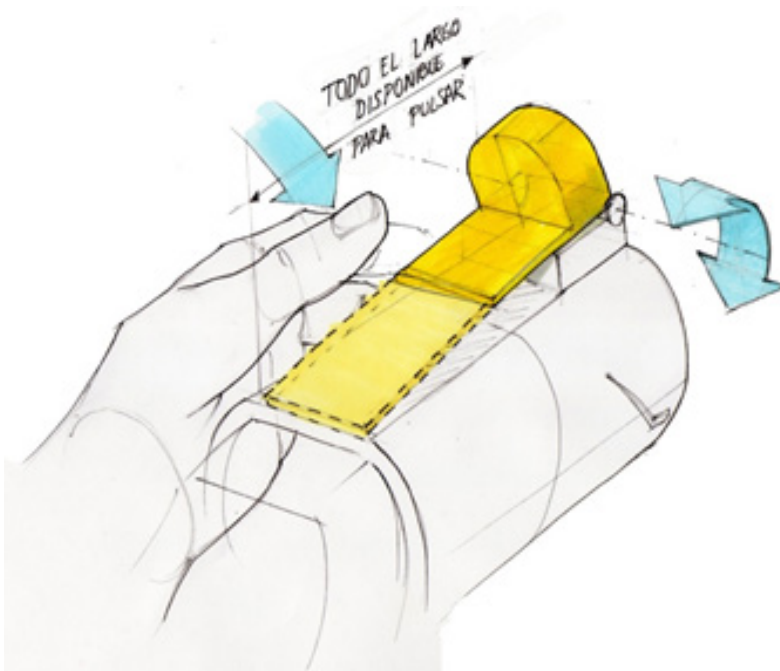


Imagen 79. Propuesta de palanca extendida.
Fuente: elaboración propia.

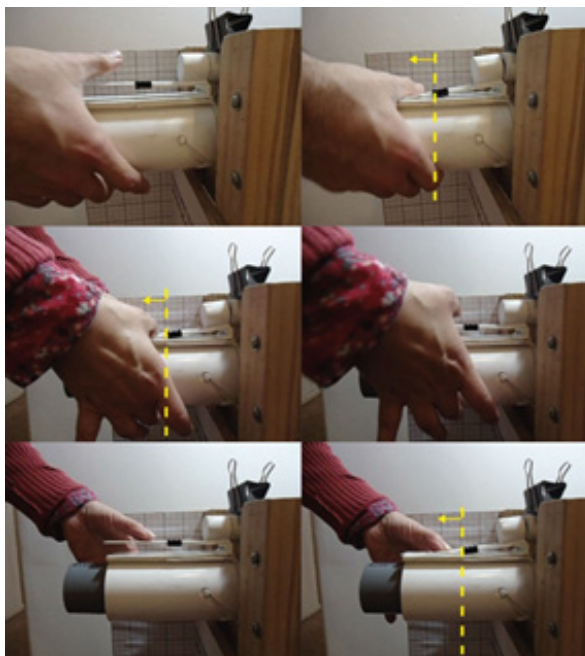


Imagen 80. Efectividad de la palanca extendida.
Fuente: elaboración propia.

Se prueba la propuesta empíricamente, con algunos de los usuarios testeados en la prueba #4, y se evidencia la efectividad de una palanca más prolongada, en la imagen anterior se muestra que a pesar de que la mano toma el conector desde más atrás de la mitad, la palanca se activa automáticamente desconectando las señales débiles, y al mismo tiempo liberando el seguro que permite efectuar el 1/4 de giro para hacer la extracción.

Habiendo resuelto esto, ahora se busca lograr que el conector facilite la realización de la rotación, ya que hasta el momento las pruebas han sido únicamente del mecanismo para el acoplamiento.



Imagen 81. Análisis del gesto para dar forma al asa.
Fuente: elaboración propia.

De esta manera, surge la propuesta del conector que incluye un asa para que la mano, tanto de zurdos como diestros, pueda realizar el movimiento de rotación..

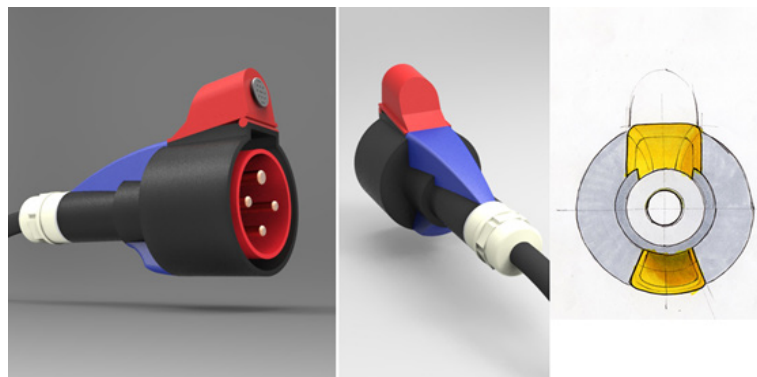
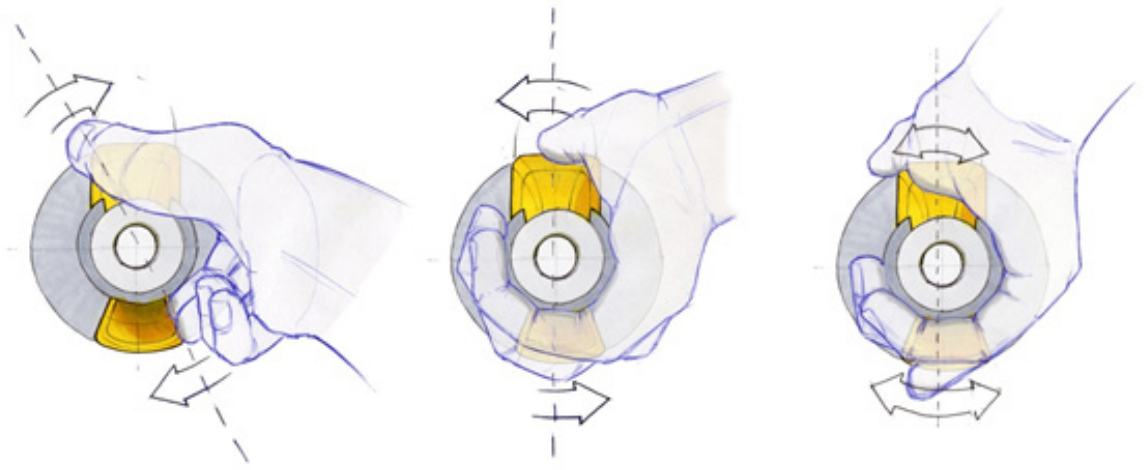


Imagen 82. Primeras visualizaciones del conector con asa.
Fuente: elaboración propia.

Con esto, se propone que en cualquier posición que el usuario ubique su mano, sea posible rotar el conector.



Para poner a prueba la propuesta, se construye un prototipo en MDF recubierto, el que contiene las zonas de agarre mencionadas, y además, un elemento indicador para ver si es posible que el conector indique la posición en que debe ser ubicado frente a frente, eliminando la atención del usuario en el mecanismo de giro y enfocándolo sólo en entender cómo posicionar el machihembrado.

Imagen 83. Maneras en que puede ser manipulada la carcasa/asa.
Fuente: elaboración propia.



Imagen 84. Prototipo #8.
Fuente: elaboración propia.

Con algunos usuarios de las pruebas #4, se testea la efectividad del prototipo, para esto se le indica a los usuarios que acople el prototipo, prestando atención en la manera correcta en que debería ser acoplado para no producir un accidente.



Imagen 85. Usuarios efectivamente rotan el conector.
Fuente: elaboración propia.

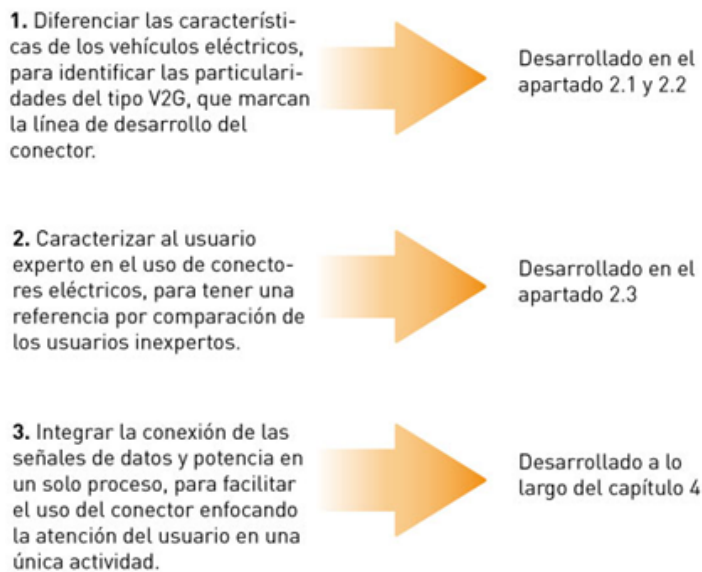
En las imágenes se aprecia, que los usuarios efectivamente logran ubicar el machihembrado frente a frente, y además, que el asa si es utilizada para rotar el prototipo, por lo que se concluye la efectividad de la forma propuesta para el asa.

Con lo anterior culmina el desarrollo de modelos de estudio y análisis de propuestas, ya que se ha levantado la suficiente información para proponer el diseño definitivo, para ello, se pasa a una etapa de identificación de factores de diseño, que deben catalizar los resultados en la propuesta definitiva del conector. Por eso, en el apartado a continuación, se identifican estas características, identificadas con el nombre de “factores críticos” de diseño, los que se enfrentan a los objetivos planteados para el proyecto, aclarando su cumplimiento, para después finalmente pasar a la presentación de la propuesta definitiva.

4.5 Factores críticos de diseño

A modo de síntesis, se muestra a continuación la correspondencia entre el desarrollo del trabajo y los objetivos planteados en el proyecto, con el fin de declarar su correspondencia y dar paso al listado de factores de diseño definidos para el conector eléctrico.

Objetivos Específicos



En esta línea, se desarrolla un listado con los factores críticos para poder cumplir con el objetivo específico 3, y con ello lograr desarrollar el objetivo general, que es diseñar el conector eléctrico para el vehículo V2G.

Factores críticos de diseño:

- **A nivel conductual u operativo:** El conector de señales débiles debe insertarse automáticamente una vez realizado el movimiento del 1/4 de giro del conector de potencia, a través de una palanca frontal. Esto permite que la cantidad de pasos requeridos para realizar la tarea de conectar-desconectar el plug-in, sea la misma que la de los conectores de inserción, y se previene el problema de uso de no liberar el seguro.
- **A nivel indicativo:** El conector debe tener las zonas de agarre claramente identificadas, a través de volúmenes con

textura, que aumente el roce con la piel y permita el reconocimiento tanto táctil como visual del objeto.

El conector debe tener una correspondencia formal entre el conector macho y el receptor, respondiendo a una simetría en el eje vertical, para indicar al usuario la posición correcta con tan solo mirarlo. Esto puede ser potenciado con alguna señal lumínica, que indique cuando el producto se encuentre eléctricamente energizado.

Además, tratando de apuntar a un aspecto estético, se plantea un tercer factor, que se bien no se ha trabajado a lo largo de la investigación, constituye parte de los aspectos de las propuesta que se tiene en consideración.

- **A nivel visual y simbólico:** El conector debe en lo posible, verse como un objeto de innovación tecnológica, por eso se toman como referentes los aspectos estéticos de otros conectores de EV, que ilustran en cierta medida, el aspecto que el conector debe tener. De ello se rescata el uso de geometrías rígidas en el cuerpo del conector, la existencia de luces led para las señales lumínicas, y una paleta de colores que combina blanco y negro con colores primarios.



Imagen 86. Collage de imágenes de algunos conectores de EV recopiladas a través de internet. Fuente: elaboración propia.

4.6 Visualización integrada de la propuesta definitiva

La propuesta final integra las variables presentadas a lo largo del documento, que bajo los factores críticos de diseño configuran el producto que se pasa a mostrar a continuación.

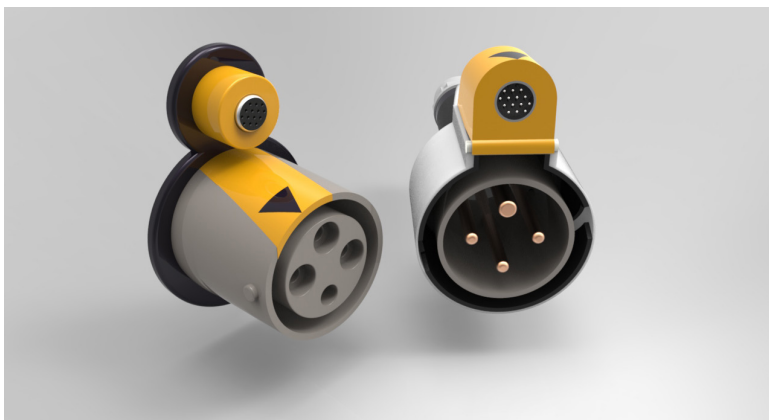
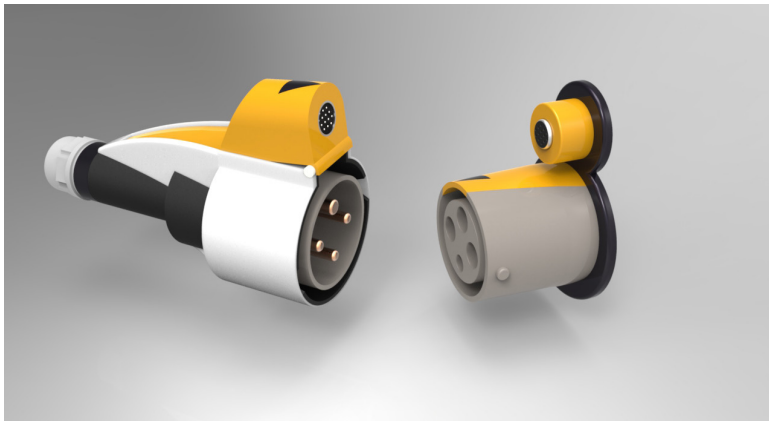
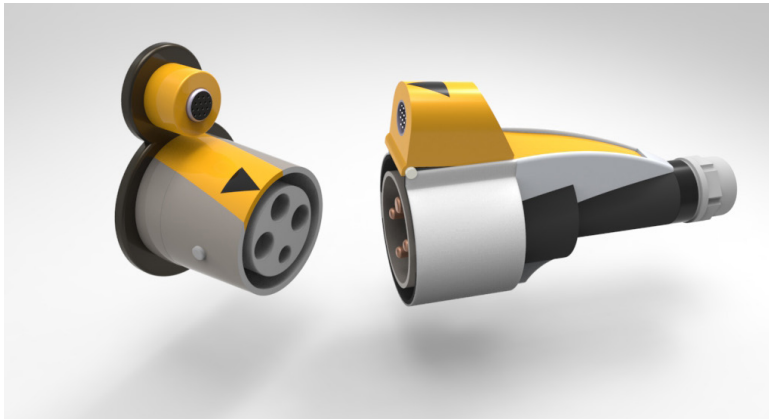


Imagen 87. Visualizaciones generales de la propuesta.
Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia en las imágenes, este prototipo digital no es otra cosa que la manifestación de las decisiones tomadas a lo largo del proyecto. En las siguientes imágenes se muestran aspectos asociados al uso, que en definitiva exponen la manera en que la propuesta de diseño, pone en evidencia el resultado del trabajo.



Imagen 88. Visualización de un Huatacondino enchufando el vehículo.
Fuente: elaboración propia.

Tomando la última propuesta del vehículo para Huatacondo, por parte del equipo del Centro de Energía, se muestra a modo de fotomontaje, dónde estaría ubicado el plug en el vehículo eléctrico.

Se espera que el usuario, una vez que tome el conector, sea capaz de ubicarlo de acuerdo a los elementos indicativos de la forma, tal como se comprobó en las últimas pruebas mostradas en el apartado 4.4.

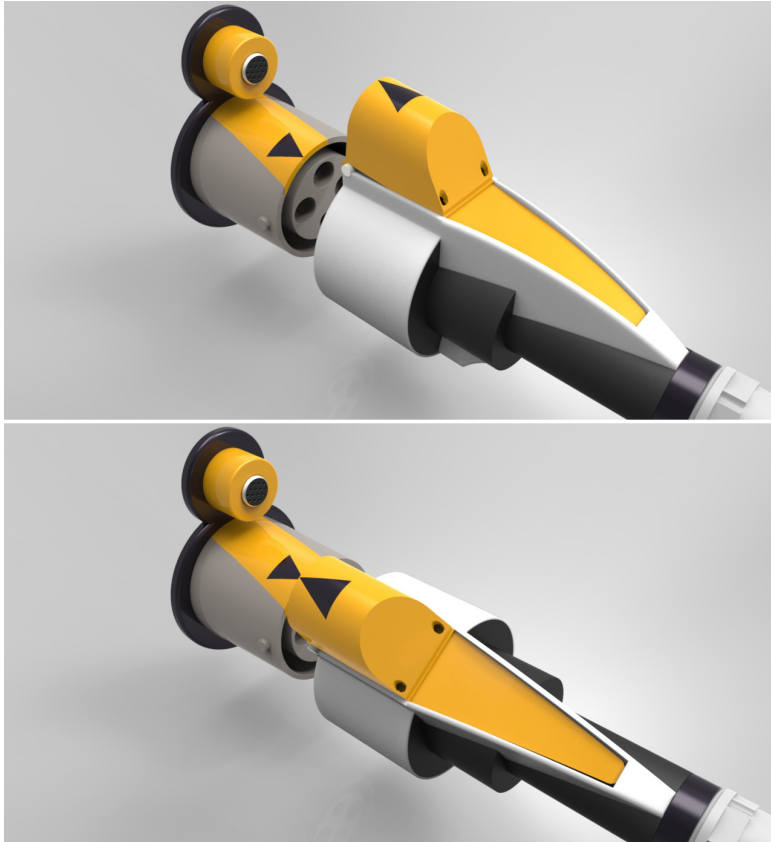


Imagen 89. Indicación para la correcta ubicación del plug.
Fuente: elaboración propia.

Junto a lo anterior, el conector cuenta con un ángulo en la entrada del eje para el 1/4 de giro, que asiste al usuario encaminando el machihembrado al momento de ubicarlo frente a frente.

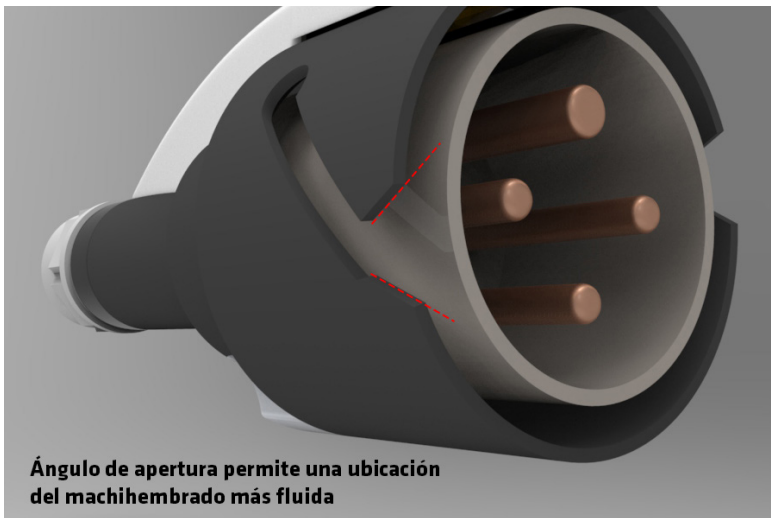
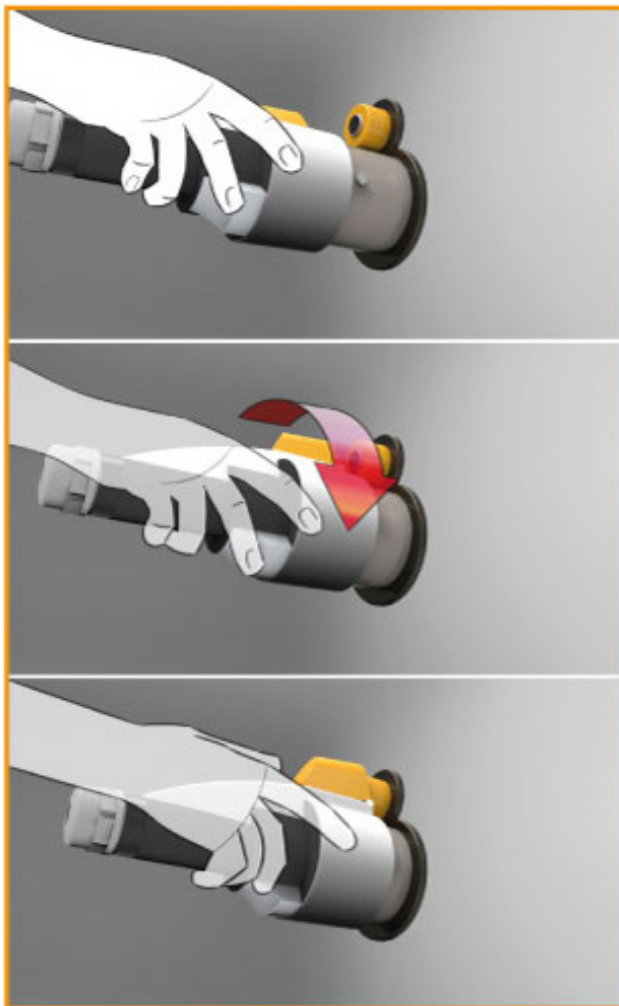


Imagen 90. Ángulo en la entrada de la guía. Fuente: elaboración propia.

Para dejar claro que la propuesta de plug, logra acoplarse con la misma cantidad de pasos que los conectores de inserción, se muestra a continuación el modo operatorio propuesto.

INSERTAR



1

Asir

2

Desplazar

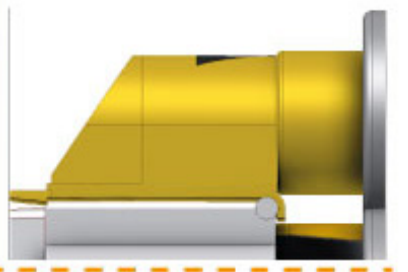
3

Ubicar



4

Girar:
Insertar/Asegurar



5

Soltar

Imagen 91. Proceso de inserción del plug.
Fuente: elaboración propia.

En el caso de la inserción, como ya se comprueba en las pruebas de uso #4, el conector es capaz de realizar la tarea de insertar y asegurar la fijación del machihembrado, con tan solo el movimiento de giro. Esto sucede, porque el conector de datos se acopla automáticamente al finalizar la rotación, formando parte del sistema de seguridad (para ver detalles de los otros pasos del modo operatorio, ver apartado 4.1).

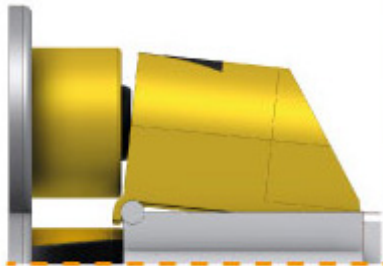


Acercar
mano

1

Agarrar:
Liberar seguro

2



Girar:
Extraer

3



Soltar

4

EXTRAER

Imagen 92. Proceso de extracción del plug.
Fuente: elaboración propia.

Luego, en el proceso de extracción, según lo comprobado en la última parte del apartado 4.4, el conector permite desacoplar el conector de datos al momento de agarrar el plug, pues la palanca a pulsar está a lo largo de toda el asa, así que donde sea que apoye su mano, liberará el seguro de inmediato. Esto se grafica en el siguiente boceto.

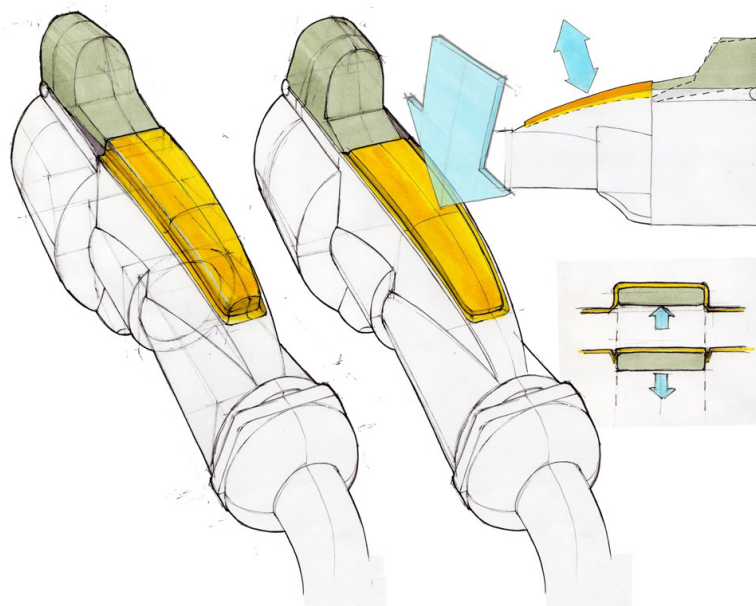


Imagen 93. Palanca alargada para agarrar y pulsar al mismo tiempo.
Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, se muestran también, algunas características del diseño, que fueron rescatadas a lo largo del proceso de prueba de prototipos. Así, de acuerdo a las observaciones hechas en las primeras pruebas válidas, el conector receptor cuenta con un pequeño ángulo, para minimizar la posibilidad de un acercamiento desfasado del machihembrado (comprobado en el prototipo #7).

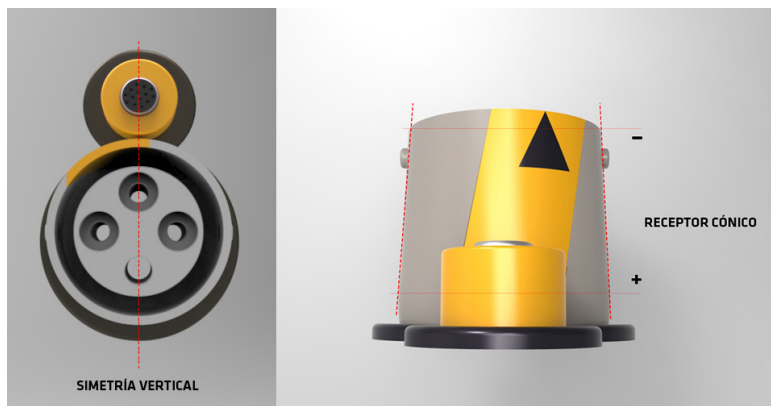


Imagen 94. Consideraciones en el conector receptor.
Fuente: elaboración propia.

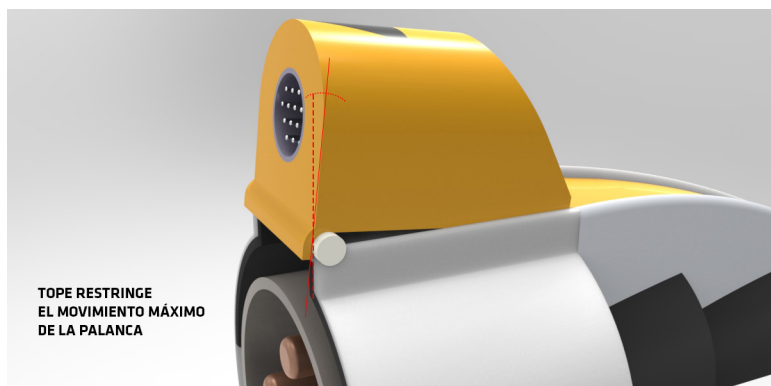


Imagen 95. Tope para la palanca del conector de datos.
Fuente: elaboración propia.

Además, para evitar que el conector de datos gire más de lo necesario, se ubica un tope al inicio de la palanca (comprobado en el prototipo #7), dándole un rango máximo de giro hasta los 90° respecto de la horizontal, eliminando cualquier posibilidad de movimientos que sobre fuercen el material.

Otra decisión de diseño, y que también fue comprobada con el prototipo #7, es la incorporación de un resorte al interior de la carcasa, que permita mantener el conector de potencia en la posición única, requerida para ubicarse frente al conector receptor.



Imagen 96. Funcionamiento del resorte
Fuente: elaboración propia.

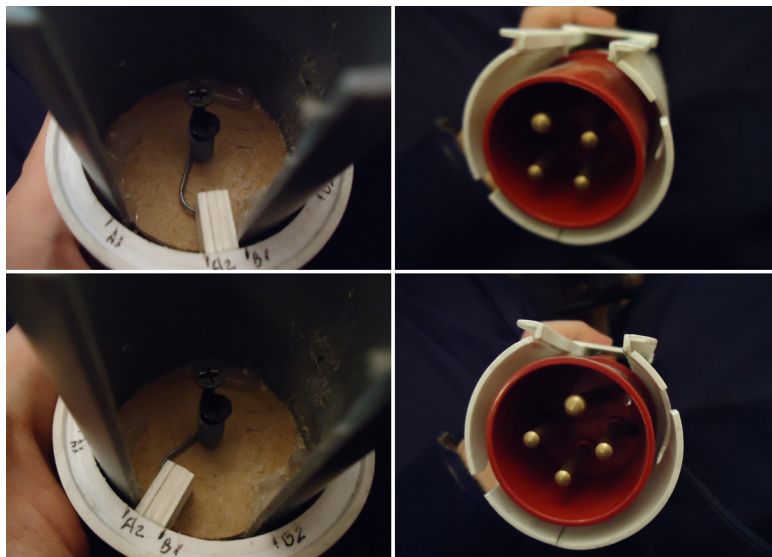


Imagen 97. Funcionamiento del resorte en el prototipo #7.
Fuente: elaboración propia.

Este movimiento independiente de la carcasa, se logra porque la sección interna del plug, se mantiene conectado permanentemente con el toma cable y al conector de potencia, constituyendo en un eje sobre el que gira la sección móvil.

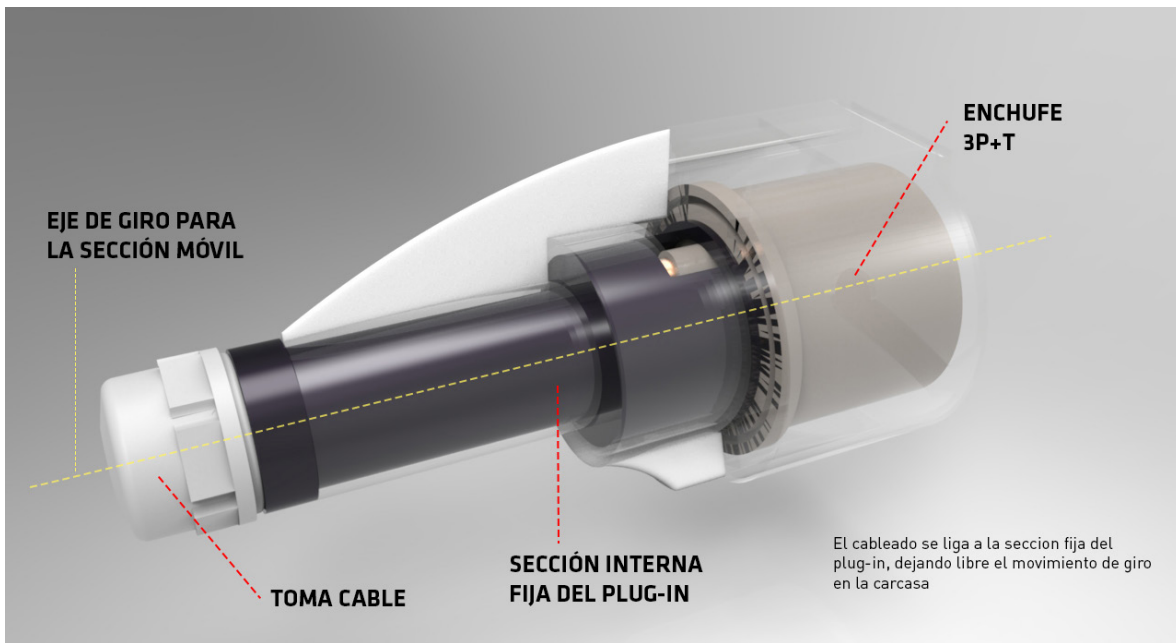


Imagen 98. Sección interna fija del plug-in.
Fuente: elaboración propia.

Es necesario señalar, que para lograr el giro satisfactoriamente, los pines del conector de potencia se insertan levemente en el receptor, al momento en que el machihembrado del plug es puesto frente a frente, de esta manera el eje de giro de la sección fija se mantiene estable durante toda la tarea de inserción.

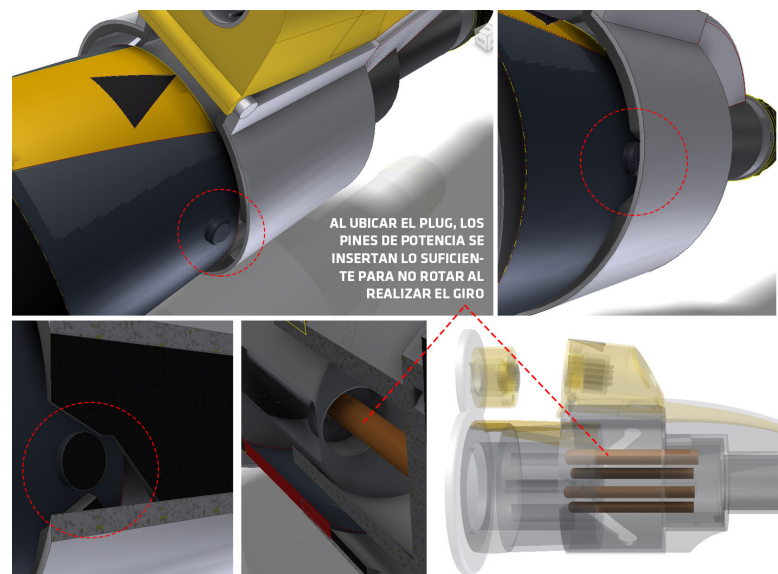


Imagen 99. Al ubicar el plug-in se fija el conector de potencia
Fuente: elaboración propia.

Por su parte, el conector de datos también tiene algunos detalles de diseño, como son el redondeado del borde en el conector receptor, para permitir la extracción con la palanca. Se muestra además, la manera en que están ubicados los imanes para generar la atracción magnética en el conector.

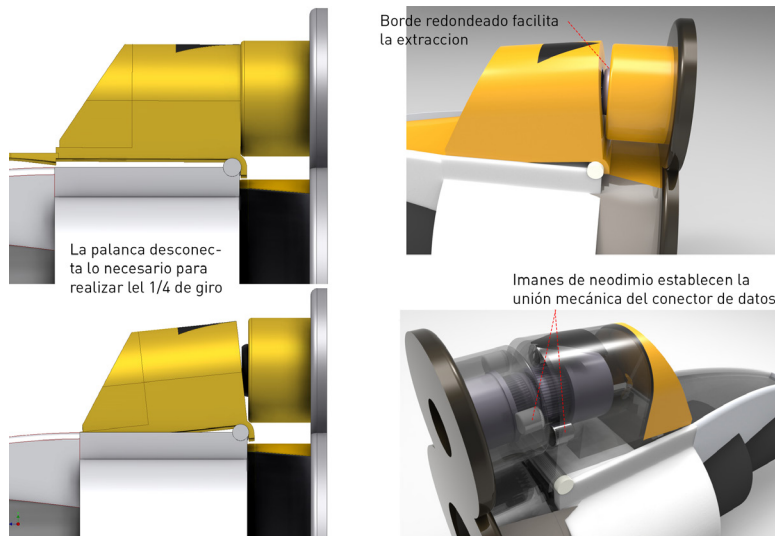
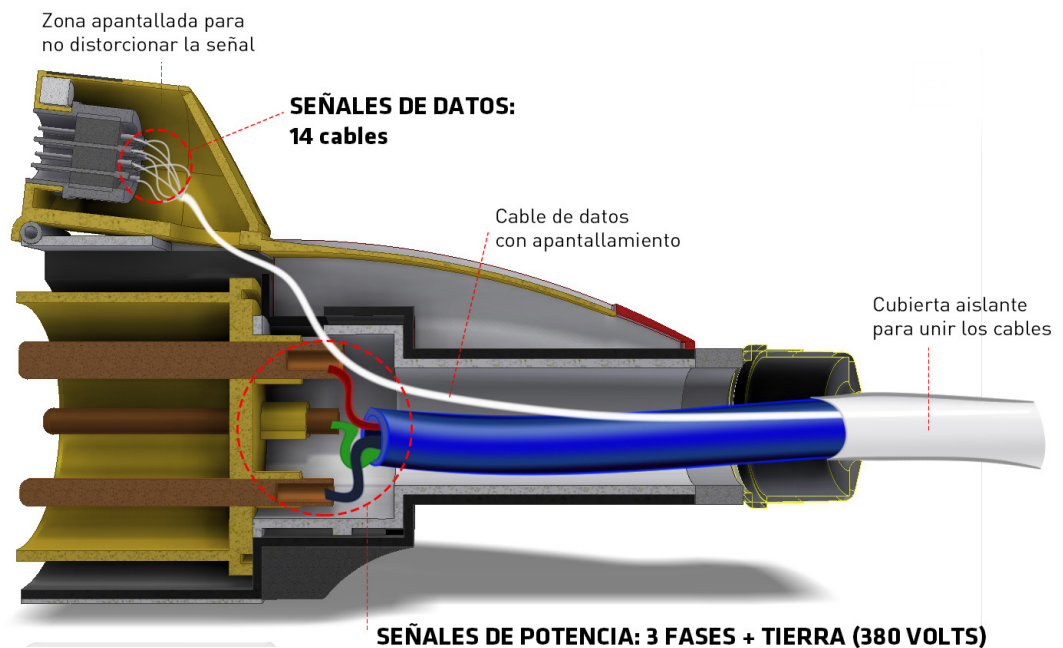


Imagen 100. Conexión de las señales de datos.
Fuente: elaboración propia.

En cuanto al aspecto eléctrico, se muestra la manera en que el cableado del conector se distribuye al interior de la carcasa, separando el cableado de señales débiles y fuertes, apantallando el interior del conector de datos, con algún material aislante como láminas de aluminio, y utilizando respectivamente el cable apantallado, que disminuye la distorsión entre las señales que produce el campo electromagnético.

Imagen 101. Cableado interno en el plug-in
Fuente: elaboración propia.



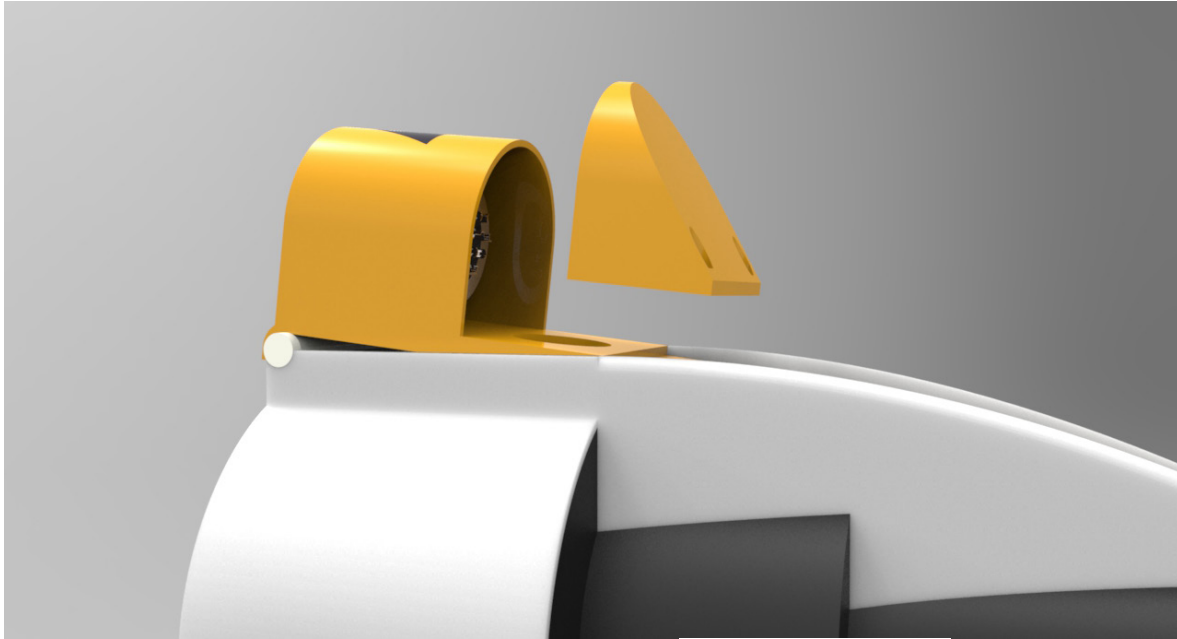


Imagen 102. Propuesta de tapa para pasar el cable de datos hacia el conector
Fuente: elaboración propia.

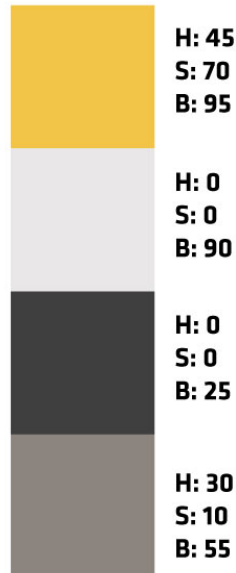


Imagen 103. Paleta cromática utilizada en el plug-in.
Fuente: elaboración propia.

Finalmente, la elección de colores para el conector, está basado básicamente en la asociación del color amarillo con las señalizaciones eléctricas. Que si bien, generalmente es usado para avisar cierta cautela o algún peligro, en este caso, se toma también como el elemento indicativo más fuerte, para señalar el acoplamiento.

Luego, la escala de grises responde, a otorgarle un tono neutro al cuerpo del conector, que no interfiera en la percepción de las señales indicativas ya mencionadas, pero que al mismo tiempo, permita entender que hay una diferencia entre las zonas de agarre del asa, que por cierto son potenciadas además por una textura rugosa.

CAPÍTULO 5: **Diseño para la in- dustrialización**

5.1 Representación formal detallada de componentes y conjuntos

A continuación, se muestra una vista explotada del plug-in diseñado, con la identificación respectiva de cada pieza.

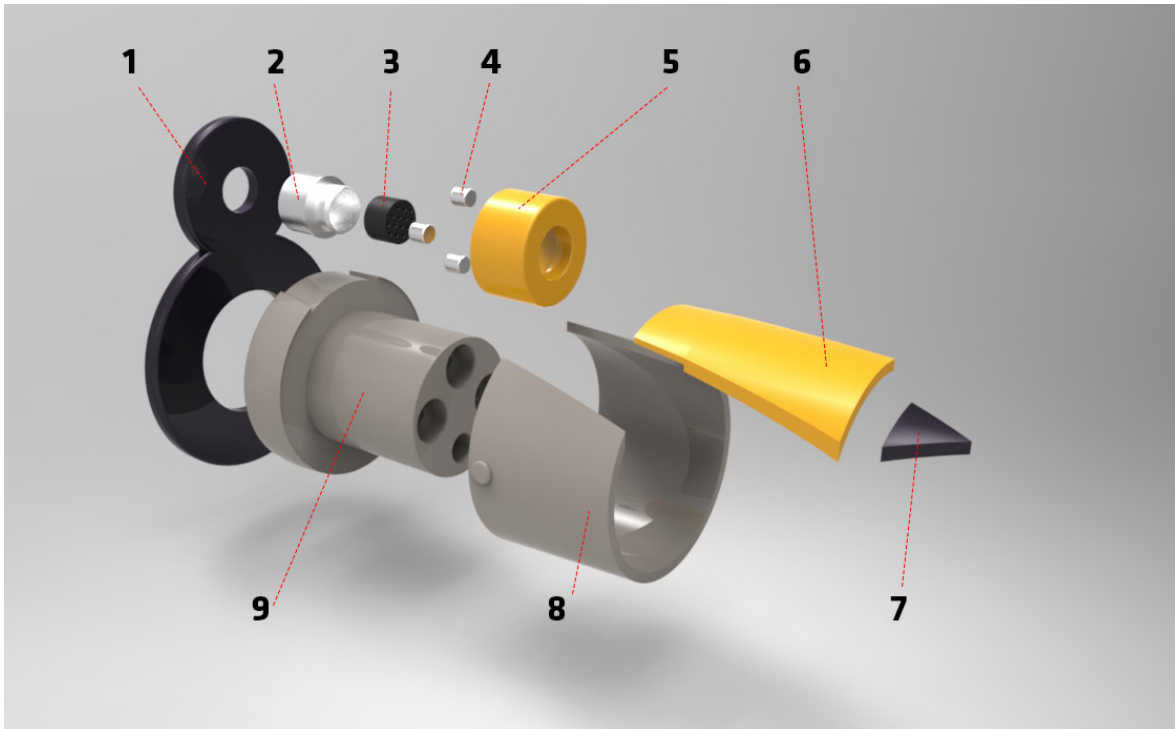


Imagen 104. Despiece del conector receptor.
Fuente: elaboración propia.

1. Soporte del receptor: Es la pieza base, sobre la que se sujeta el conector receptor, y que une a éste con el vehículo eléctrico.

2. Carcasa del conector de datos: Es la cobertura metálica del conector de señales débiles, que se toma como estándar y se integra al diseño del receptor.

3. Pieza receptor del conector de datos: Es una pieza de polímero del conector de señales débiles, que recibe los pines del conector macho.

4. Imanes de neodimio.

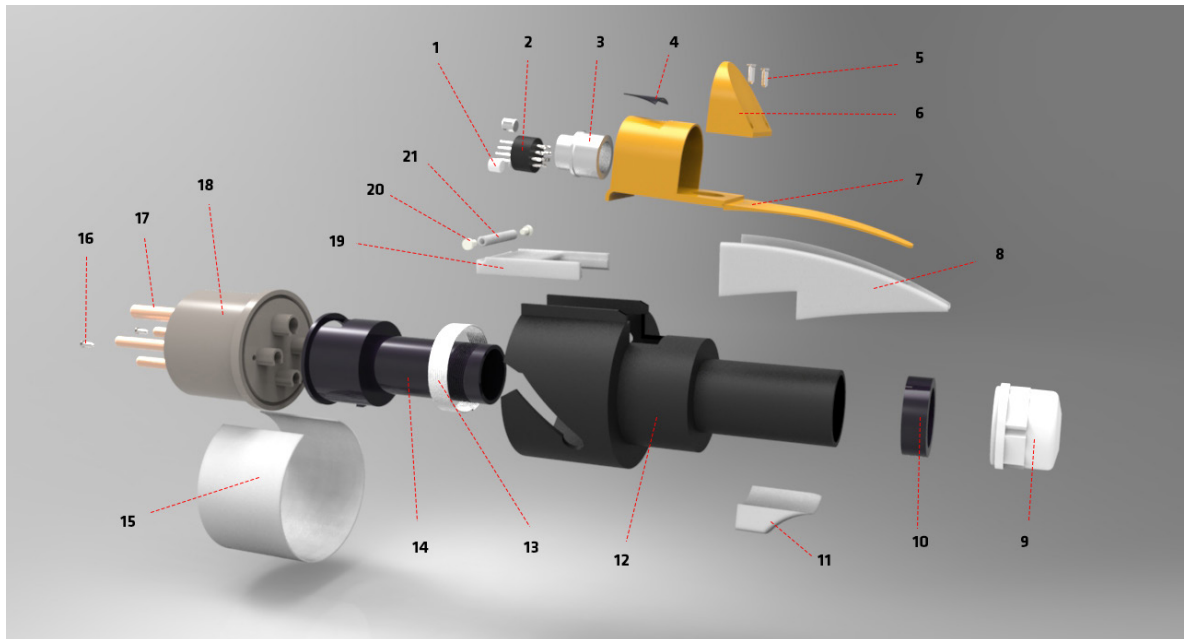
5. Cubierta del conector de datos: Es la pieza encargada de albergar el conector de señales débiles, y los imanes de neodimio, y mantenerlos sujetos al soporte del receptor.

6. Lengüeta de señalización: Sección de polímero amarillo, que se encaja en el receptor del conector de potencia para indicar la posición que requiere el plug-in (macho).

7. Flecha indicativa: Trozo de polímero que se adosa a la lengüeta de señalización, para indicar con precisión la correspondencia formal del plug-in.

8. Receptor truncado (del conector de potencia): Pieza de polímero cónica, encargada de acoplarse al plug-in.

9. Enchufe 3P+T hembra: Conector industrial, tomado e incorporado dentro del diseño del producto.



1. Imanes de neodimio.

2. Conector de datos de 14 pines.

3. Carcasa del conector de datos: Es la cobertura metálica del conector de señales débiles, que se toma como estándar y se integra al diseño del receptor.

4. Flecha indicativa: Trozo de polímero que se adosa a la palanca del plug, para indicar con precisión la correspondencia formal con el conector receptor.

5. Tornillos del conector de datos: Fijaciones requeridas para tapar el conector de datos

6. Tapa del conector de datos: Pieza de polímero, encargada tanto de proteger, como de permitir el acceso al empalme de los cables de datos.

7. Conector de datos con palanca: Es una única pieza de polímero, encargada de albergar el conector de datos de 14 pines, y al mismo tiempo, de producir el movimiento de palanca requerido para extraer el conector luego de enchufarlo.

8. Asa superior: Volumen de polímero texturizado, que se adosa a la pieza móvil del conector, para poder ser manipulada tanto por diestros como zurdos.

9. Toma cables: Tapa rosca estándar, que se integra al diseño, para mantener una extensión de cable fija al interior del conector.

10. Tope fijo: Es una pieza de polímero cilíndrica, encargada de

Imagen 105. Despiece del plug-in.
Fuente: elaboración propia.

mantener la pieza móvil del conector dentro de su eje de movimiento.

11. Asa inferior: Volumen de polímero texturizado, que se adosa a la pieza móvil del conector, para ser manipulada tanto por diestros como zurdos.

12. Pieza móvil del conector: Es la pieza encargada de generar el giro del plug-in, y de alojar en su interior al resorte.

13. Resorte: Es un resorte de torsión, encargado de restringir la posición del enchufe 3P+T en el plug-in.

14. Pieza fija del conector: Es la pieza que alberga el cableado desde la red eléctrica, que se adosa al enchufe 3P+T.

15. Cubierta delantera: Es una pieza cilíndrica, encargada de cubrir el mecanismo del 1/4 de giro del conector.

16. Tornillos del conector 3P+T: Fijaciones requeridas para mantener sujeto el enchufe macho 3P+T a la pieza fija del conector.

17. Pines de potencia: Son las piezas de material conductor que contiene el enchufe industrial macho 3P+T.

18. Enchufe industrial 3P+T: Enchufe estándar chileno, que alberga hasta 3 fases y una toma a tierra.

19. Soporte de palanca: Es la pieza en la que se apoya el conector de datos con palanca.

20. Tope cilindro de giro: Pieza tapón, que contiene el cilindro encargado de hacer el giro del conector de datos.

21. Cilindro de giro: Es una pieza cilíndrica, que hace de eje para realizar el giro del conector de datos.

5.2

Especificación técnica de detalles productivos

Por motivos de tiempo, se muestra a continuación un listado de cada parte y pieza del producto diseñado, con su respectiva información en torno a adquisición o fabricación, que no cuenta con cotización. Abogando a que el trabajo fuerte fue desarrollado en torno a la investigación, la especificación de detalles productivos, sólo muestra los posibles lugares donde se puede llevar a cabo.

Producto	Pieza	Forma de adquisición	Material	Proceso productivo	Proceso alternativo	Dónde	Proveedor
Ambos	Imán neodimio	Compra directa	Neodimio	x	x	Santiago	Cada del Imán
Ambos	Flecha indicativa	Fabricación	Polímero	Inyección	Termoformado	Santiago	Plásticos Galaz
Ambos	Tornillos	Compra directa	Acero	x	x	Santiago	Pernos RyR
Plug	Enchufe industrial 3P+T macho	Compra directa	x	x	x	Santiago	Newmark
Plug	Tapa conector de datos	Fabricación	Polímero	Inyección	Impresión 3D	Santiago	Fablab FCFM
Plug	Conector de datos con palanca	Fabricación	Polímero	Inyección	Impresión 3D	Santiago	Fablab FCFM
Plug	Asa superior	Fabricación	Polímero	Inyección	Impresión 3D	Santiago	Fablab FCFM
Plug	Asa inferior	Fabricación	Polímero	Inyección	Impresión 3D	Santiago	Fablab FCFM
Plug	Toma cables	Compra directa	Polímero	x	x	Santiago	RS Components
Plug	Tope fijo	Fabricación	Polímero	Inyección	Corte Láser	Santiago	Laser Now
Plug	Pieza móvil	Fabricación	Polímero	Inyección	Impresión 3D	Santiago	Fablab FCFM
Plug	Resorte	Compra directa	Acero	x	x	Santiago	Casa del resorte
Plug	Pieza fija	Fabricación	Polímero	Inyección	Impresión 3D	Santiago	Fablab FCFM
Plug	Cubierta delantera	Fabricación	Polímero	Inyección	Termoformado	Santiago	Plásticos Galaz
Plug	Soporte de palanca	Fabricación	Polímero	Inyección	Impresión 3D	Santiago	Fablab FCFM
Plug	Cilindro de giro	Compra directa	Polímero	x	x	Santiago	Arquitectura librería
Plug	Tope cilindro de giro	Fabricación	Polímero	Inyección	Impresión 3D	Santiago	Fablab FCFM
Receptor	Enchufe industrial 3P+T hembra	Compra directa	x	x	x	Santiago	RS Components
Receptor	Conector circular 14 pines macho	Importación	x	x	x	EEUU	Digikey
Receptor	Conector circular 14 pines hembra	Importación	x	x	x	EEUU	Digikey
Receptor	Soporte receptor	Fabricación	Polímero	Inyección	Corte Láser	Santiago	Laser Now
Receptor	Cubierta conector datos	Fabricación	Polímero	Inyección	Impresión 3D	Santiago	Fablab FCFM
Receptor	Lengüeta señalización	Fabricación	Polímero	Inyección	Termoformado	Santiago	Plásticos Galaz
Receptor	Receptor truncado	Fabricación	Polímero	Inyección	Impresión 3D	Santiago	Fablab FCFM

BIBLIOGRAFÍA

Referencias Electrónicas:

- Advanced Energy. (s.f.). Advanced Energy. Recuperado en Julio de 2013, de www.advancedenergy.org
- Bohn, T., (2011). Codes and standards support for vehicle electrification, Argonne National Laboratory. Disponible en http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/merit_review_2011/veh_sys_sim/vss053_bohn_2011_o.pdf
- Centro de Energía. (s.f.). Centro de Energía. Proyecto ESUSCON, Energía Sustentable para Huatacundo. Recuperado el 26 de Febrero de 2013 de <http://www.centroenergia.cl/>
- De Nigris, M., & Bernardelli, F. (2010). Redes Inteligentes de Energía (Smart Grids) en América Latina y el Caribe: Viabilidad y Desafíos. Conferencia Regional sobre Redes Inteligentes de Energía (pág. 9). Santiago: CEPAL. Disponible en http://www.eclac.cl/dmi/noticias/noticias/8/41128/RedesInteligentesLA__Esp.pdf
- El Mercurio. (20 de Abril de 2011). El Mercurio Online. Inauguran en Chile la primera estación de carga para autos eléctricos de América Latina. Recuperado el 6 de Marzo de 2013 desde <http://www.emol.com/noticias/tecnologia/2011/04/20/477183/inauguran-en-chile-la-primera-estacion-de-carga-para-autos-electricos-de-america-latina.html>
- International Electrotechnical Commission. (13 de Octubre de 2011). International Electrotechnical Commission Webstore. IEC 62196-1 ed.2.0 , International Standard. Recuperado el 10 de Febrero de 2013 desde http://webstore.iec.ch/preview/info_iec62196-1%7Bed2.0%7Db.pdf
- Morrow, K., et al. (2008). Infrastructure cost analysis en Plug-in Hybrid Electric Vehicle Charging Infrastructure Review. US Department of Energy. Disponible en <http://avt.inl.gov/pdf/phev/phevInfrastructureReport08.pdf>
- MotorFull. (2013). MotorFull. La unión europea obligará a usar el conector Mennekes. Recuperado el 9 de Julio de 2013 desde <http://http://motorfull.com/2013/02/la-union-europea-obliga%-C2%ACra-a-usar-el-conector-mennekes>

- Plug in America. (s.f.). Plug in America. Understanding Electric Vehicle Charging. Recuperado el Julio de 2013 desde www.plug-in-america.org
- Rawson, M., Kateley, S. (1998) Electric vehicle charging equipment design and health and safety codes. California Energy Commission. Disponible en : http://www.energy.ca.gov/papers/98-09-23_KATELEY.PDF
- TEC Electrónica. (2002). BIT: Boletín Informativo TEC. Estándares de protección “IP” y “NEMA”. Recuperado el 2013 desde http://www.tec-mex.com.mx/promos/bit/bit0902_ip.htm
- Téllez, E. (s.f.). Programa de ahorro de energía: Distorsión armónica. México: AP&C. Disponible en <http://www.waterygymex.org/contenidos/rtecnicos/Optimizando%20la%20Operacion%20y%20el%20Mantenimiento/Distorsion%20Armonica.pdf>

Referencias Bibliograficas:

- Alcaide, J., Diego, J., Artacho, M., (s.f). Diseño de Producto: El proceso de diseño. Universidad Politécnica de Valencia. Editorial U.P.V.
- Baudrillard, J. (1999). El sistema de los objetos. (F. González, Trad.) Siglo Veintiuno.
- Bonsiepe, G. (1999). Diseño de la Interfase. En Del objeto a la interfase. Ediciones Infinito.
- Bonsiepe, G. (s.f). El diseño de la periferia: debates y experiencias. GG Diseño.
- Bürdek, B., (2007) La definición de las funciones del producto en Diseño: historia, teoría y práctica del diseño industrial (pp. 178-179). Editorial GG Diseño.
- Comité Europeo de Normalización, (1998), “Parte 11: Requisitos sobre utilizabilidad” en Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PDV) (p. 2)
- Nielsen, J., Landauer, T., (1993) “A mathematical model of the finding of usability problems” en Proceedings of ACM INTERCHI’93 Conference (p. 9) Amsterdam, The Netherlands.

- Norman, D., (2005) Las múltiples facetas de emoción y diseño en El diseño emocional. (pp. 53-55). Editorial Paidós.

- Ottenberger, A., (2000). Cuáles y cuántas son las unidades de análisis que pueden elegirse para un estudio de casos en El estudio de casos en la investigación social, (pp. 36-44). Ediciones Universidad Tecnológica Metropolitana.

- Polanco, I. (2012). Tesis de magíster: Propuesta de diseño de un vehículo eléctrico con capacidad V2G para aplicaciones en micro-redes. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

- Sánchez, M. (2001). Morfogénesis del objeto de uso. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

- Sloterdijk, P. (1983). La definición de las funciones del producto de B. Bürdek en Diseño: historia, teoría y práctica del diseño industrial (2007) (pág. 179). GG Diseño.

- Superintendencia de Electricidad y Combustibles. (2012). Normas de electricidad alta y baja tensión. Lexnova.

- Ulrich K., Eppinger S., (2004). Diseño y desarrollo de productos: Enfoque multidisciplinario (3° ed.). (R. Madrigal Trad.) McGraw Hill.

- Vidal, Á. (2012). Informe de Título: Proyecto de vehículo eléctrico para el traslado de carga liviana para la localidad de Huatacondo. Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

ANEXOS

Resultados Pruebas #1 (Pruebas Preliminares)

Usuario	Edad	Género	Carrera	Conectores que desconoce	Total desconoce	Tiempo en reconocer conectores rápidamente	Tiempo en conectar rápidamente	Conectores de agrado	Conectores de desagrado
1	AV	27	M	DI	1,2,3,4,6,7,12,18,21,22	10	10:00 mins	3	6,2,9
2	IP	26	M	IE	n.a.	0	4:05 mins	21, 22, 15, 16, 20	11
3	KH	27	M	IM	1, 2, 6, 11, 12, 13	6	5:10 mins	3, 16	9
4	MZ	23	F	IM	1, 2, 3, 4, 6, 7, 12, 13, 18	9	5:00 mins	3, 12, 13	9
5	FL	28	M	IE	1, 2, 6, 7, 12, 16, 18	7	7:10 mins	n.a.	n.a.
6	RPO	23	M	DI	n.a.	0	4:20 mins	3, 13	9, 11
7	KU	28	F	IR	2, 4, 6, 12	4	5:50 mins	13, 20, 21, 22	9, 11, 12
8	PM	32	M	IE	2, 6	2	5:10 mins	1, 3, 18	n.a.
9	JBB	24	M	DI	3, 4, 13, 21, 22	5	10:00 mins	5, 19	3, 11
10	JAM	29	M	DI	2, 6, 13	3	4:12 mins	5, 10, 13	8, 9, 11

Usuario Experto
 Usuario Inexperto

Abreviaciones
 DI: Diseño Industrial
 IE: Ingeniería Eléctrica
 IM: Ingeniería Mecánica
 IR: Ingeniería Recursos Naturales

Conectores de desagrado

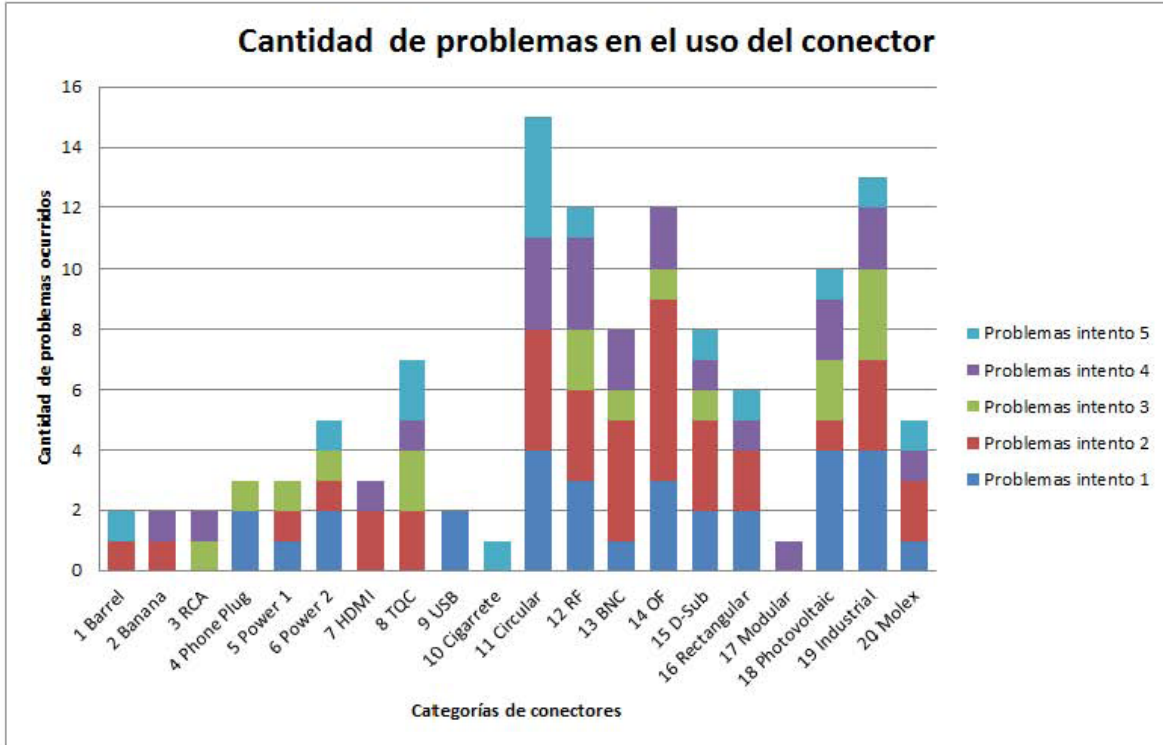
N°	Total votos
2	1
3	1
6	1
8	1
9	6
11	5
12	1

Conectores de agrado

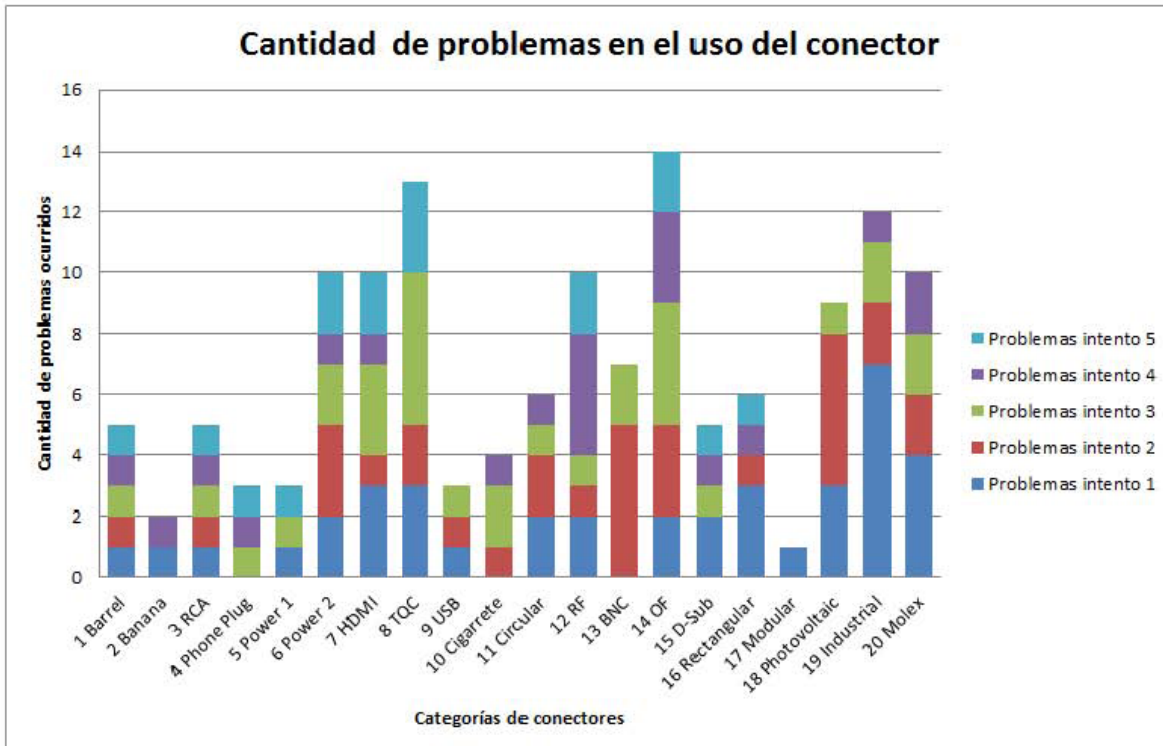
N°	Total votos
1	1
3	5
5	2
10	1
12	1
13	4
15	1
16	2
18	1
19	1
20	2
21	2
22	2

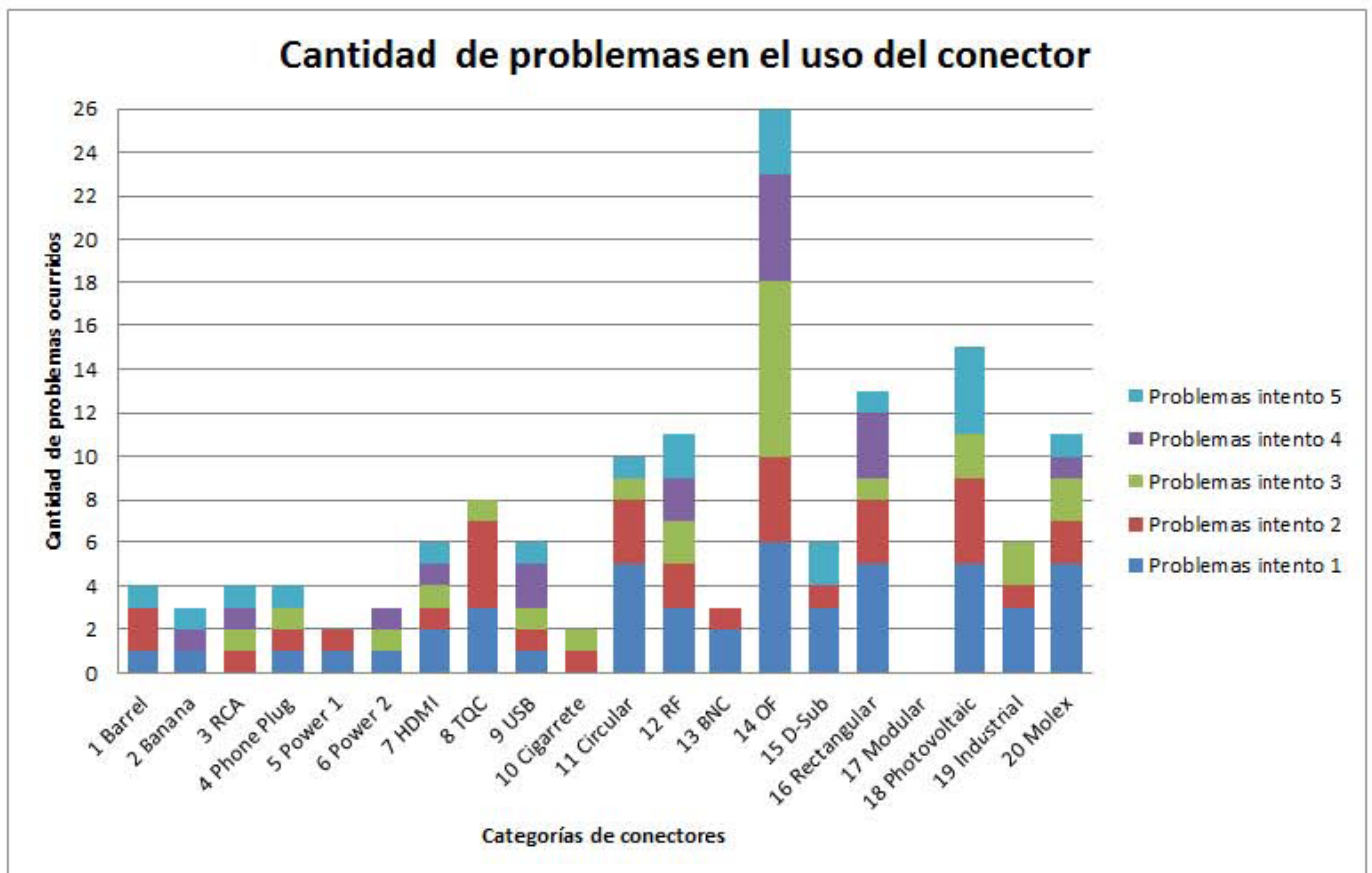
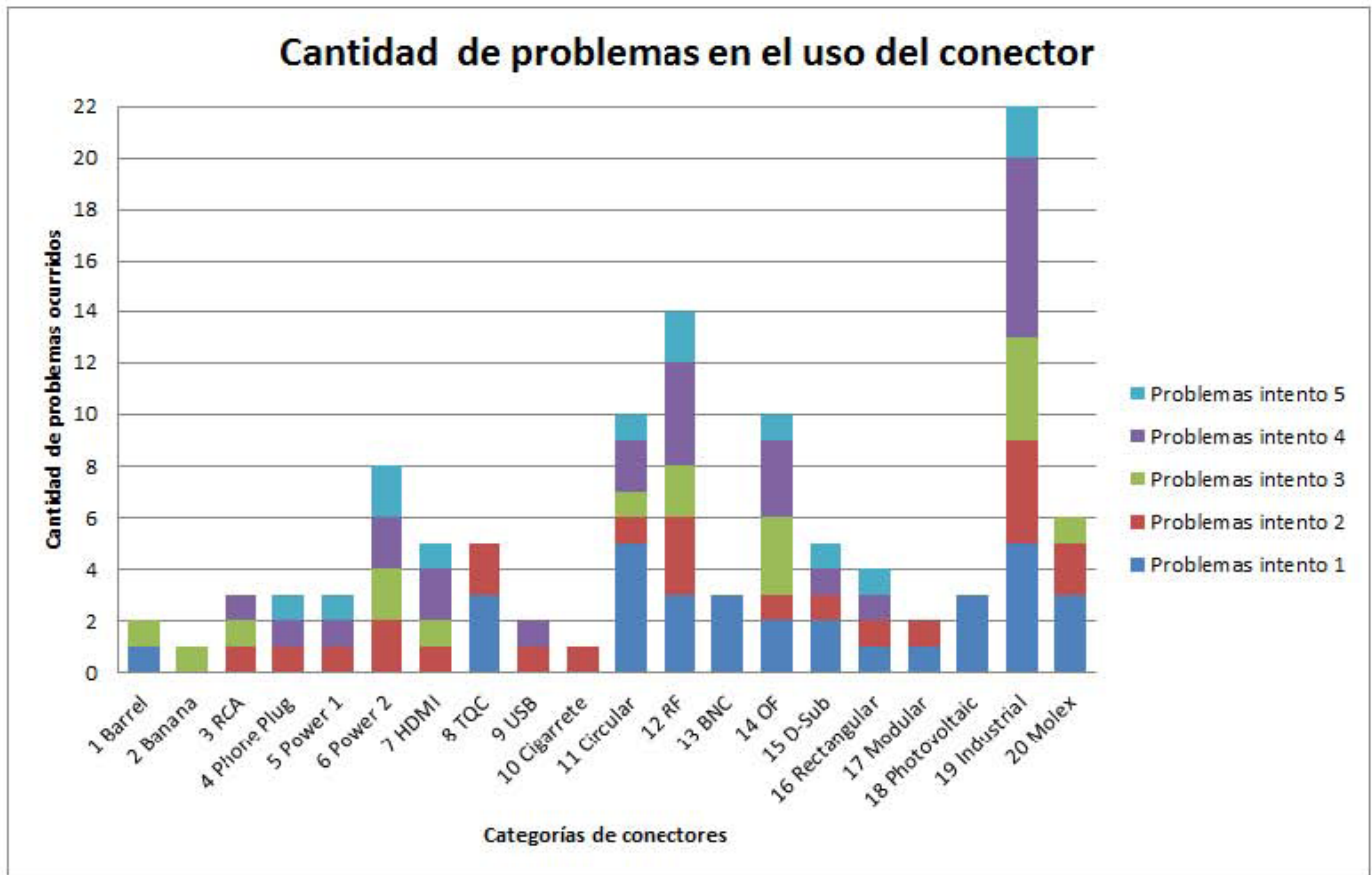
Resultados Pruebas #2

INEXPERTO 1

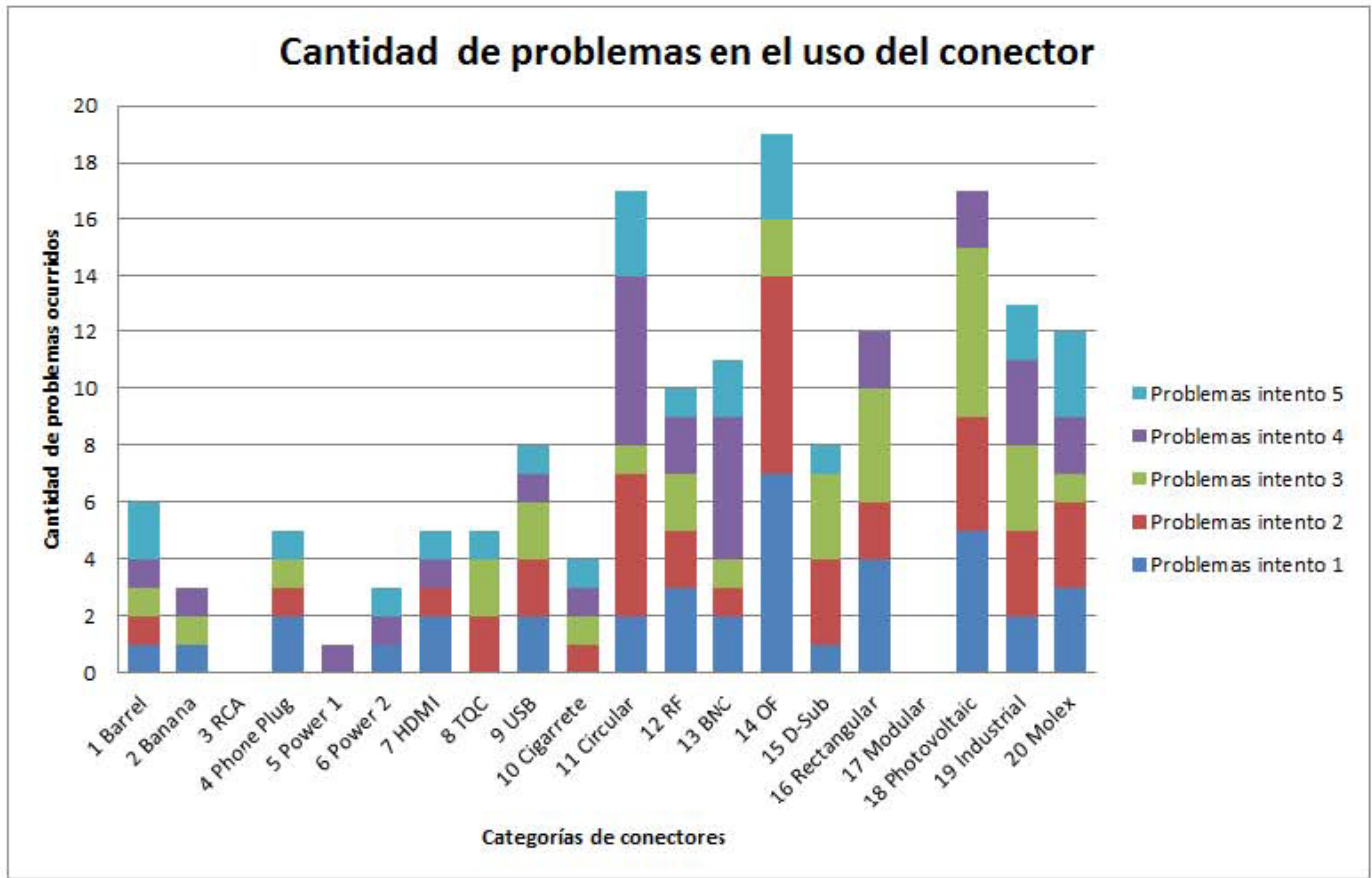


INEXPERTO 2

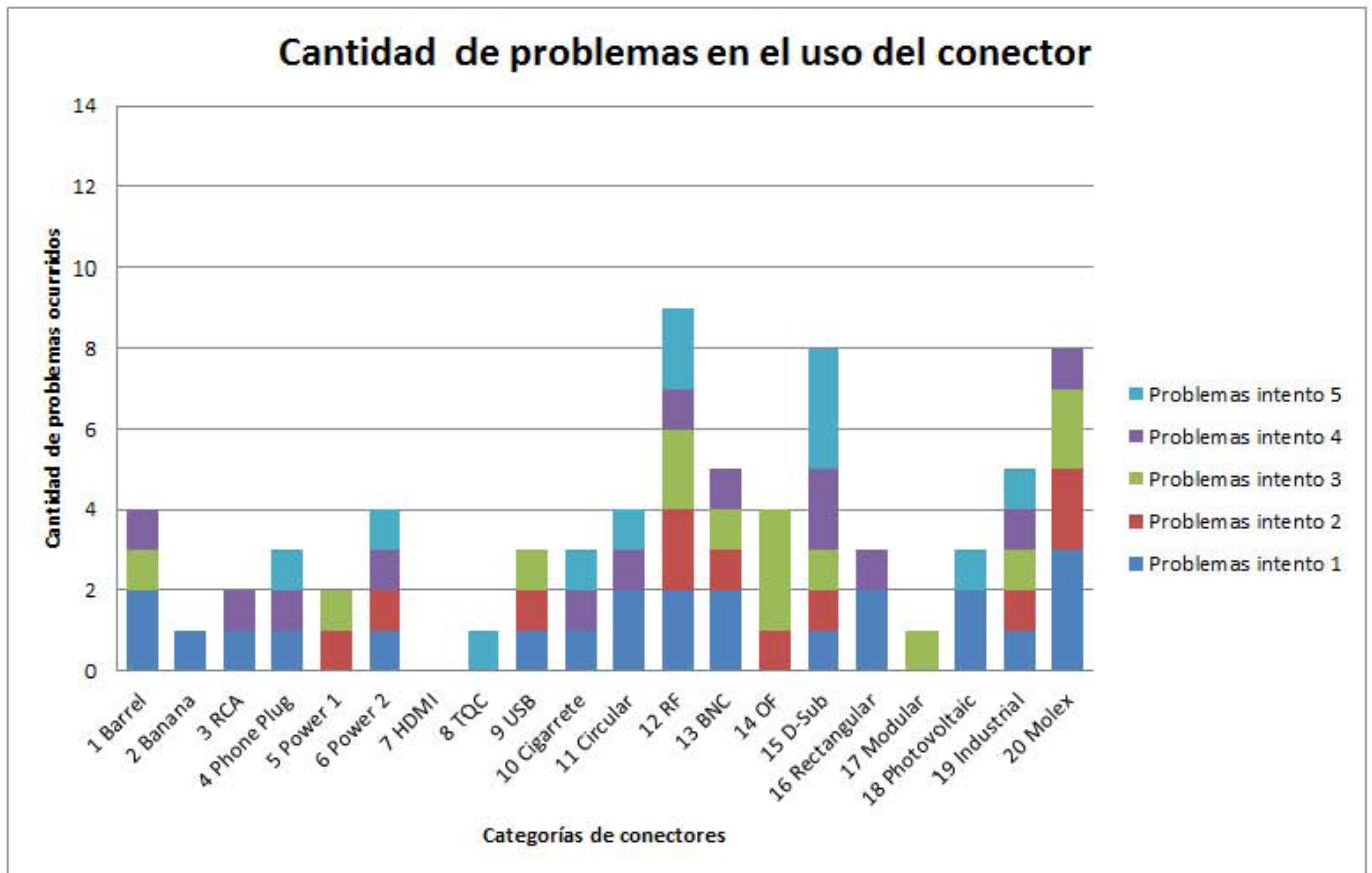




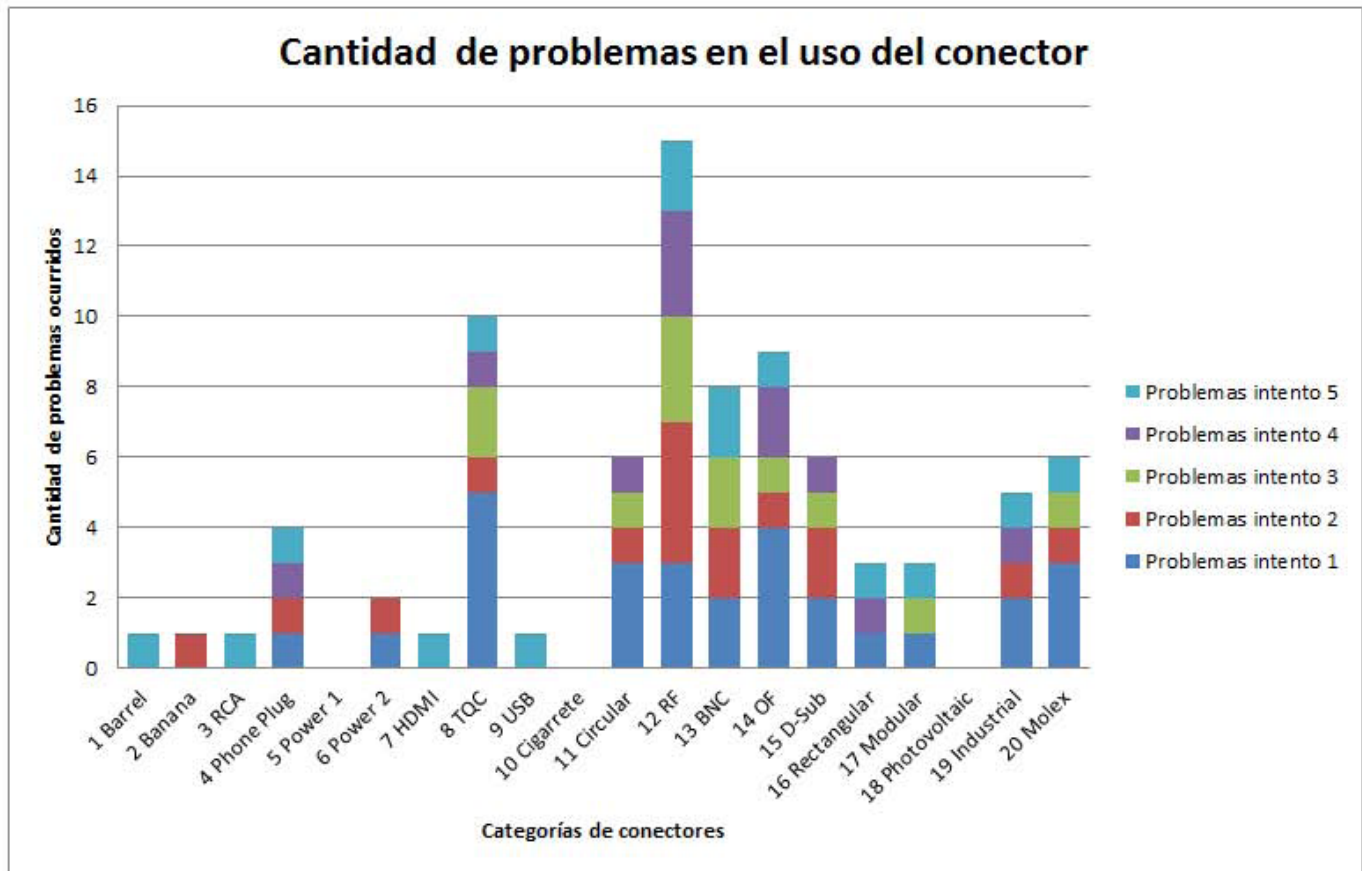
INEXPERTO 5



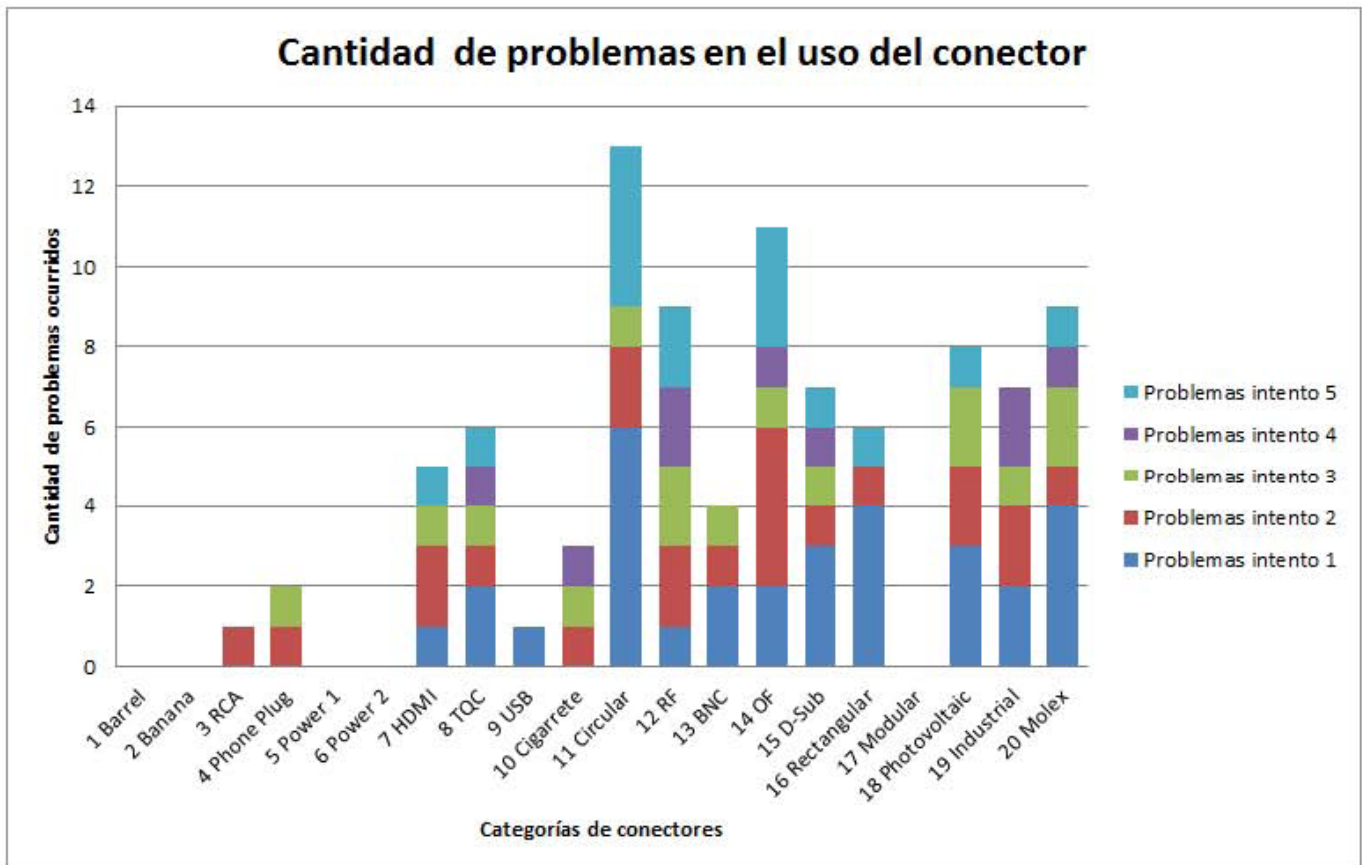
EXPERTO 5



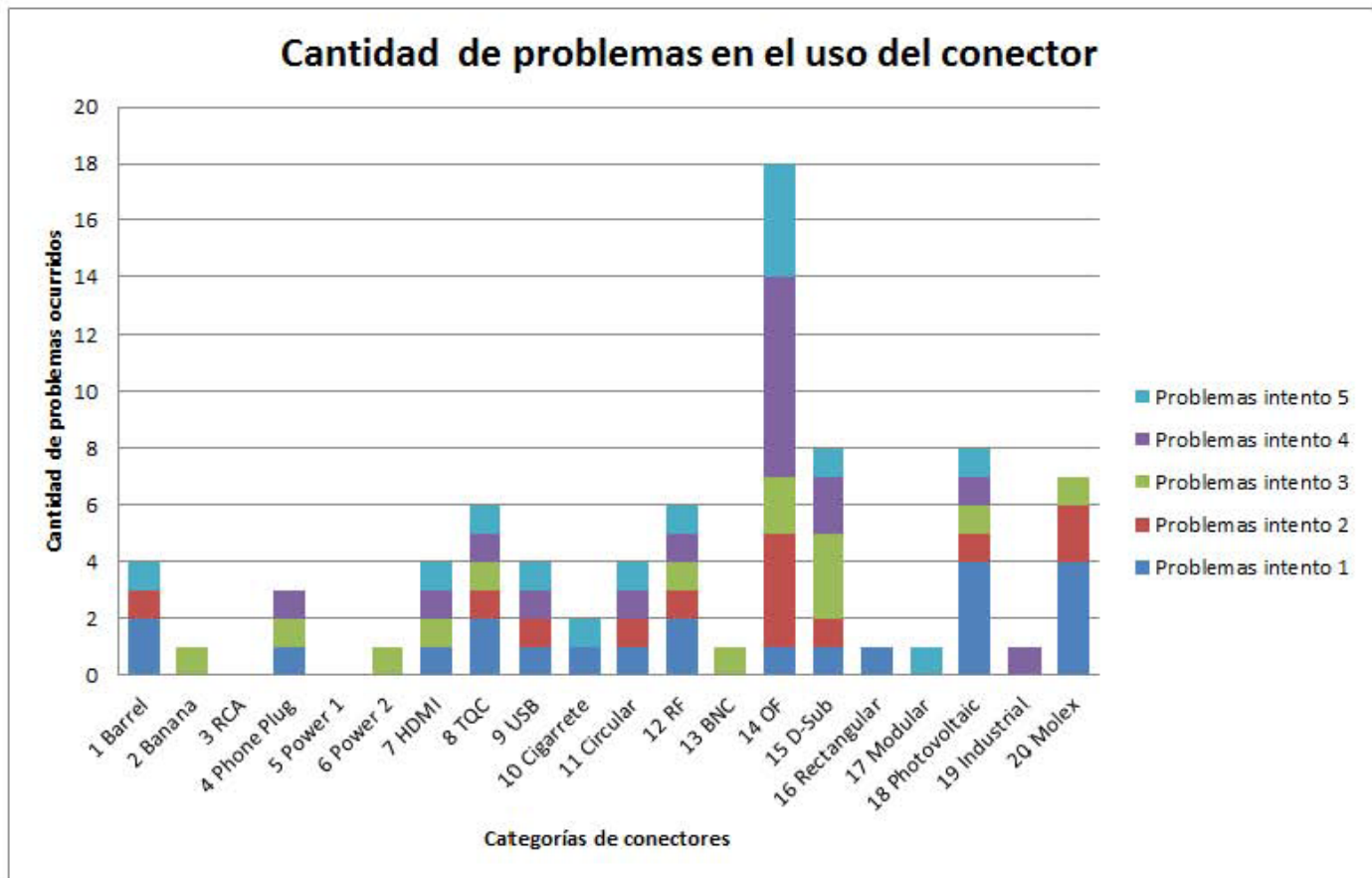
EXPERTO 1



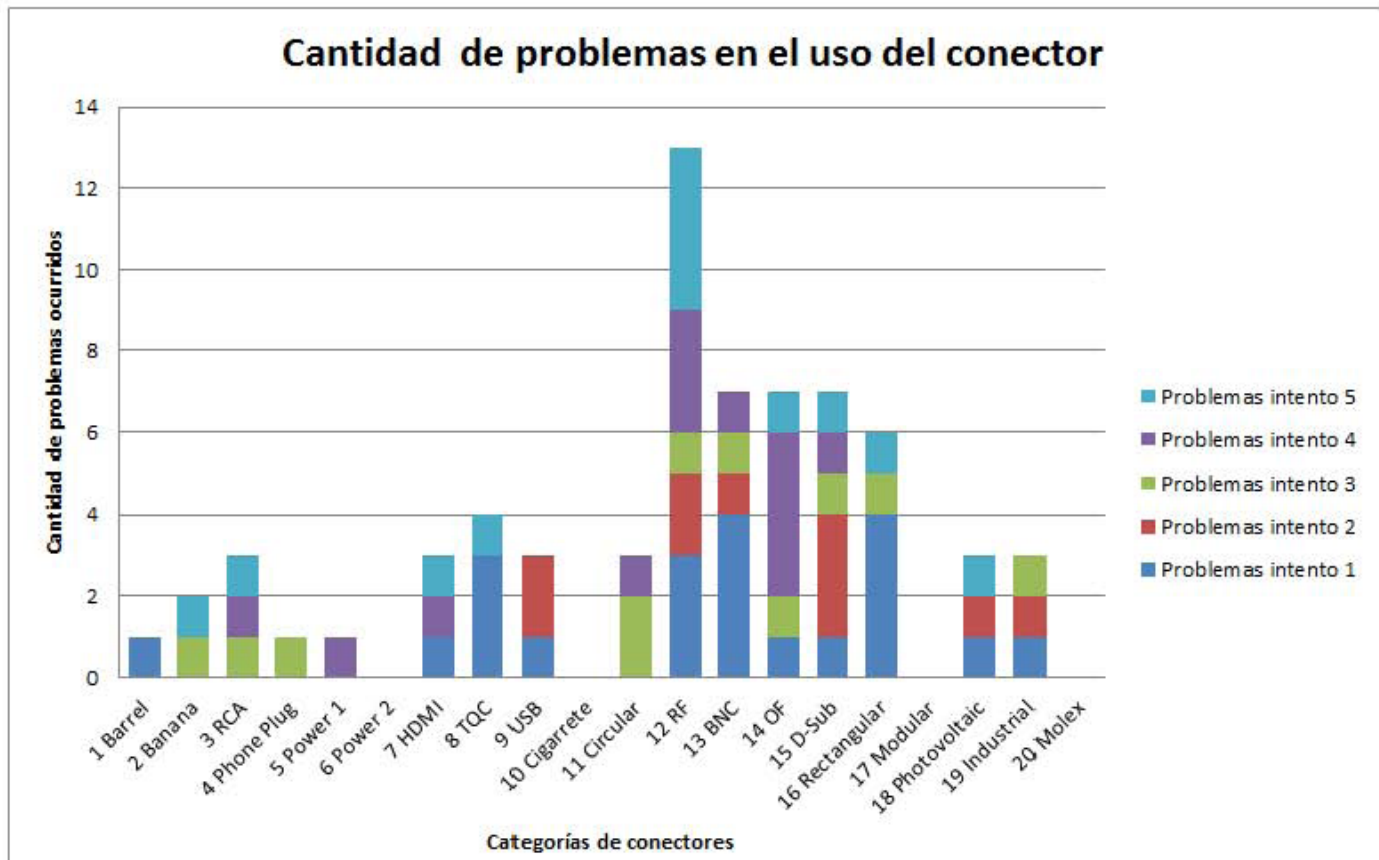
EXPERTO 2



EXPERTO 3



EXPERTO 4



NIVEL DE FACILIDAD DE USO DEL CONECTOR SEGÚN USUARIOS EXPERTOS

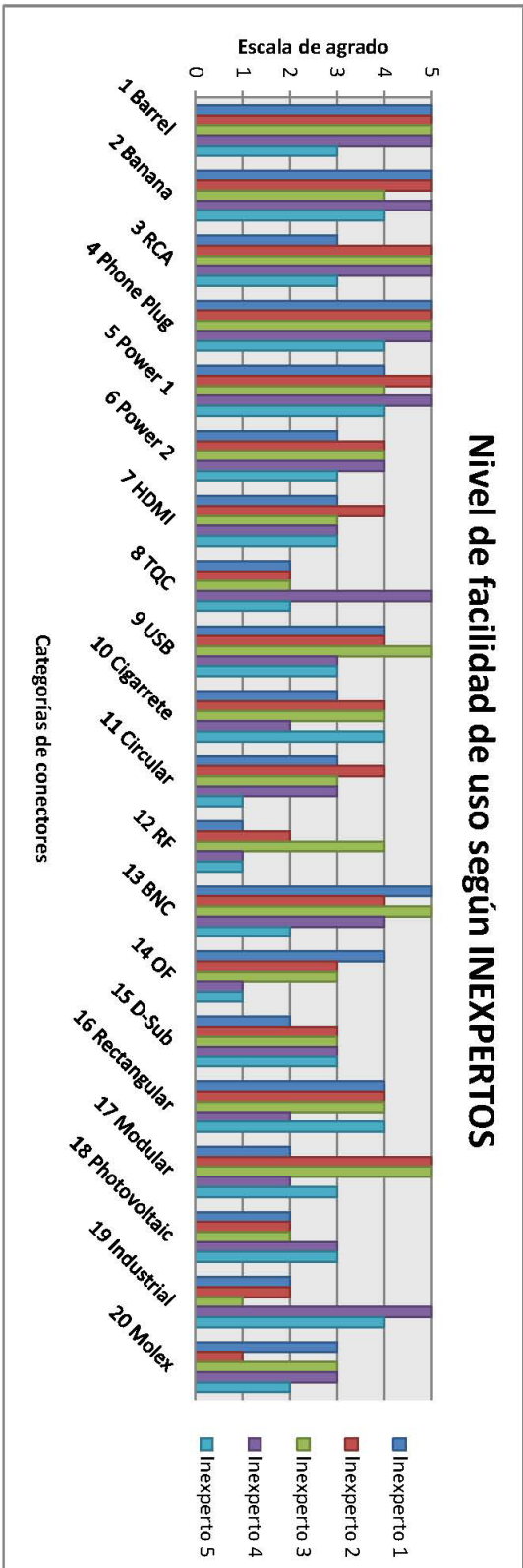
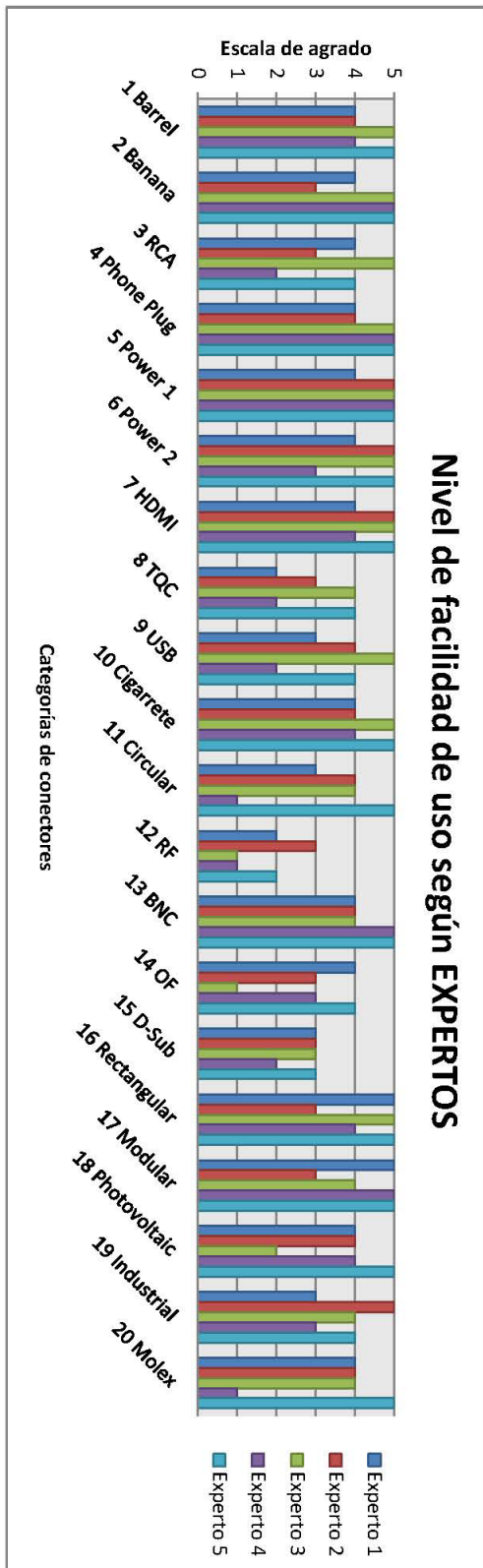
	1 Barrel	2 Banana	3 RCA	4 Phone Plug	5 Power 1	6 Power 2	7 HDMI	8 TOC	9 USB	10 Cigarrete	11 Circular	12 RF	13 BNC	
Experto 1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	3	2	4
Experto 2	4	3	3	4	5	5	5	5	3	4	4	4	3	4
Experto 3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	1	4
Experto 4	4	5	2	5	5	3	4	4	2	2	4	1	1	5
Experto 5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	2	5

NIVEL DE FACILIDAD DE USO DEL CONECTOR SEGÚN USUARIOS INEXPERTOS

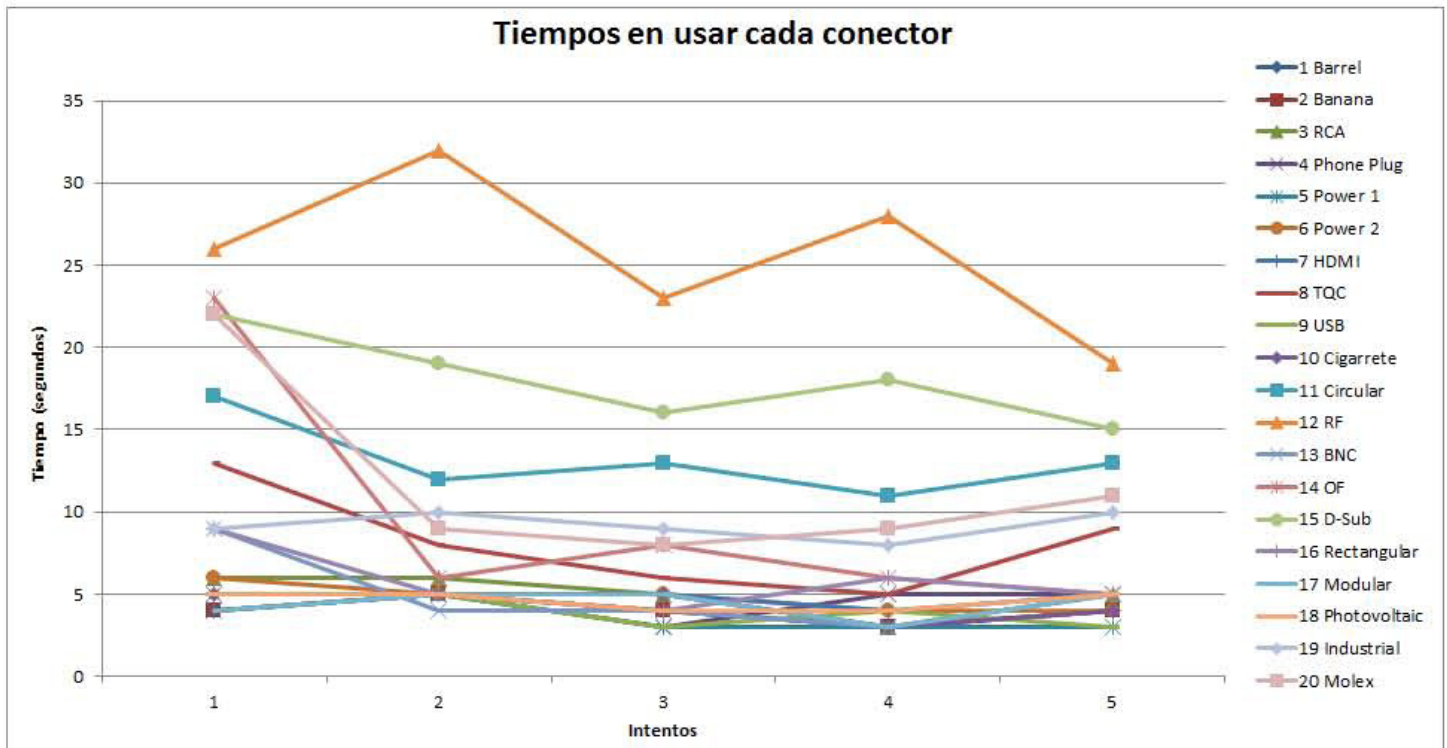
	1 Barrel	2 Banana	3 RCA	4 Phone Plug	5 Power 1	6 Power 2	7 HDMI	8 TOC	9 USB	10 Cigarrete	11 Circular	12 RF	13 BNC	
Inexperto 1	5	5	3	5	4	3	3	3	2	4	3	3	1	5
Inexperto 2	5	5	5	5	5	4	4	4	2	4	4	4	2	4
Inexperto 3	5	4	5	4	4	4	3	2	2	5	4	3	4	5
Inexperto 4	5	5	5	5	5	4	4	3	5	3	2	3	1	4
Inexperto 5	3	4	3	4	4	3	3	3	2	3	4	1	1	2

	14 OF	15 D-Sub	16 Rectangula	17 Modular	18 Photovoltz	19 Industrial	20 Molex
	4	3	3	5	5	4	3
	3	3	3	3	3	4	5
	1	3	3	5	4	2	4
	3	2	4	4	5	4	3
	4	3	3	5	5	5	4

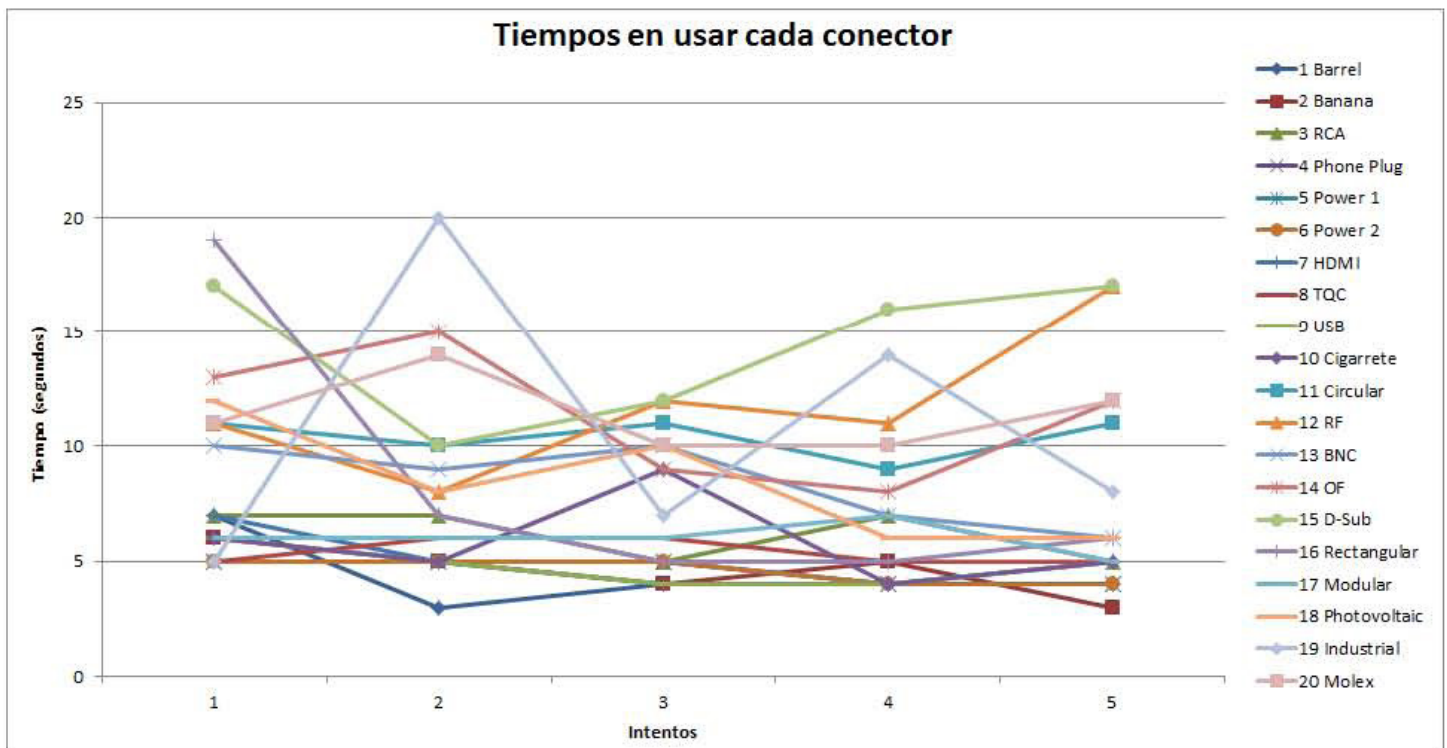
	14 OF	15 D-Sub	16 Rectangula	17 Modular	18 Photovoltz	19 Industrial	20 Molex
	4	2	4	4	2	2	3
	3	3	4	4	5	2	1
	3	3	4	4	5	2	3
	1	3	2	2	2	3	3
	1	3	4	4	3	3	2



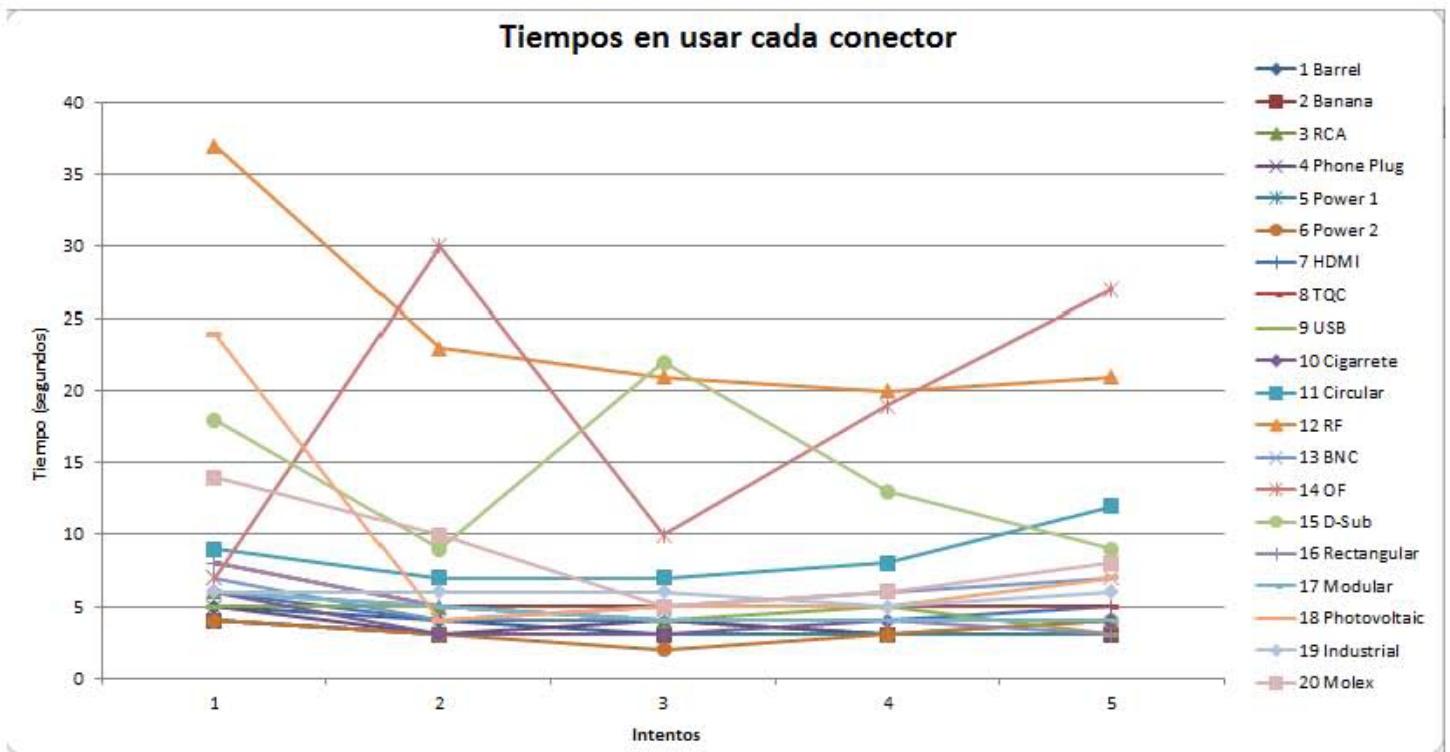
EXPERTO 1



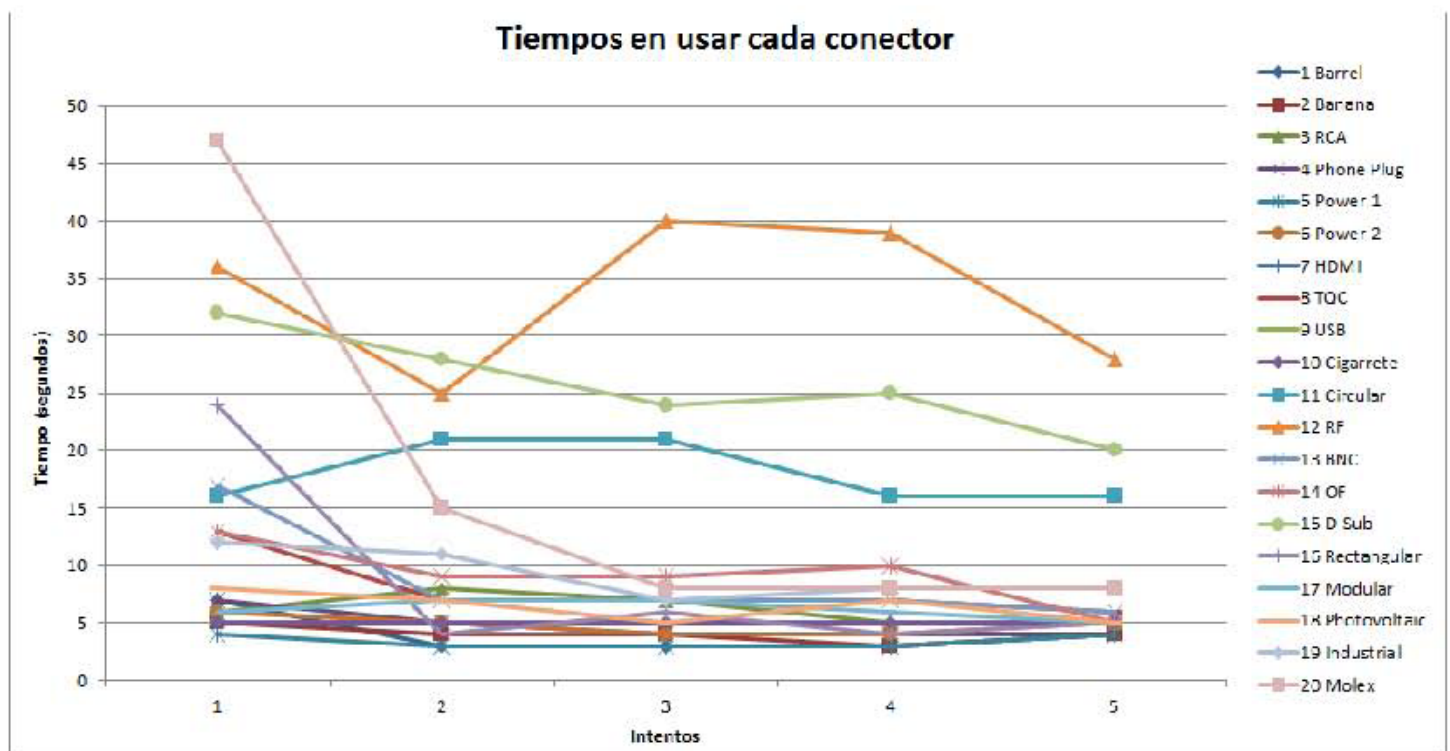
EXPERTO 2



EXPERTO 3 *Peak promediado

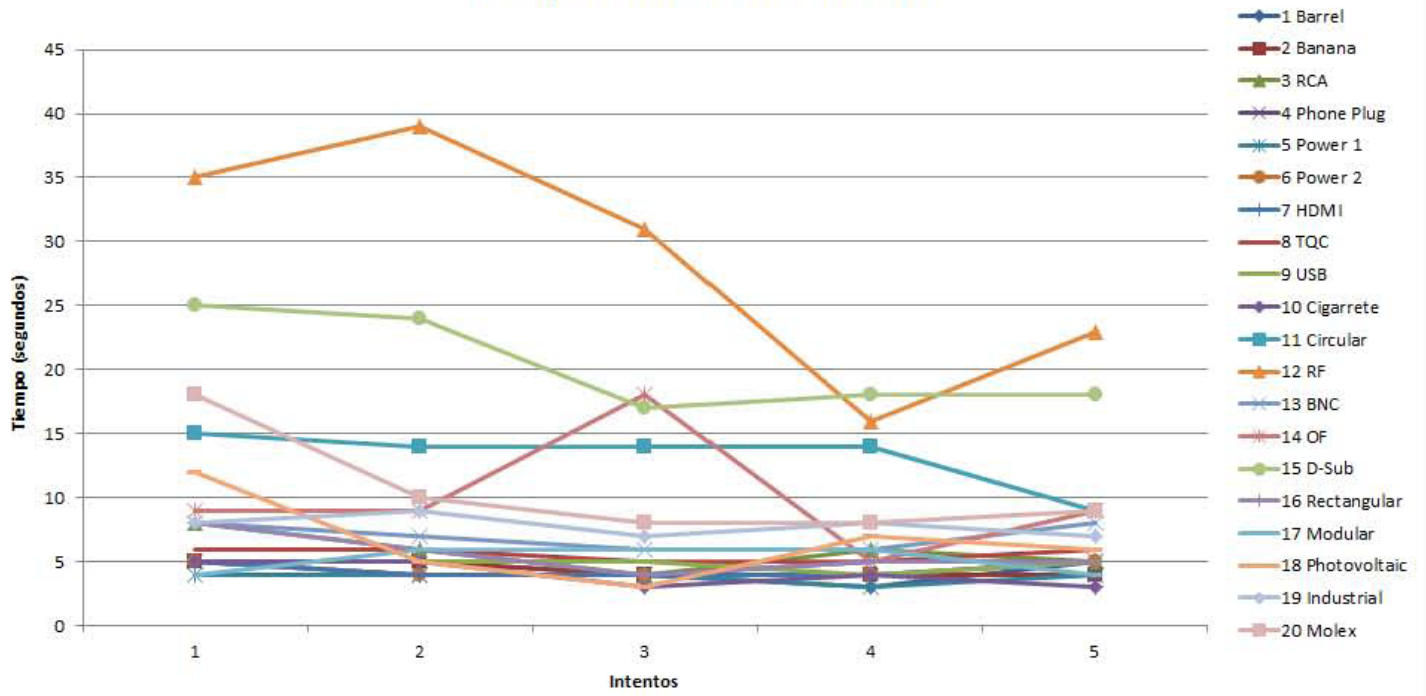


EXPERTO 4



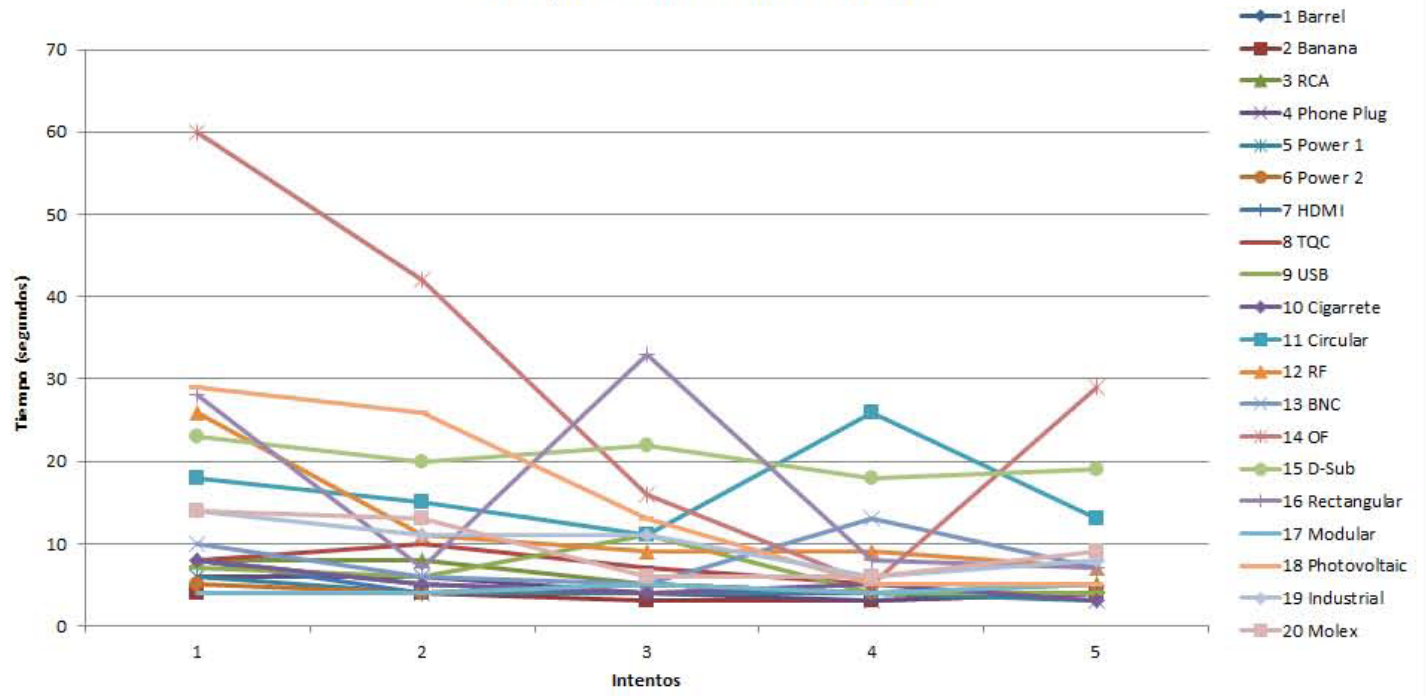
EXPERTO 5

Tiempos en usar cada conector

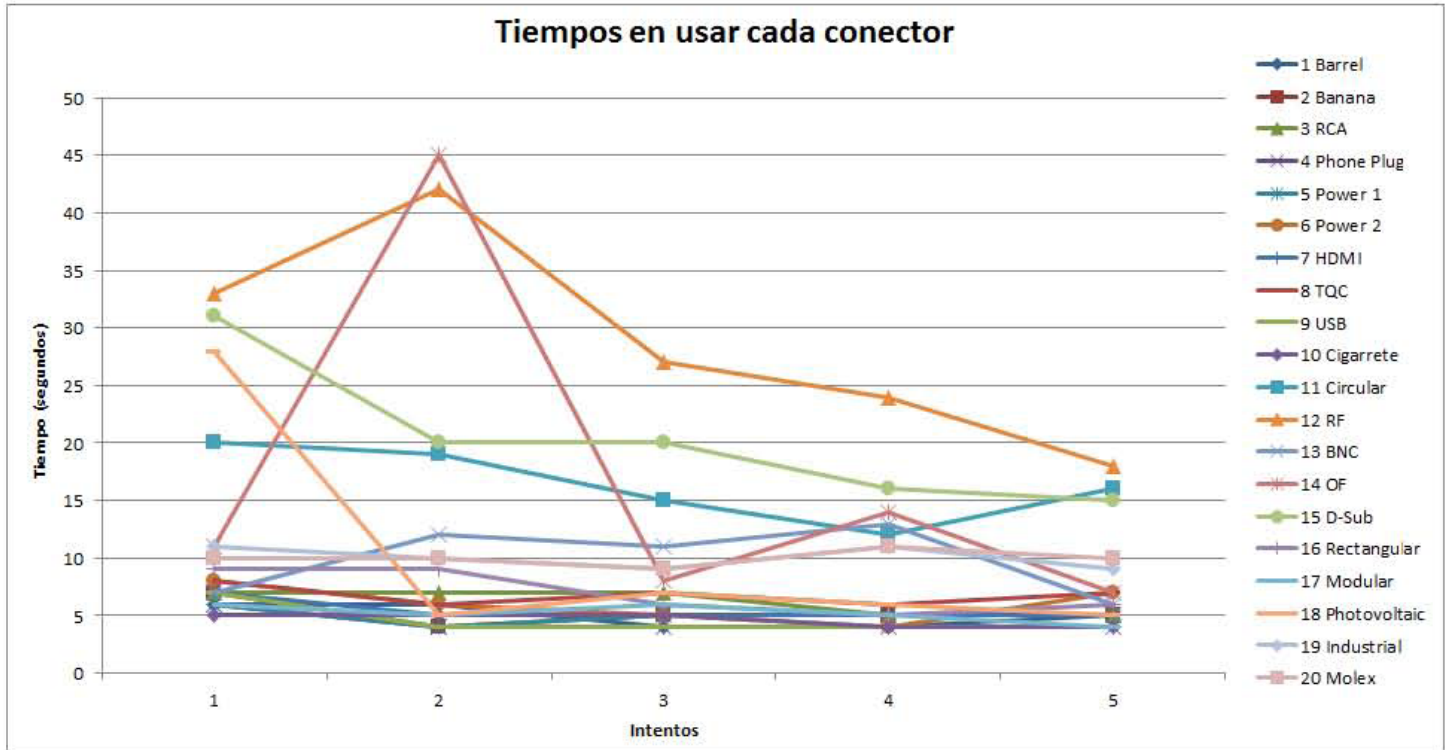


INEXPERTO 5

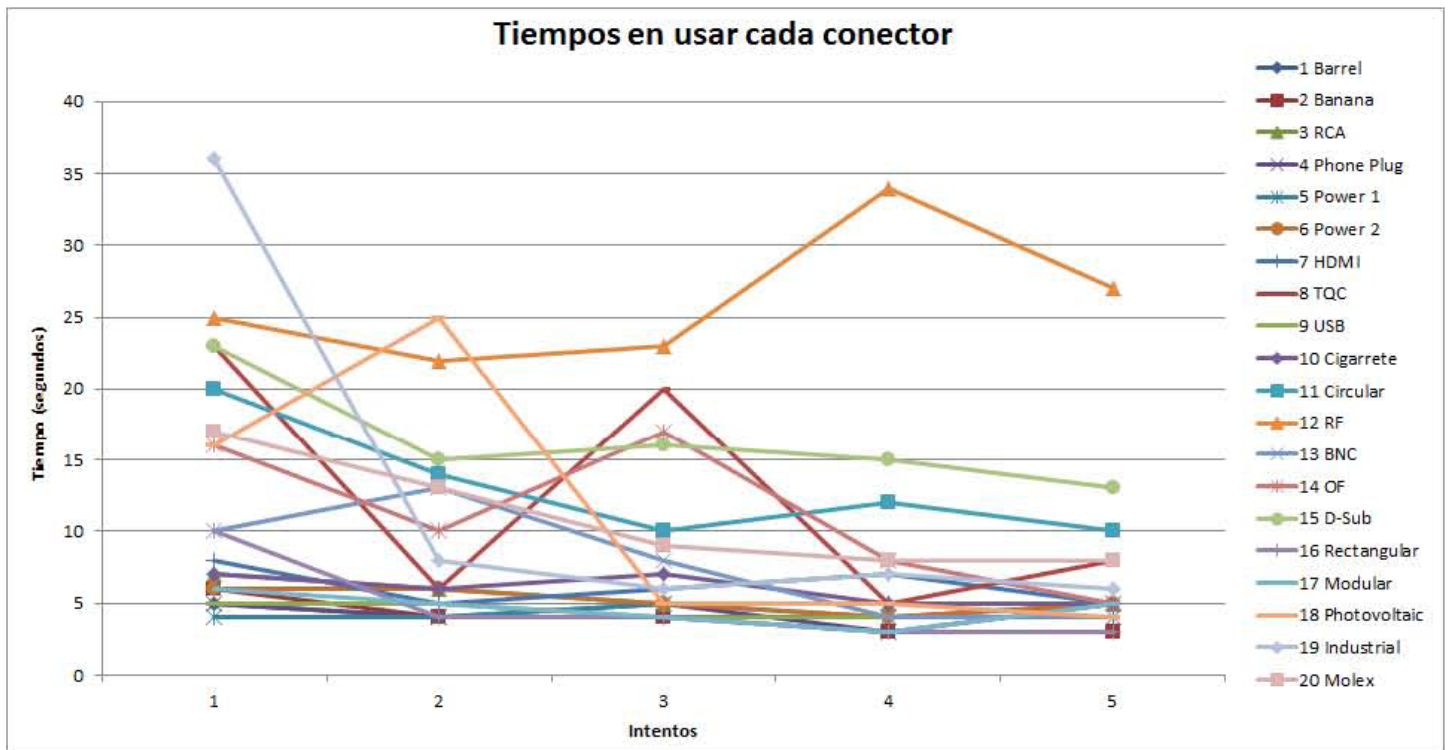
Tiempos en usar cada conector



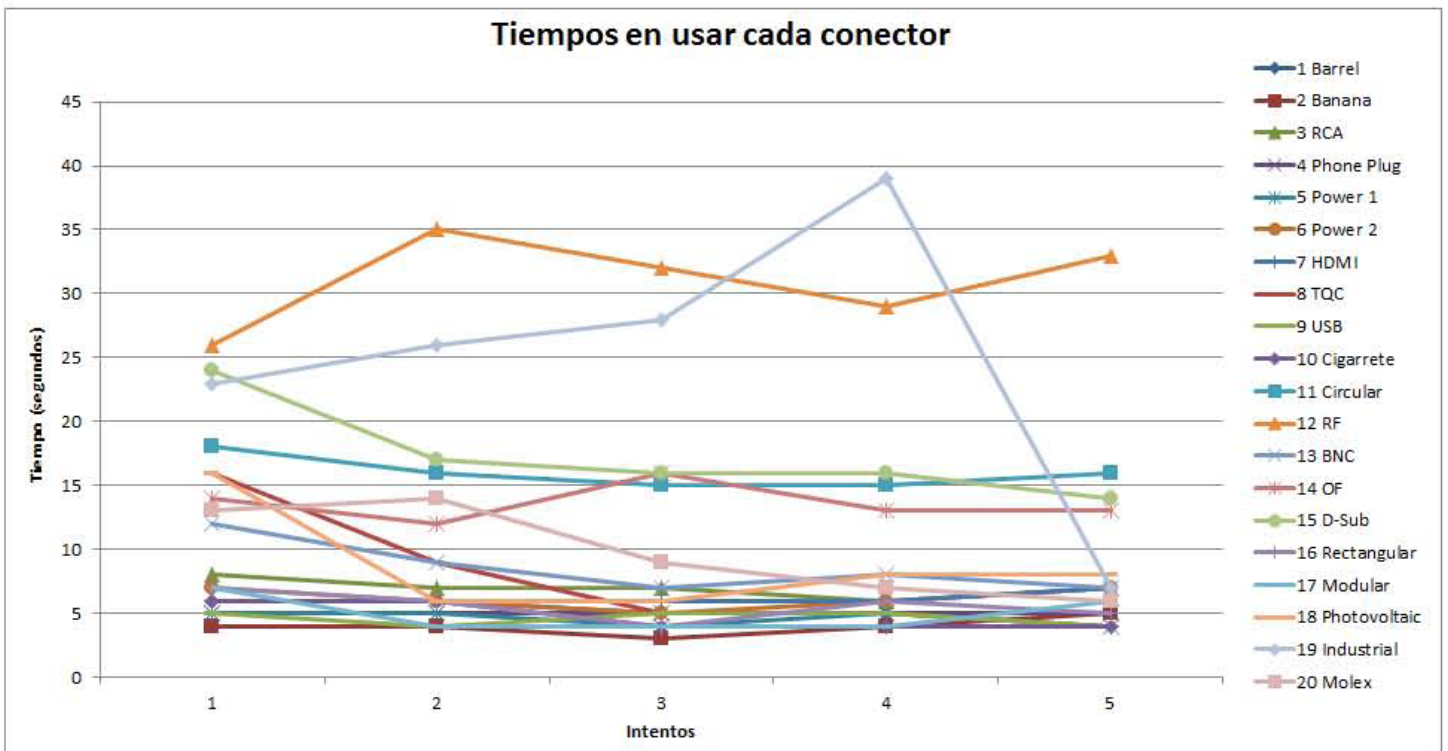
INEXPERTO 1



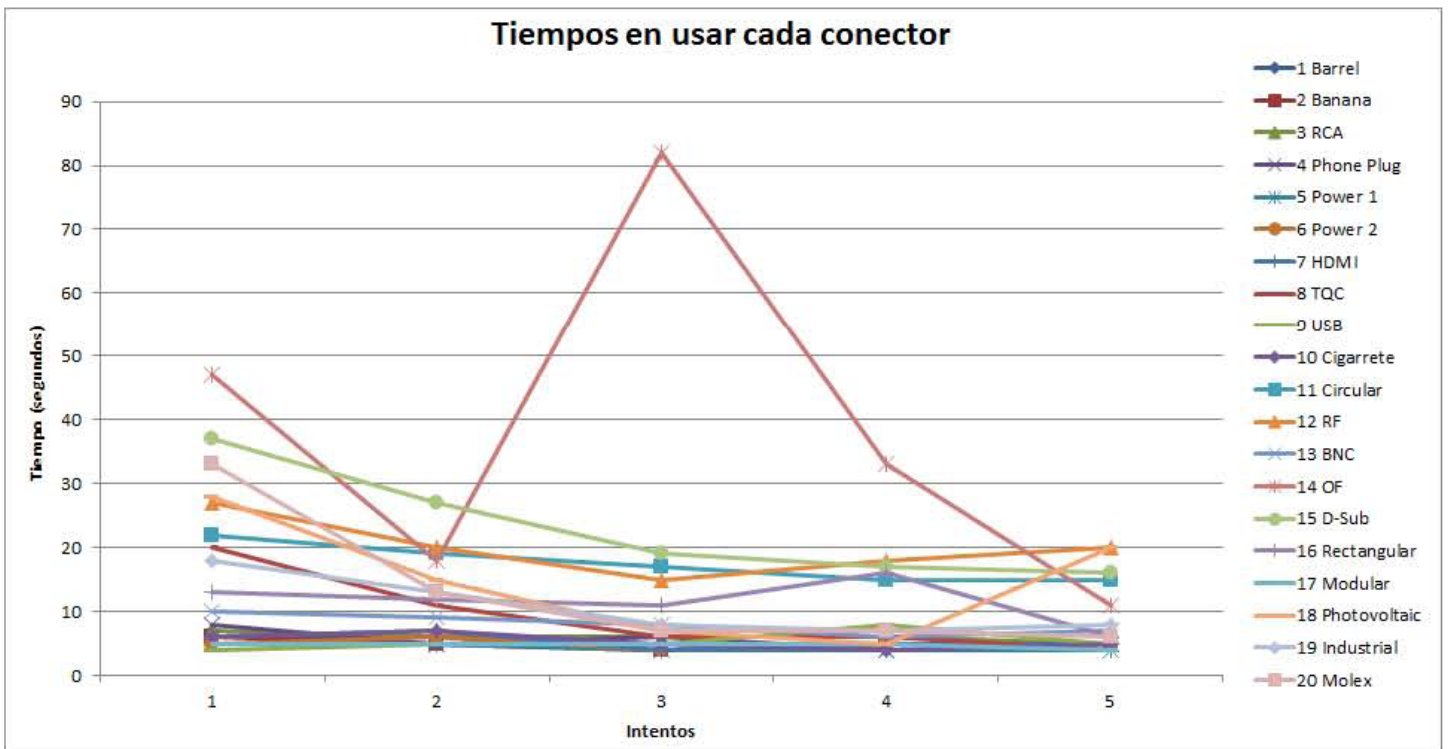
INEXPERTO 2



INEXPERTO 3



INEXPERTO 4



Resultados Pruebas #3 (Pigtail)

Información levantada desde las pruebas #3 - Tiempos y puntuación de facilidad de guía

INEXPERTO 1	intento 1	intento 2	intento 3	intento 4	intento 5	Voto
señal asistencia	17	12	6	5	6	3
ambos ejes	33	23	7	10	6	2
eje vert	20	11	9	8	10	4
eje hori	13	21	16	6	6	1

*error muestral, el prototipo estaba mal puesto, por lo que se forzó el error

INEXPERTO 2	intento 1	intento 2	intento 3	intento 4	intento 5	Voto
señal asistencia	19	7	10	7	6	3
ambos ejes	14	7	14	11	10	2
eje vert	6	7	7	6	7	4
eje hori	14	8	8	7	13	1

INEXPERTO 3	intento 1	intento 2	intento 3	intento 4	intento 5	Voto
señal asistencia	53	15	11	7	7	2
ambos ejes	13	18	10	7	7	1
eje vert	21	11	6	6	7	4
eje hori	13	13	7	10	6	3

INEXPERTO 4	intento 1	intento 2	intento 3	intento 4	intento 5	Voto
señal asistencia	15	12	9	7	6	2
ambos ejes	84	7	6	5	4	4
eje vert	20	7	6	6	5	3
eje hori	14	6	6	5	5	1

INEXPERTO 5	intento 1	intento 2	intento 3	intento 4	intento 5	Voto
señal asistencia	86	20	36	8	9	1
ambos ejes	27	10	9	7	15	4
eje vert	14	10	8	8	11	2
eje hori	20	12	9	8	11	3

INEXPERTO 6	intento 1	intento 2	intento 3	intento 4	intento 5	Voto
señal asistencia	10	9	8	7	9	4
ambos ejes	10	11	8	7	6	3
eje vert	18	8	5	7	7	2
eje hori	12	8	8	6	7	1

INEXPERTO 7	intento 1	intento 2	intento 3	intento 4	intento 5	Voto
señal asistencia	9	29	14	10	9	3
ambos ejes	5	15	13	36	6	1
eje vert	8	18	9	33	6	2
eje hori	8	22	11	6	8	4

INSERSIÓN INCOMPLETA

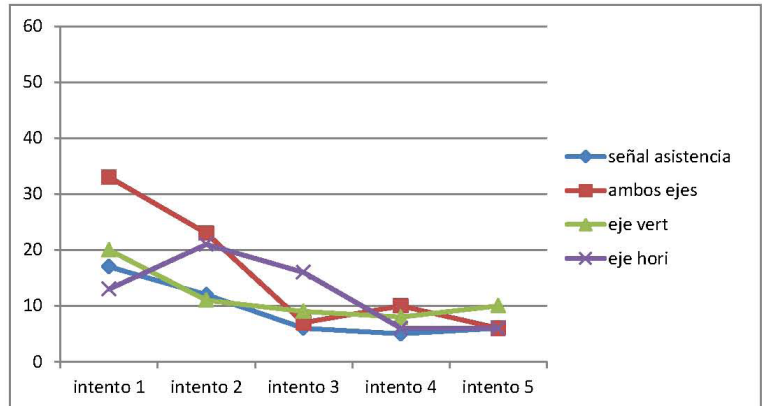
SE DA POR VENCIDO

Tiempo promedio para la tarea en el primer y último intento (segs)

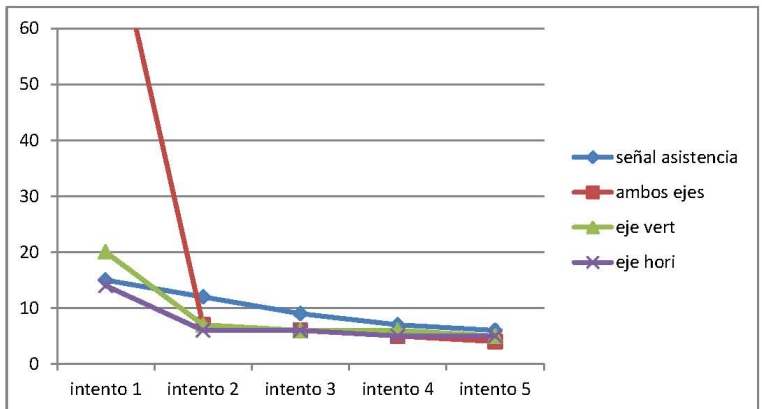
	(Primer intento)			(Último intento)
punto	32			7,666667
vertical	14,5			7,166667
horizontal	13,5			8,333333
ambos ejes	25,5			8

Tiempo menor falso: Fue porque los usuarios se rindieron.

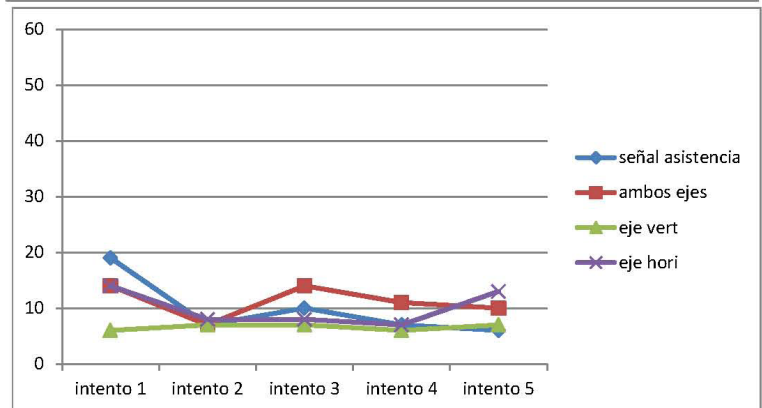
USUARIO 1



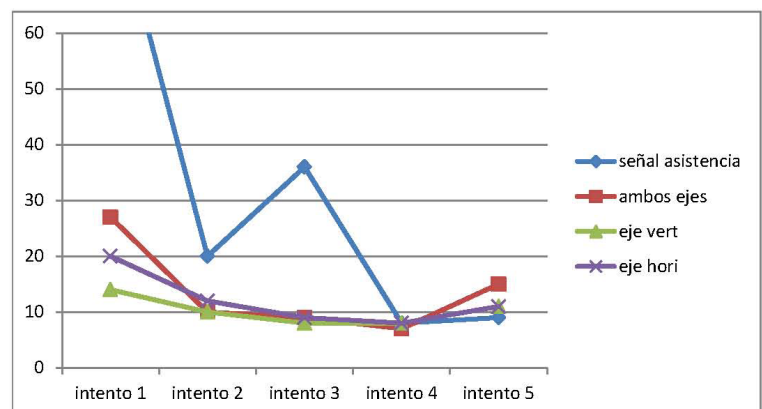
USUARIO 2



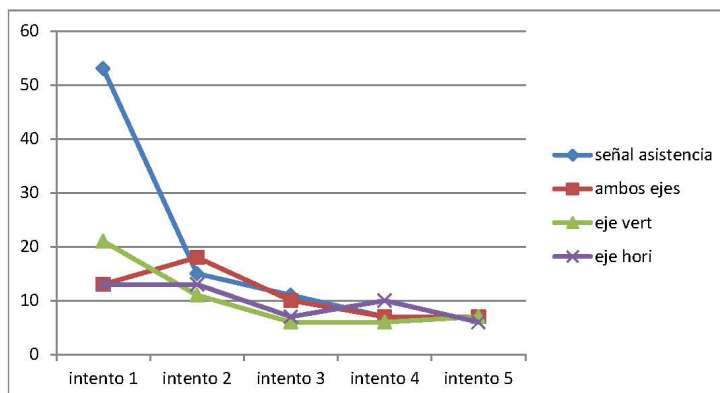
USUARIO 3



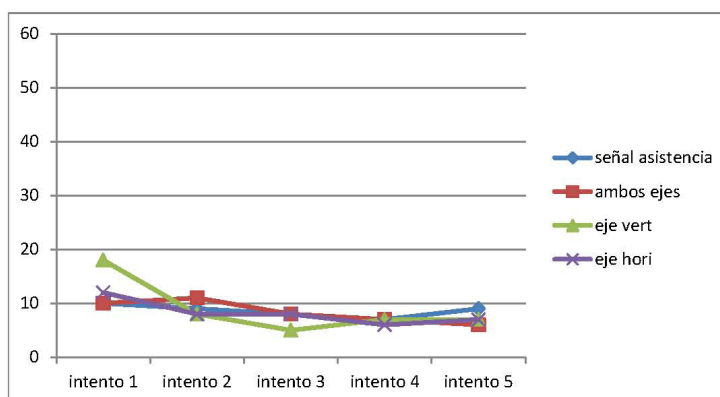
USUARIO 4



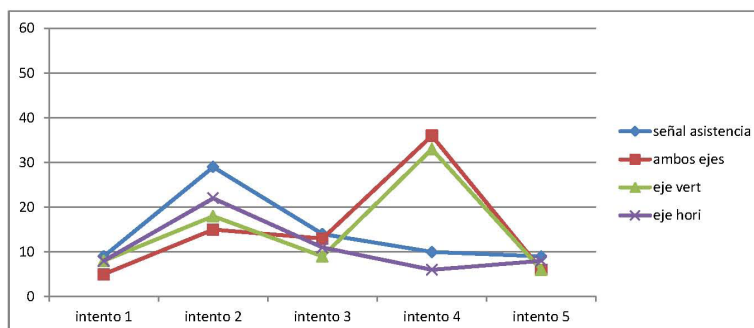
USUARIO 5



USUARIO 6



USUARIO 7



Votos en función de la facilidad de uso



	señal asistencia	ambos ejes	eje vertical	eje horizontal
INEXPERTO 1	3	2	4	1
INEXPERTO 2	3	2	4	1
INEXPERTO 3	2	1	4	3
INEXPERTO 4	2	4	3	1
INEXPERTO 5	1	4	2	3
INEXPERTO 6	4	3	2	1
INEXPERTO 7	3	1	2	4
	18	17	21	14

Resultados Pruebas #4

Información levantada desde las pruebas #4

Tiempos de logro

INEXPERTO 1	intento 1	intento 2	intento 3	Voto de uso
Palanca Frontal	10	7	7	5
Deslizante	21	15	9	3
Palanca Lateral	15	10	8	4

INEXPERTO 2	intento 1	intento 2	intento 3	Voto de uso
Palanca Frontal	12	8	7	5
Deslizante	28	20	11	3
Palanca Lateral	12	14	7	4

INEXPERTO 3	intento 1	intento 2	intento 3	Voto de uso
Palanca Frontal	18	12	10	4
Deslizante	16	14	14	5
Palanca Lateral	18	14	11	4

INEXPERTO 4	intento 1	intento 2	intento 3	Voto de uso
Palanca Frontal	15	10	6	4
Deslizante	13	7	11	3
Palanca Lateral	7	6	7	5

INEXPERTO 5	intento 1	intento 2	intento 3	Voto de uso
Palanca Frontal	15	8	7	5
Deslizante	15	9	11	3
Palanca Lateral	21	8	11	3

(menor tiempo)

Tiempo promedio último intento

Palanca Frontal	7,4
Deslizante	11,2
Palanca Lateral	8,8

Visualización escala de agrado de uso en conjunto

P. frontal P. lateral Deslizante



Inexperto 1	5	4	3
Inexperto 2	5	4	3
Inexperto 3	4	4	5
Inexperto 4	4	5	3
Inexperto 5	5	3	3
Total	23	20	17

Cantidad de problemáticas de uso

INEXPERTO 1	intento 1	intento 2	intento 3	total
Palanca Frontal	0	0	0	0
Deslizante	1	1	0	2
Palanca Lateral	1	1	1	3

INEXPERTO 2	intento 1	intento 2	intento 3	
Palanca Frontal	1	0	0	1
Deslizante	1	1	2	4
Palanca Lateral	0	0	0	0

INEXPERTO 3	intento 1	intento 2	intento 3	
Palanca Frontal	2	1	2	5
Deslizante	2	3	2	7
Palanca Lateral	2	2	2	6

INEXPERTO 4	intento 1	intento 2	intento 3	
Palanca Frontal	2	1	1	4
Deslizante	1	1	2	4
Palanca Lateral	0	1	1	2

INEXPERTO 5	intento 1	intento 2	intento 3	
Palanca Frontal	0	1	1	2
Deslizante	3	3	3	9
Palanca Lateral	3	1	1	5

Total problemáticas

Palanca Frontal	12
Deslizante	26
Palanca Lateral	16

FICHA DE EVALUACIÓN DE UTILIZABILIDAD

De conectores eléctricos de acuerdo a la ISO 9241-11

Conector Tipo:

1. Información del usuario

Edad: Género: M F

Limitaciones o discapacidades:

Cantidad de conectores que no conoce

Formación:

Cantidad de conectores que nunca ha usado

INEXPERTO

EXPERTO

2. Eficacia del conector:

Tiempo esperado (segs):

Intentos: **1** **2** **3** **4** **5**

Tiempo logrado (segs)

Problemas en el uso cantidad **Total**

		1	2	3	4	5	Total
Errores	Acoplamiento	Acercamiento desfasado					
		Rotación machihembrado					
		Inserción incompleta					
		No liberar el seguro					
		Hace más de un intento					
	Se da por vencido						
Adecuaciones	Posturales	Rotación de la muñeca					
		Agarre inadecuado					
		Necesita mira el conector nuevamente					
		Utilización forzada de ambas manos					
Problemas	Percepción	Sobreforzar la inserción					
		Jalar luego de conectar					
		Rotar parte del conector que no lo requiere					
Malos	Usos	Jalar del cable					
		Apalancamiento del conector volante					
cantidad Total							

cantidad **Pasos**

3. Eficiencia de uso:

Cantidad de pasos del intento con mayor tiempo

Cantidad de errores del intento con mayor tiempo

Cantidad de intentos logrados

Logra el tiempo esperado en el intento 1 **SI** **NO**

Logra el tiempo esperado en el intento 5 **SI** **NO**

4. Satisfacción del usuario:

De 1 a 5, ¿cuánto cree ud. que facilita la realización de la actividad?



1

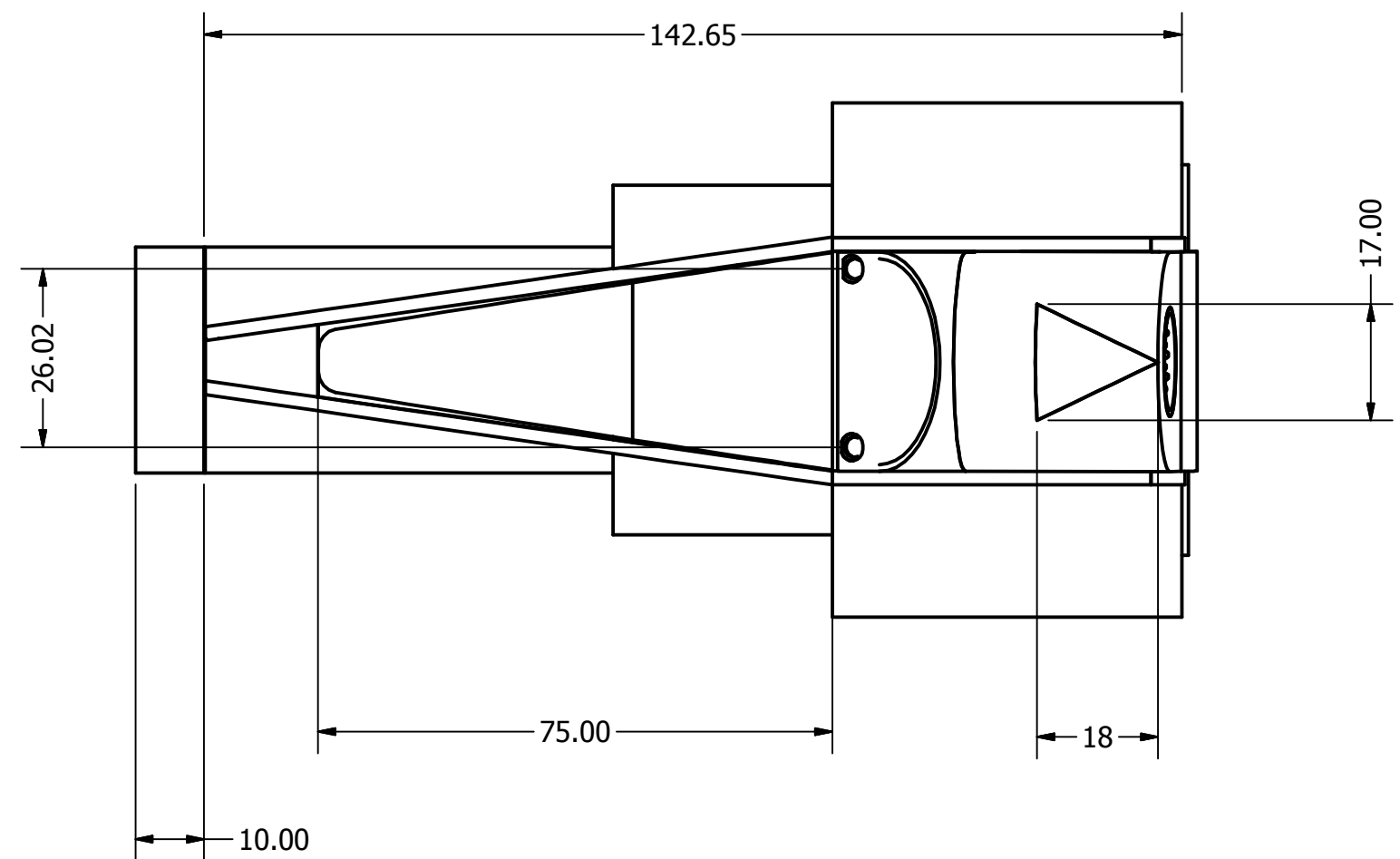
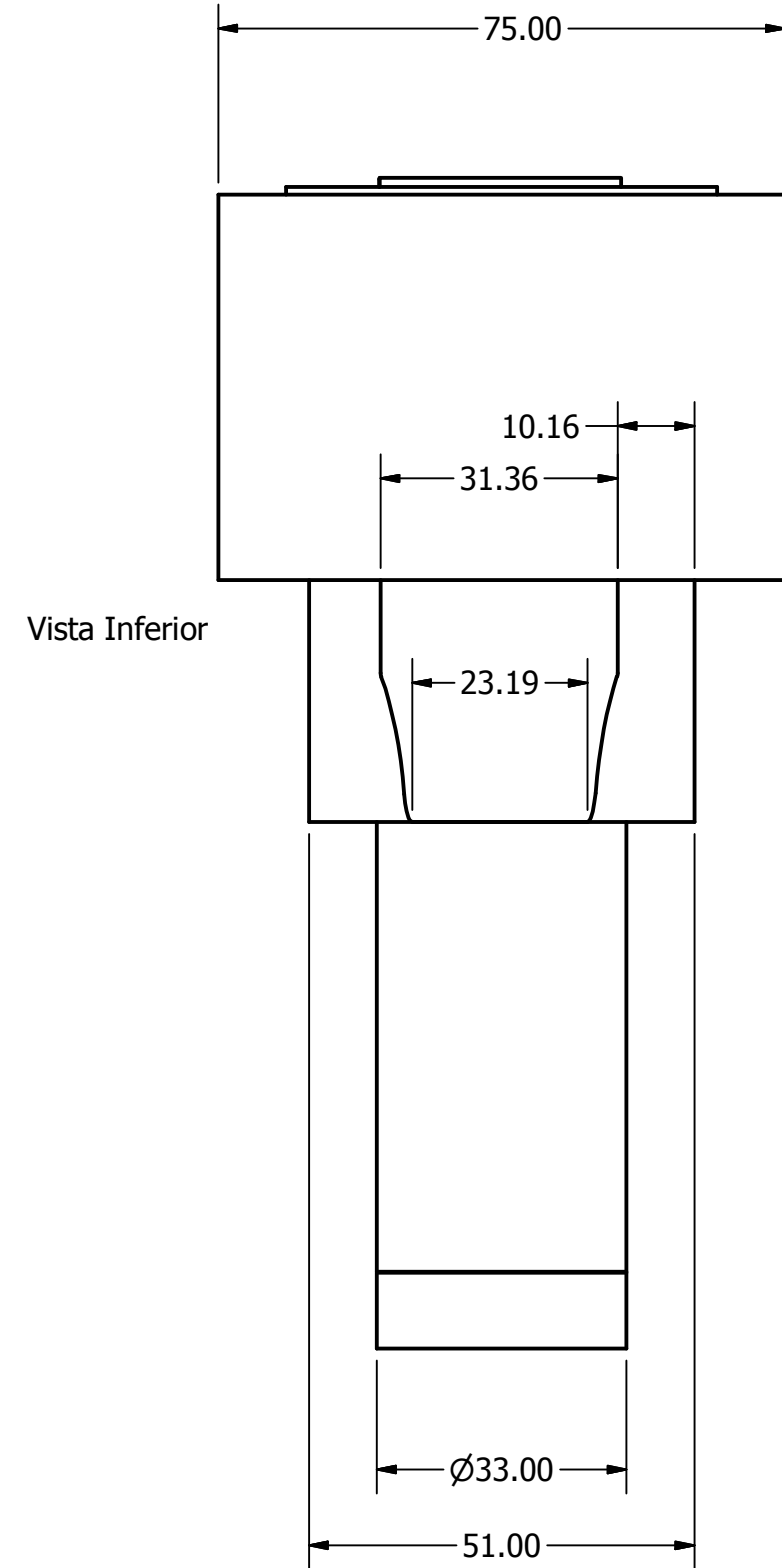
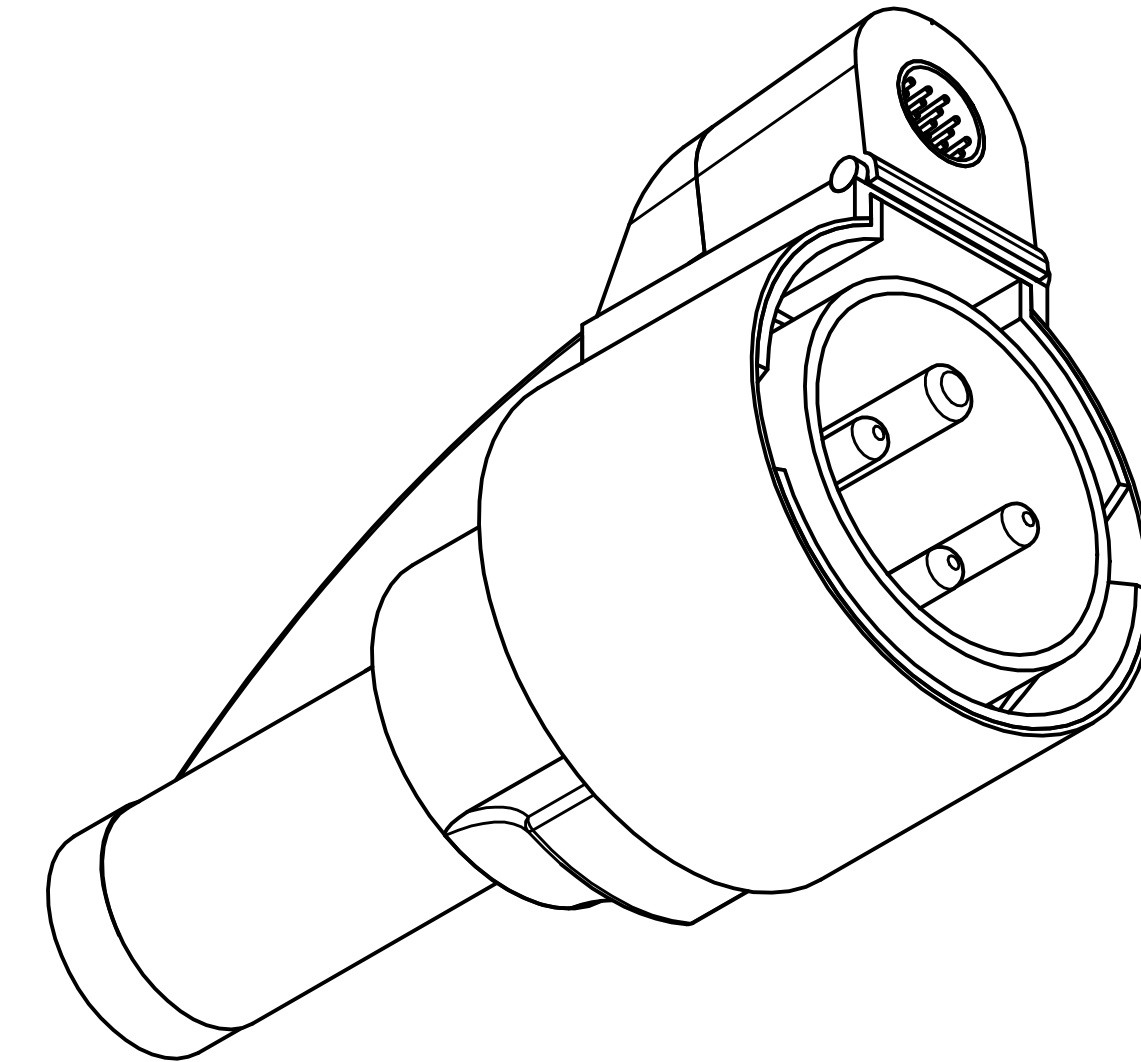
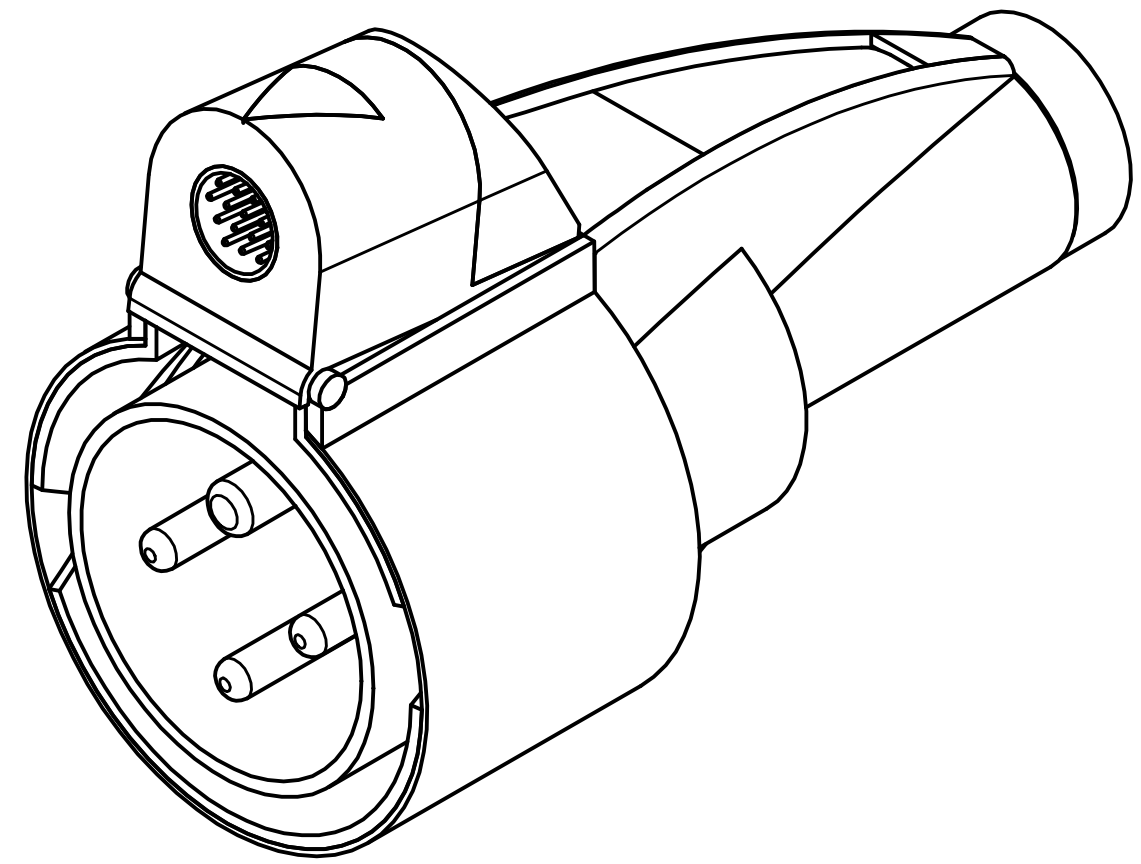
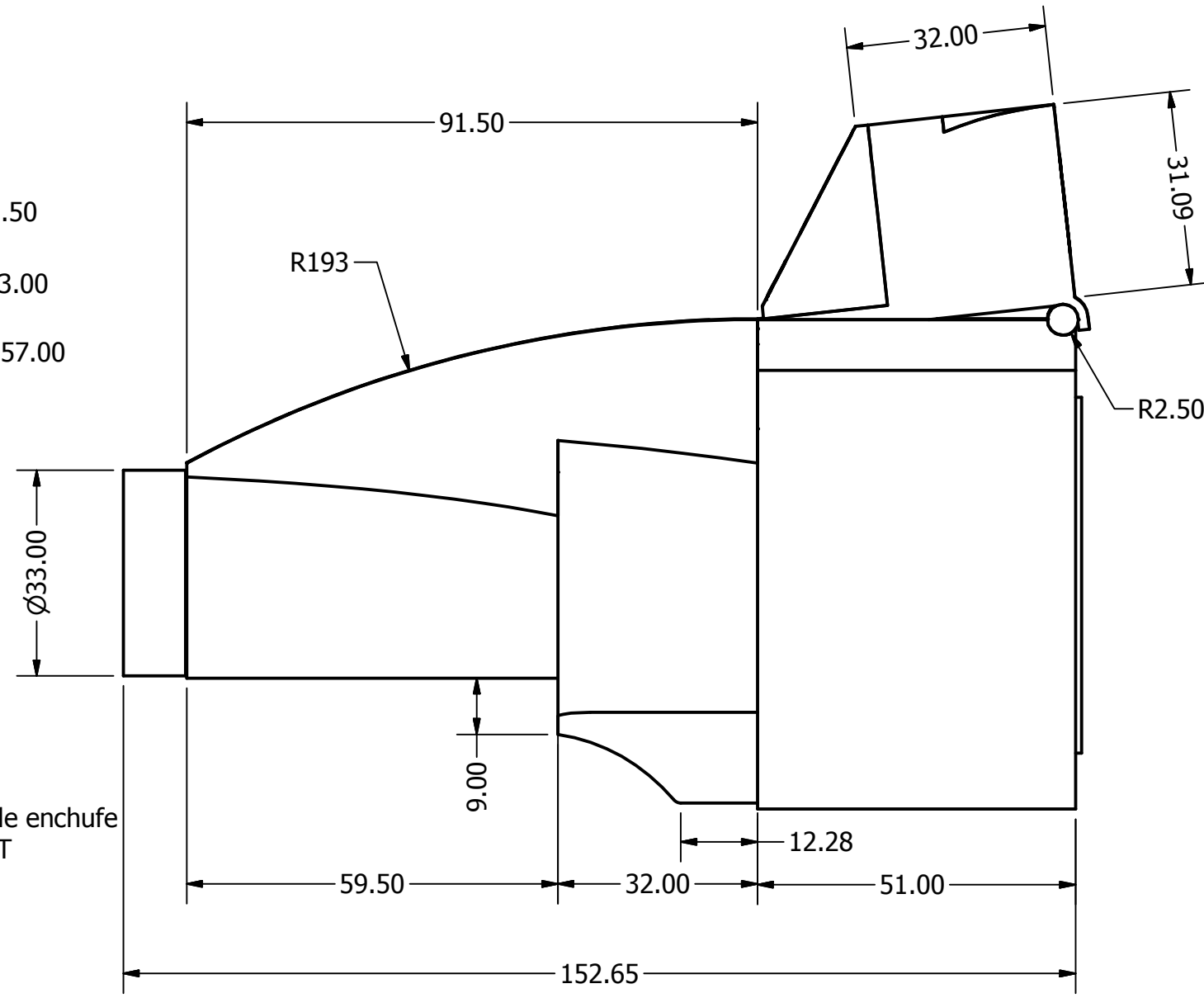
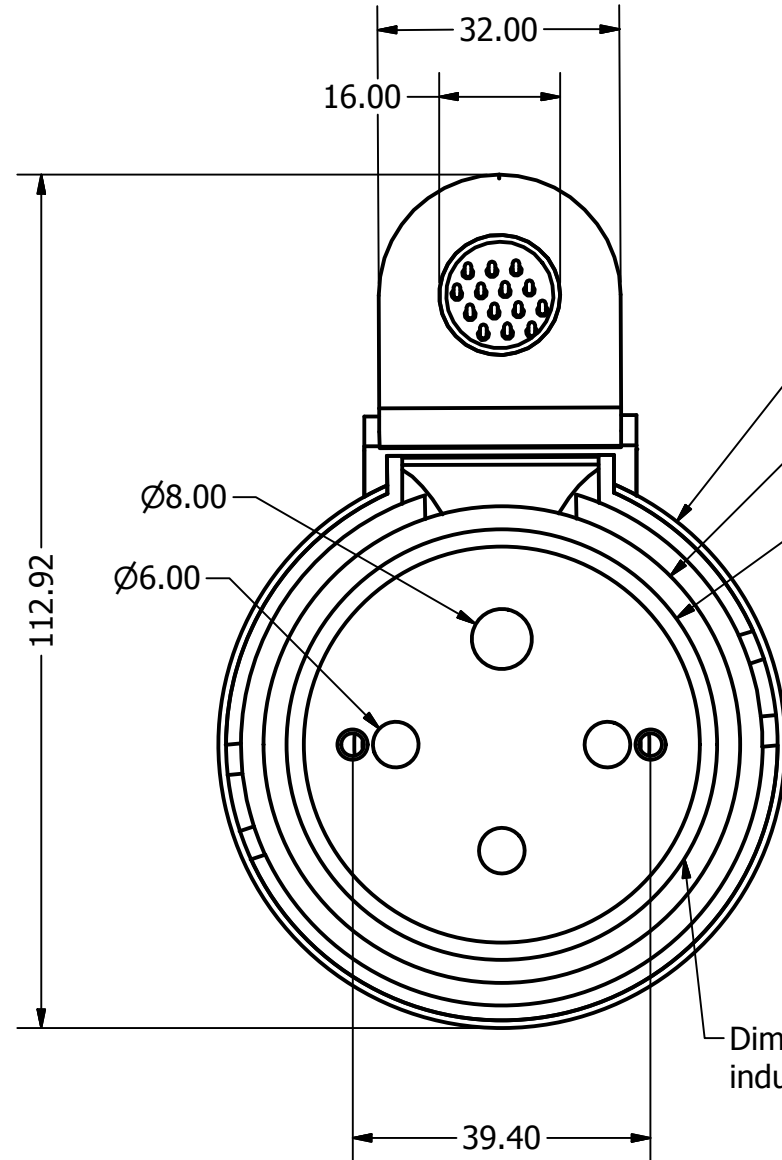
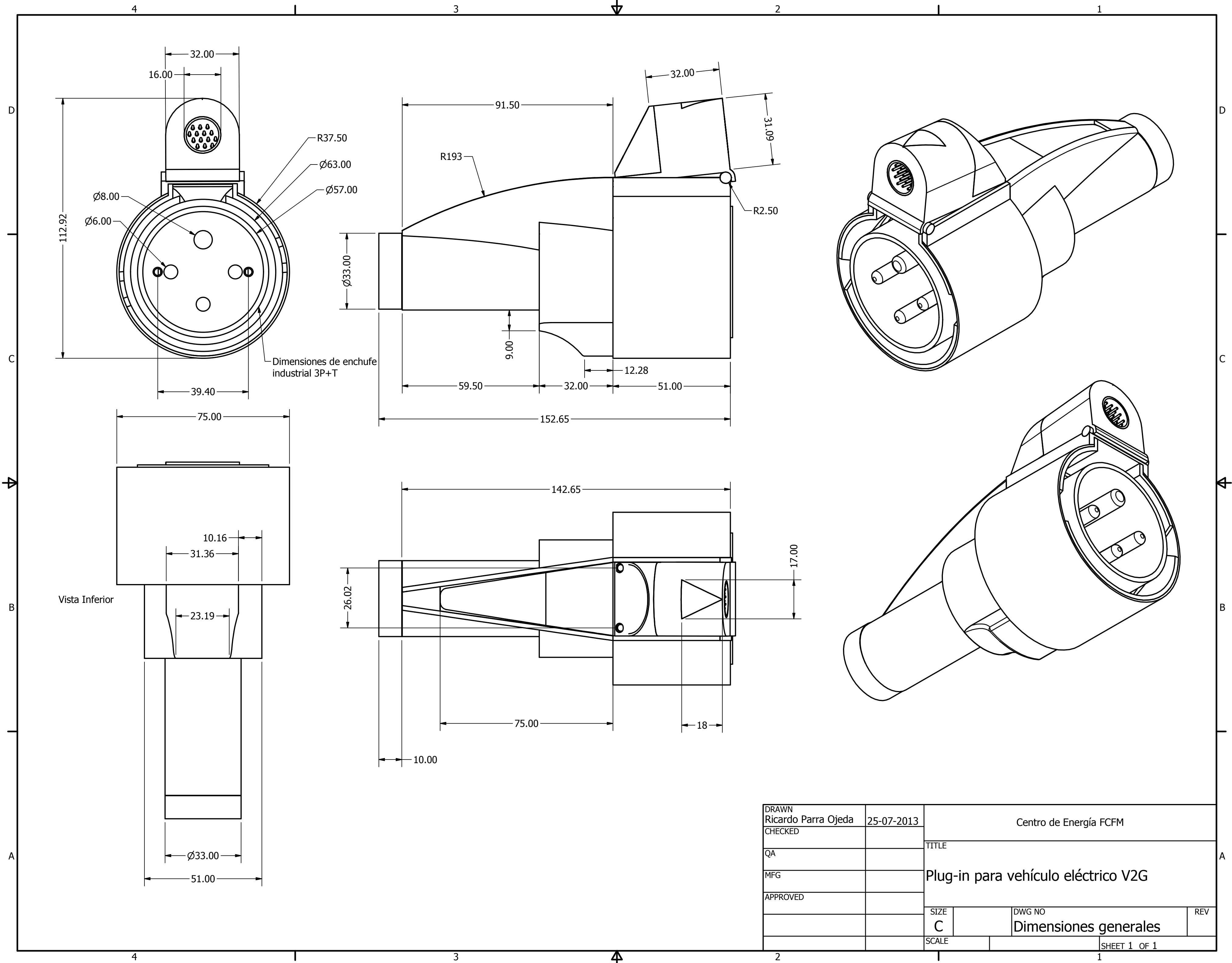
2

3

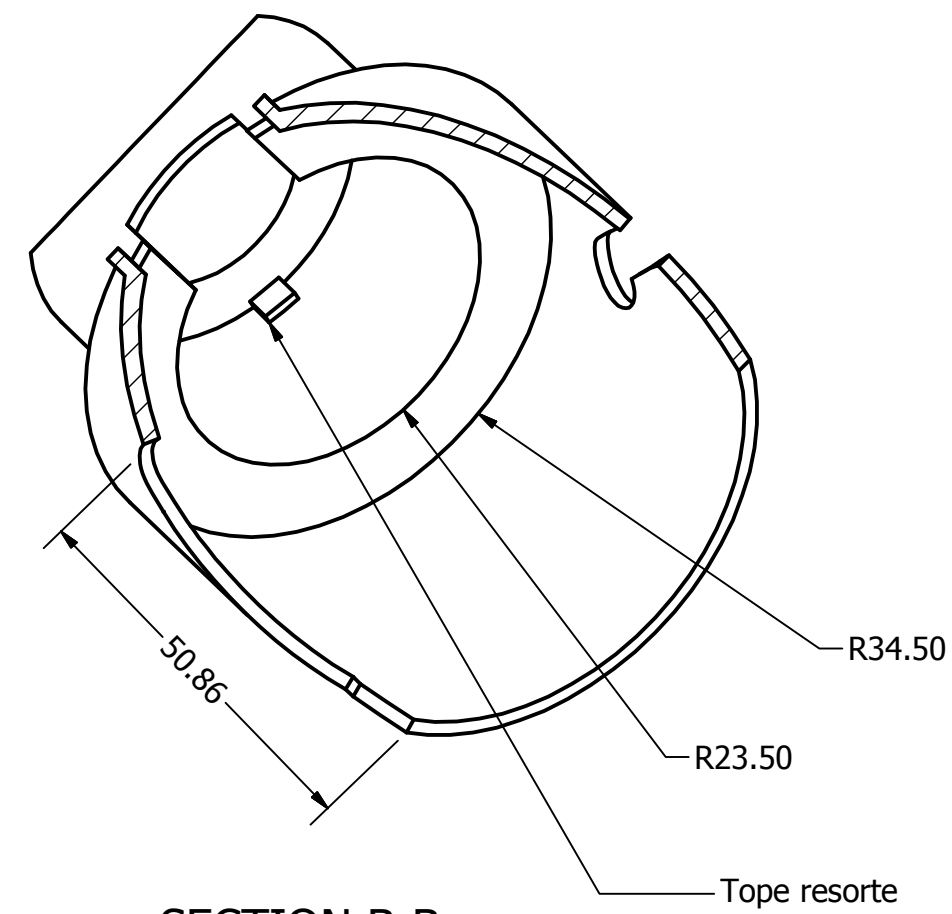
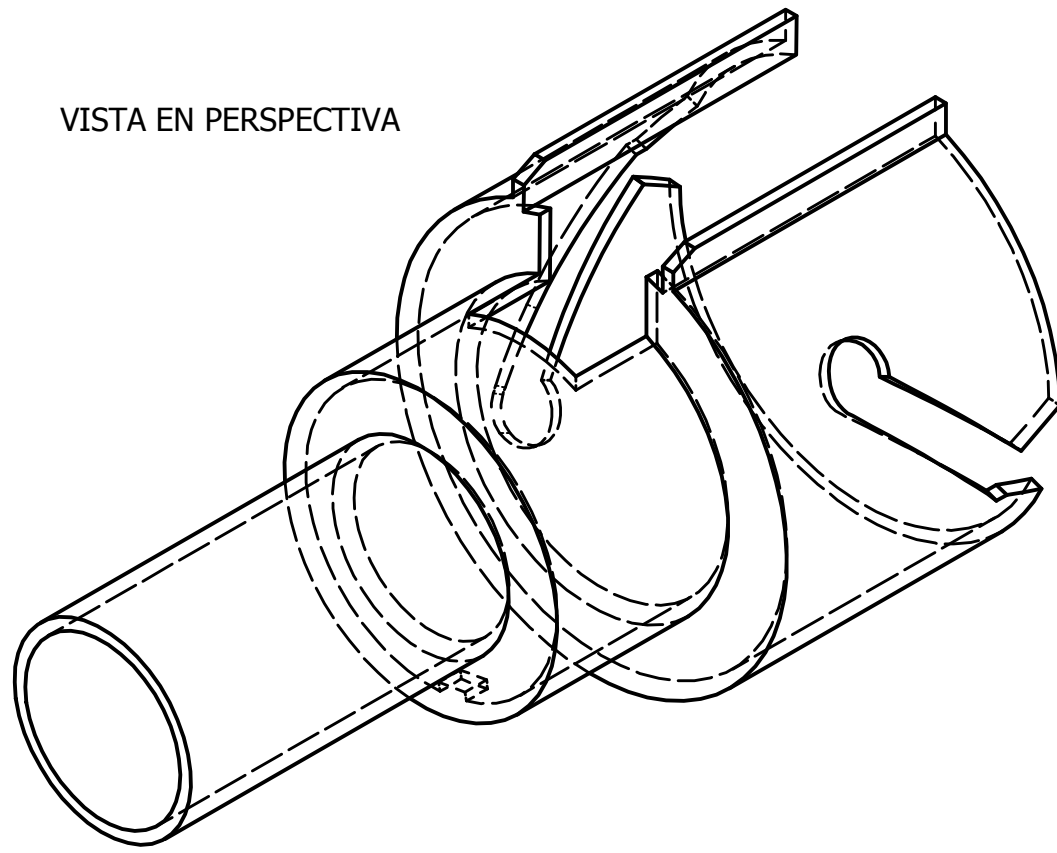
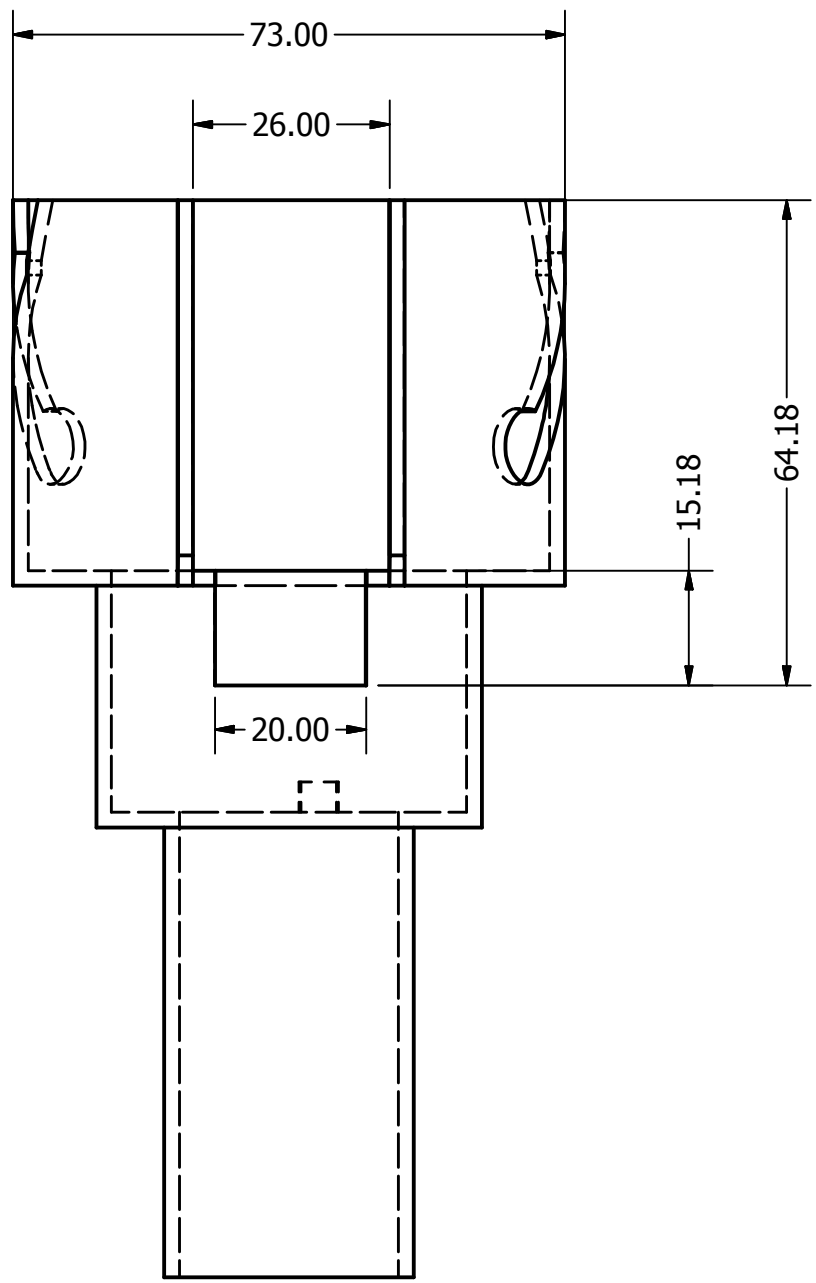
4



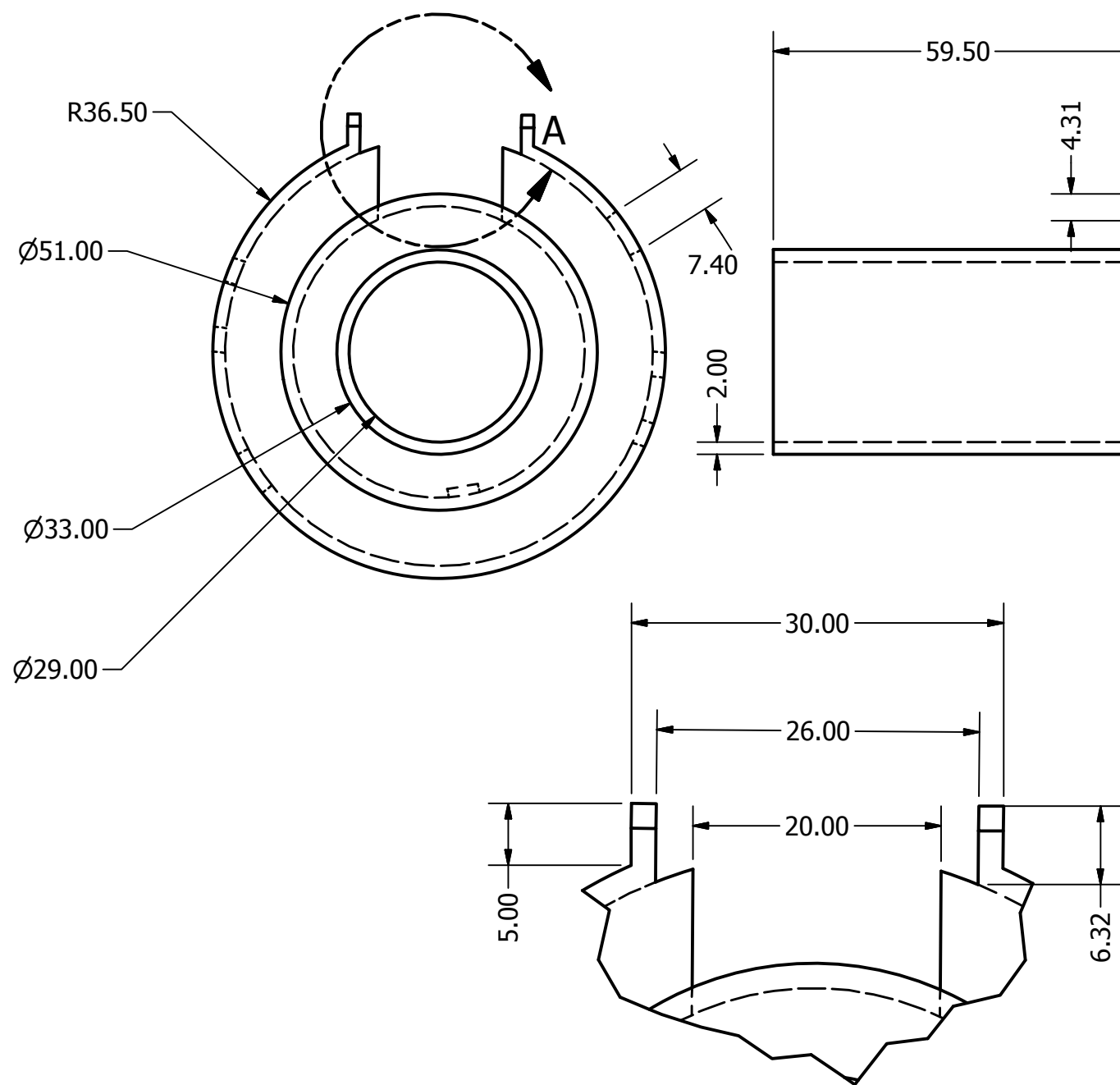
5



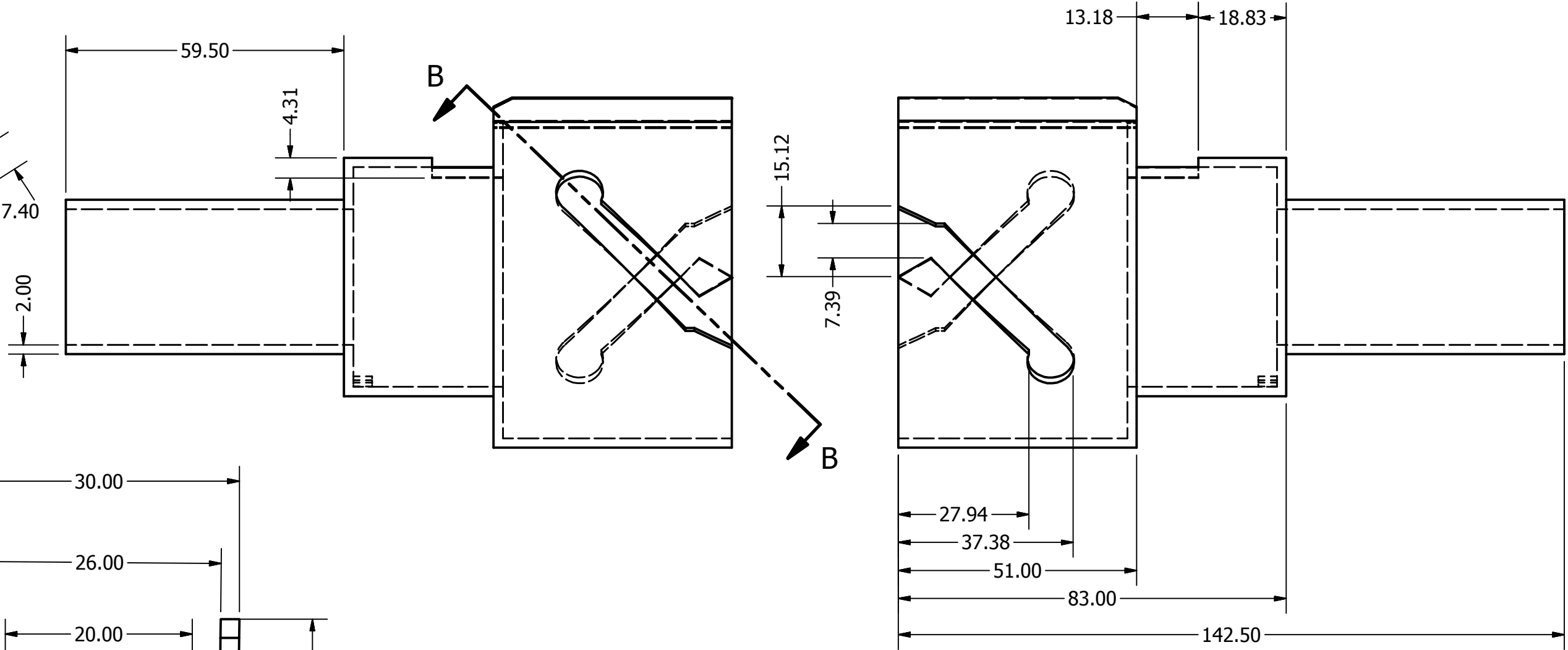
DRAWN Ricardo Parra Ojeda	25-07-2013	Centro de Energía FCFM		
CHECKED		TITLE		
QA		Plug-in para vehículo eléctrico V2G		
MFG		SIZE C	DWG NO	REV
APPROVED		SCALE	Dimensiones generales	
				SHEET 1 OF 1



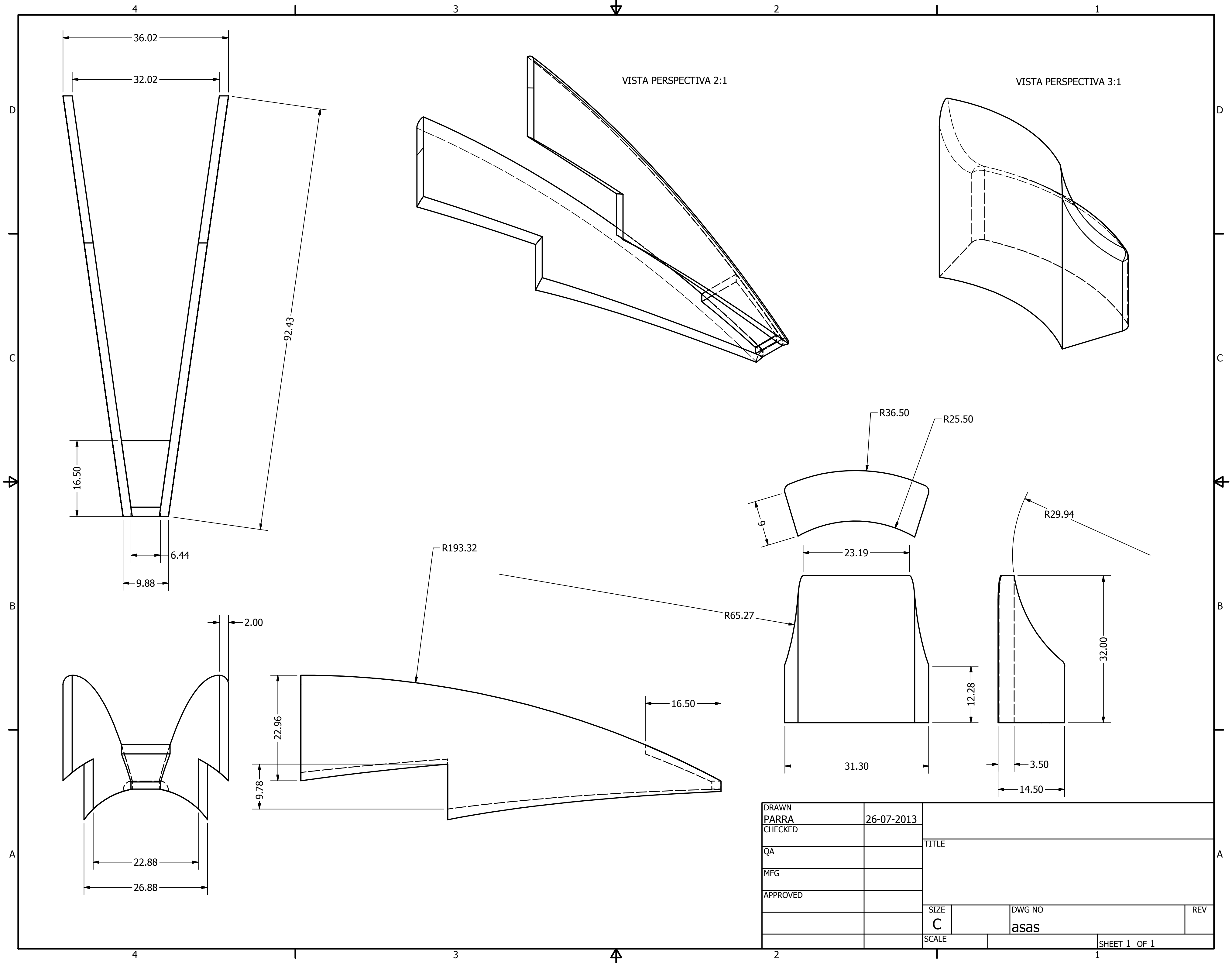
SECTION B-B
SCALE 1 : 1



DETAIL A
SCALE 2 : 1



DRAWN PARRA	26-07-2013			
CHECKED		TITLE		
QA				
MFG				
APPROVED				
		SIZE C	DWG NO	REV
		SCALE	seccion movil	
			SHEET 1 OF 1	



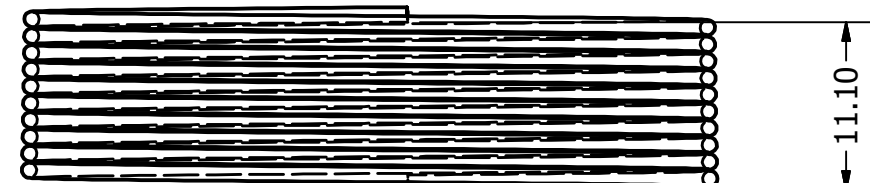
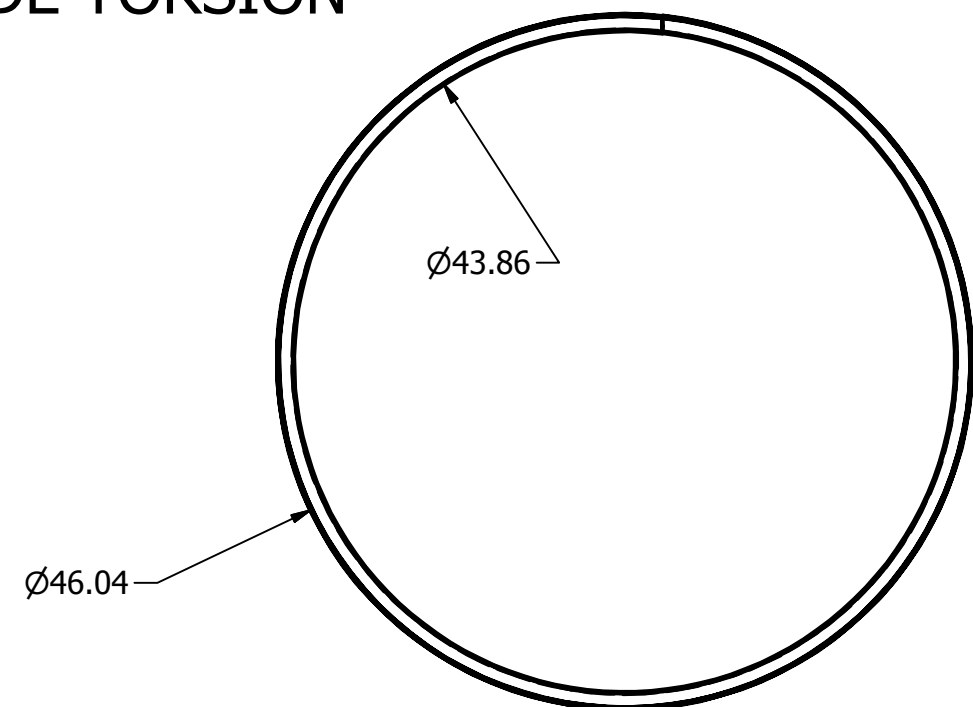
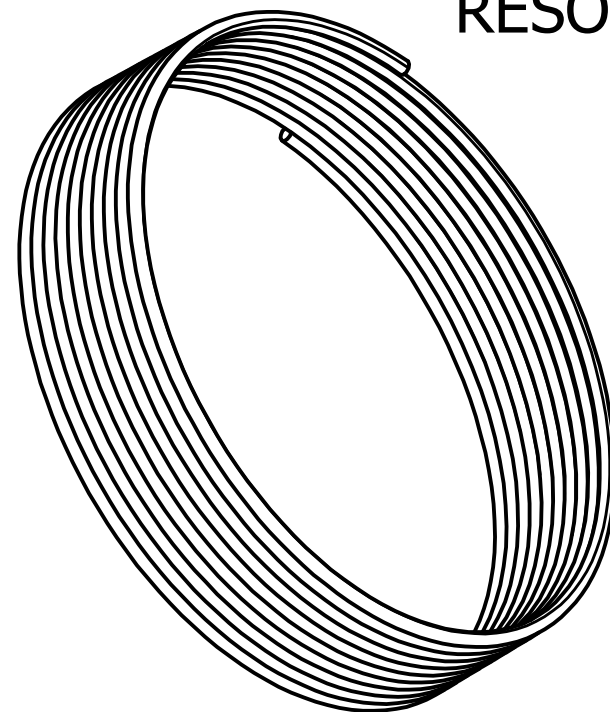
4

3

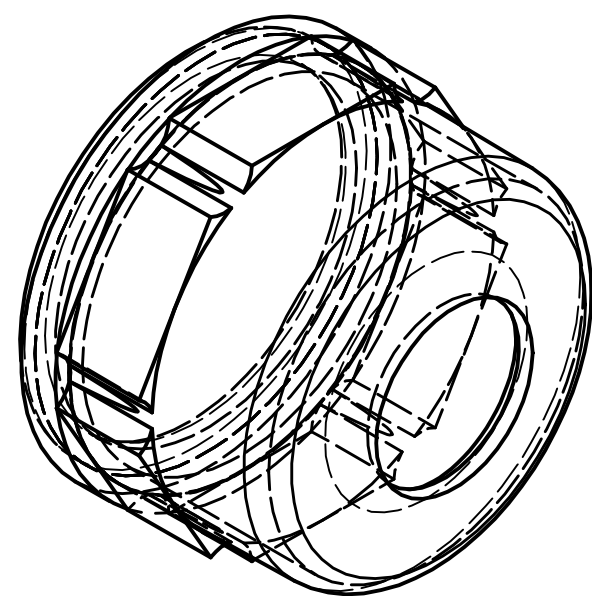
2

1

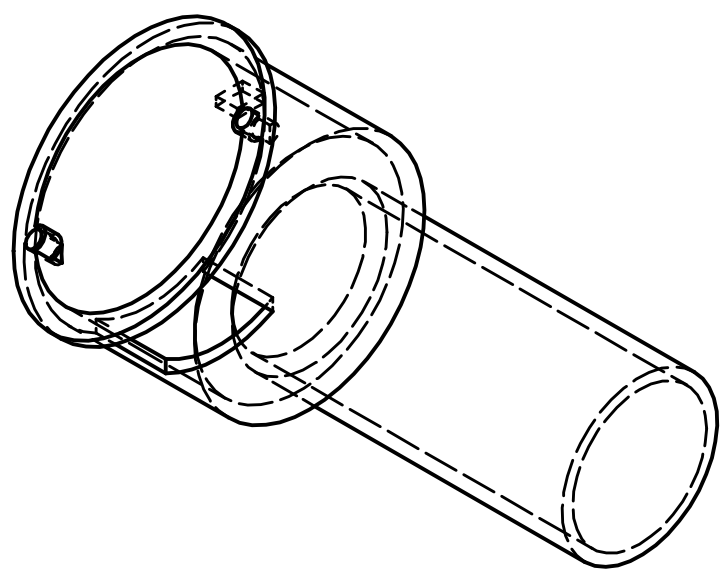
RESORTE DE TORSIÓN



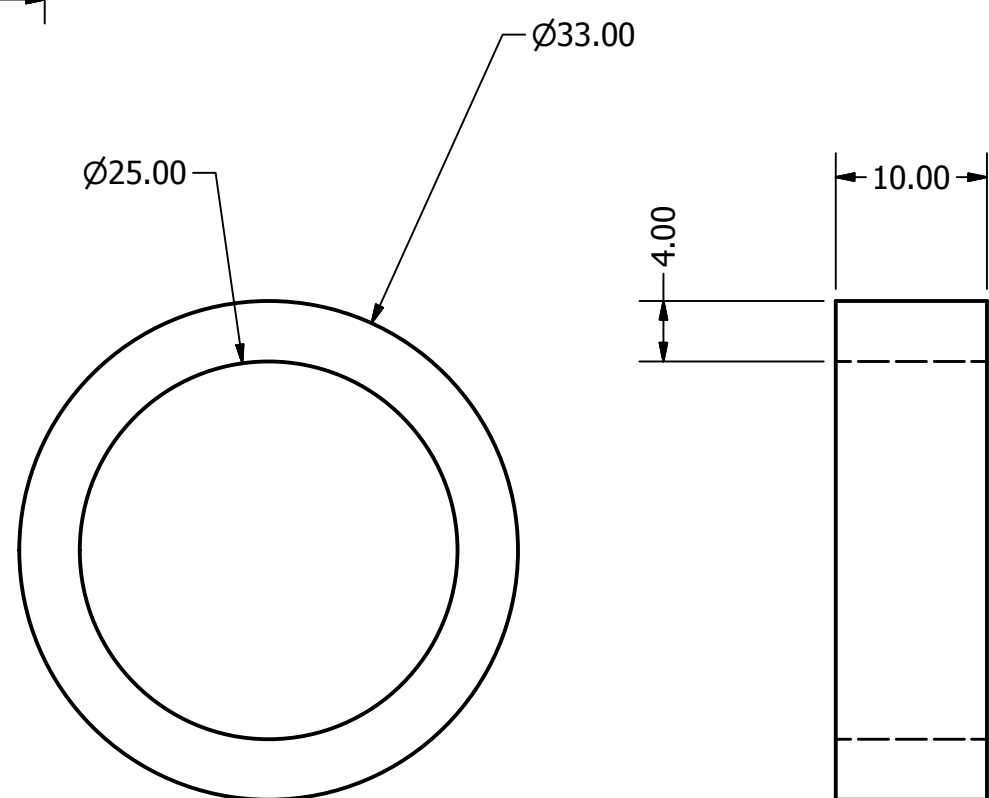
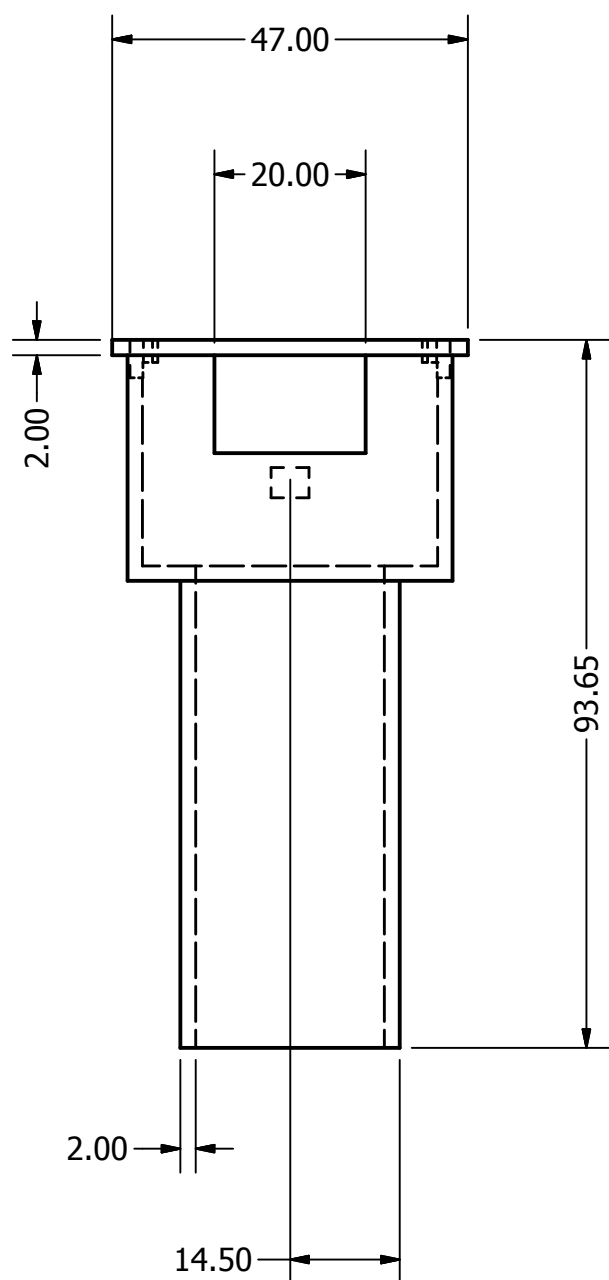
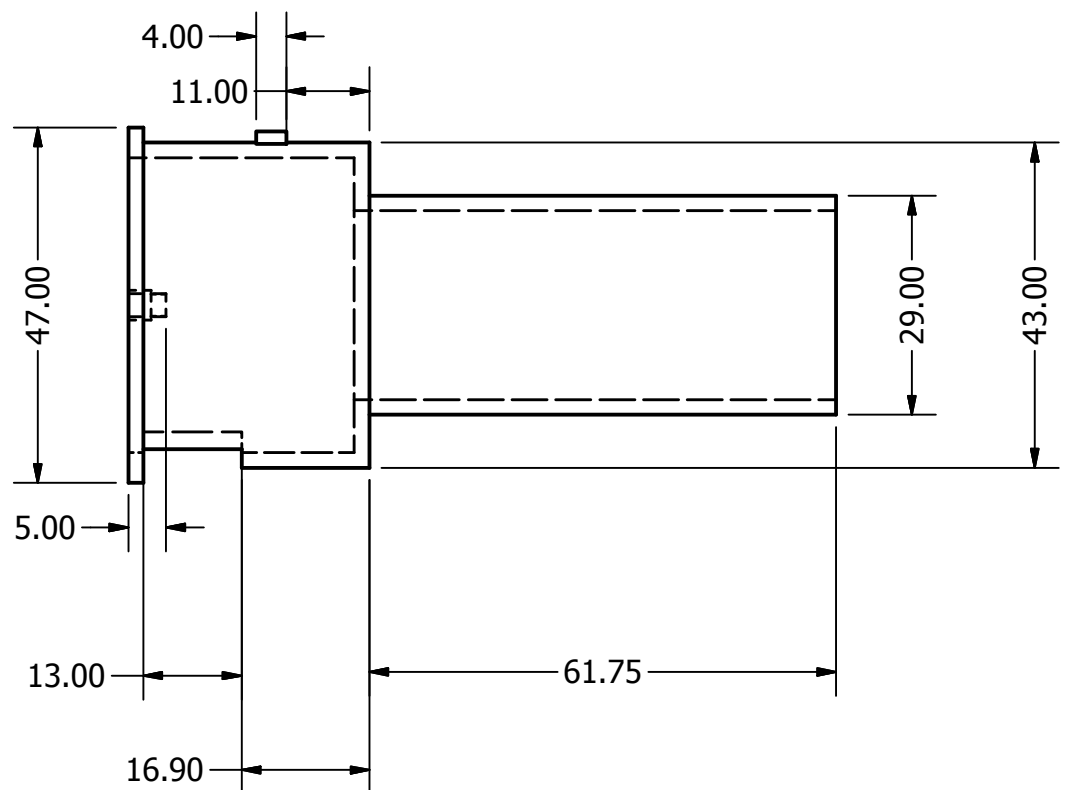
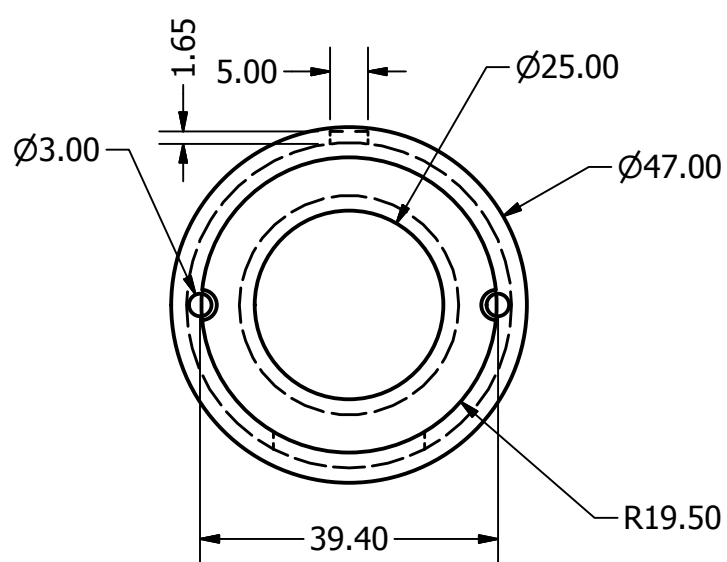
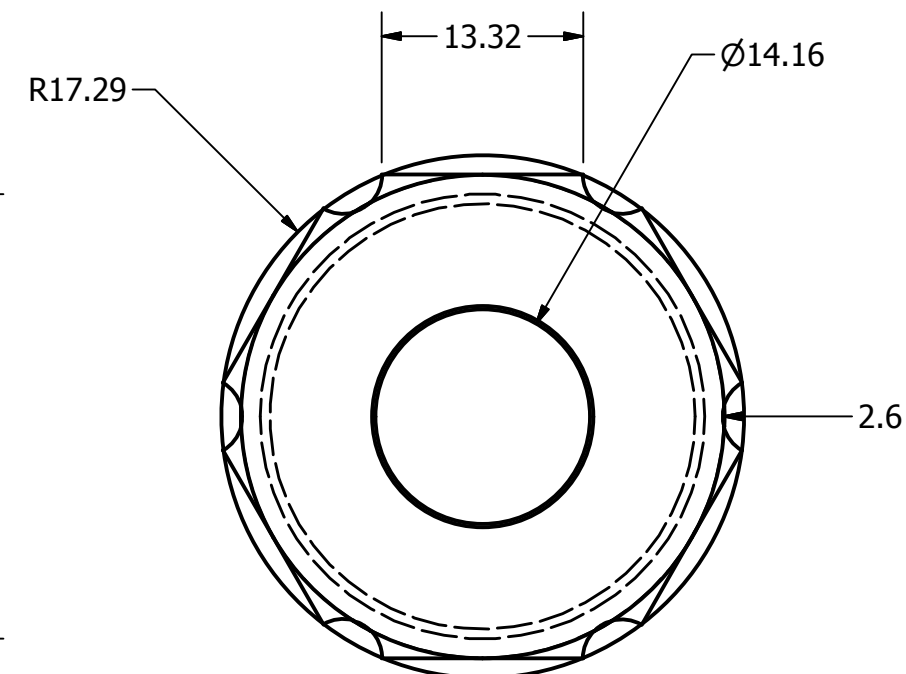
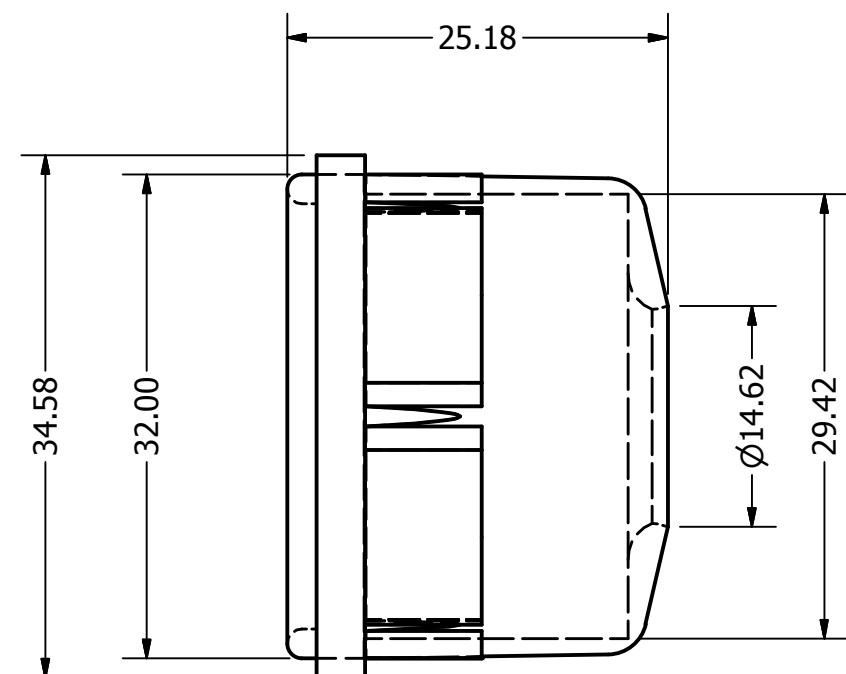
VISTAS EN PERSPECTIVA 2:1



PIEZA FIJA

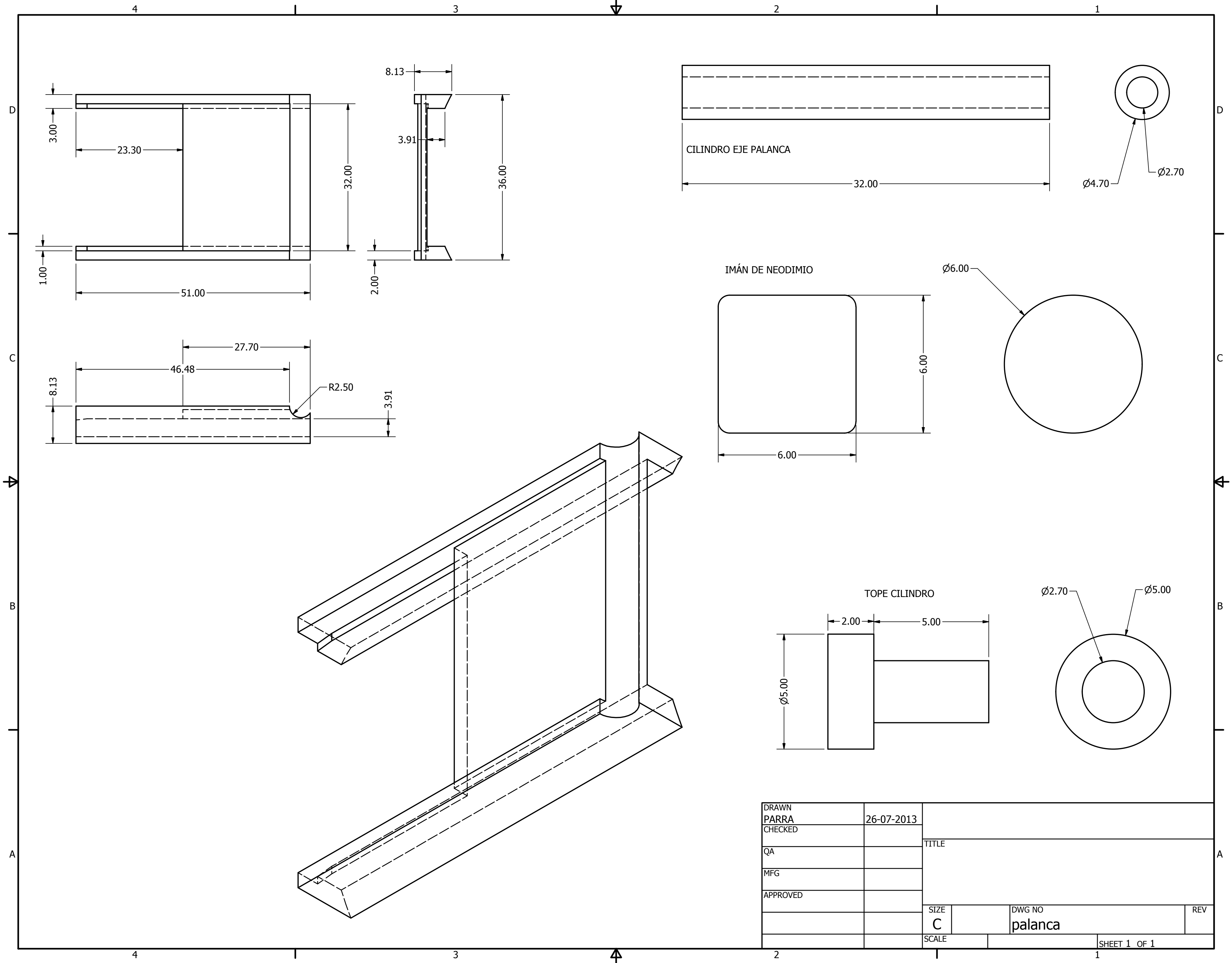


TAPA APRIETA CABLES

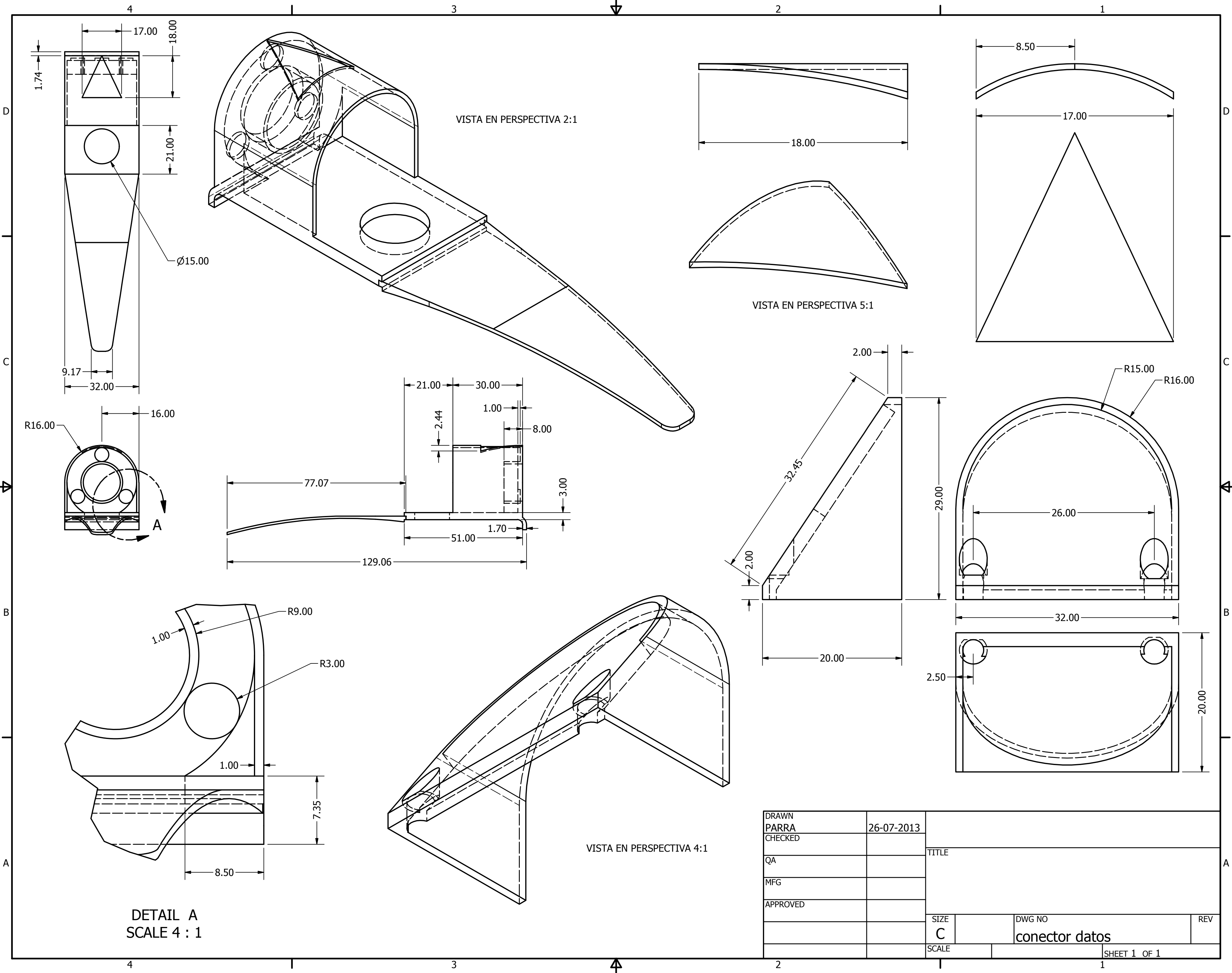


TOPE PARA PIEZA FIJA

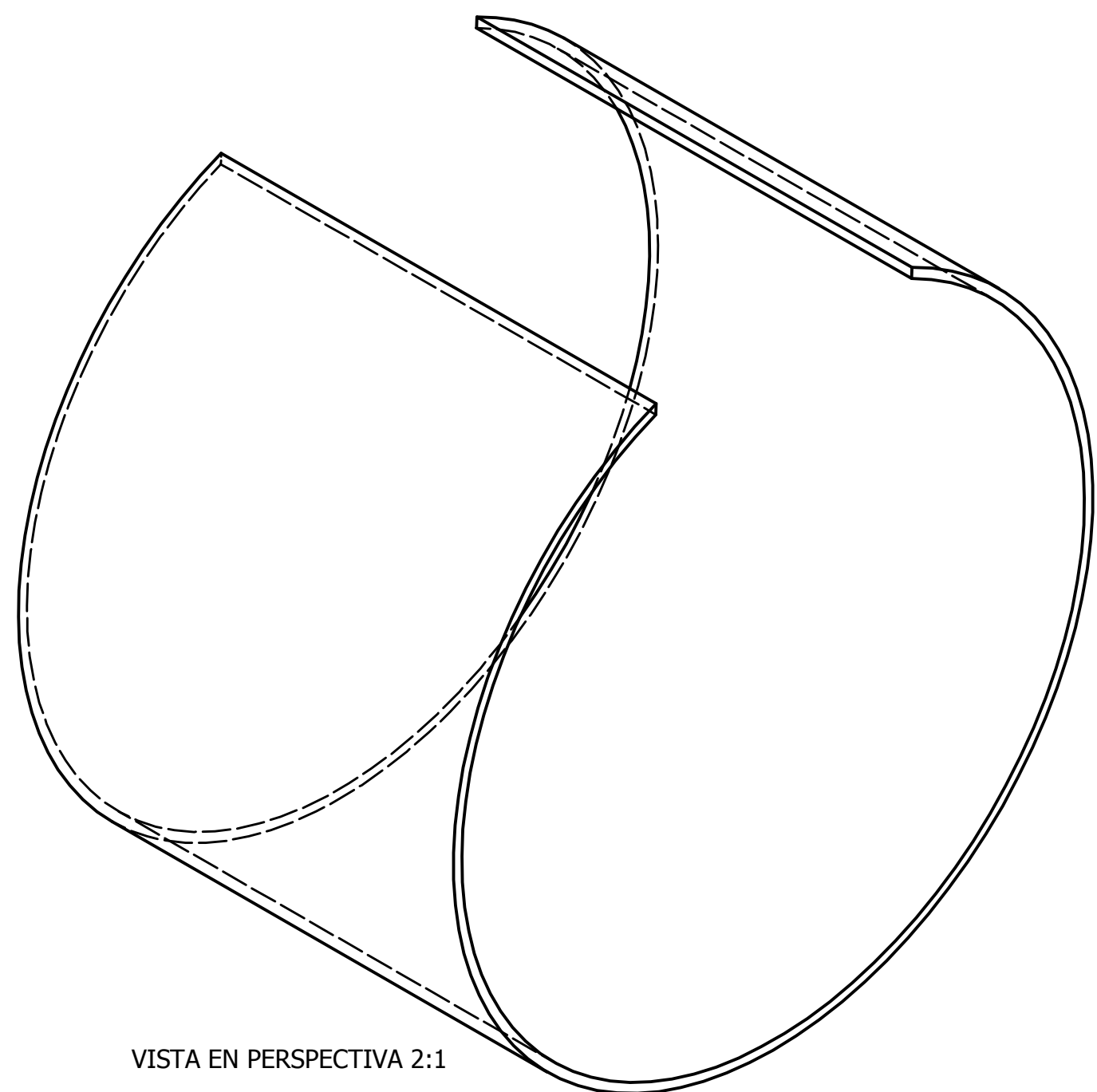
DRAWN	PARRA	26-07-2013		
CHECKED			TITLE	
QA				
MFG				
APPROVED				
	SIZE	C	DWG NO	REV
	SCALE		seccion fija	
			SHEET 1 OF 1	



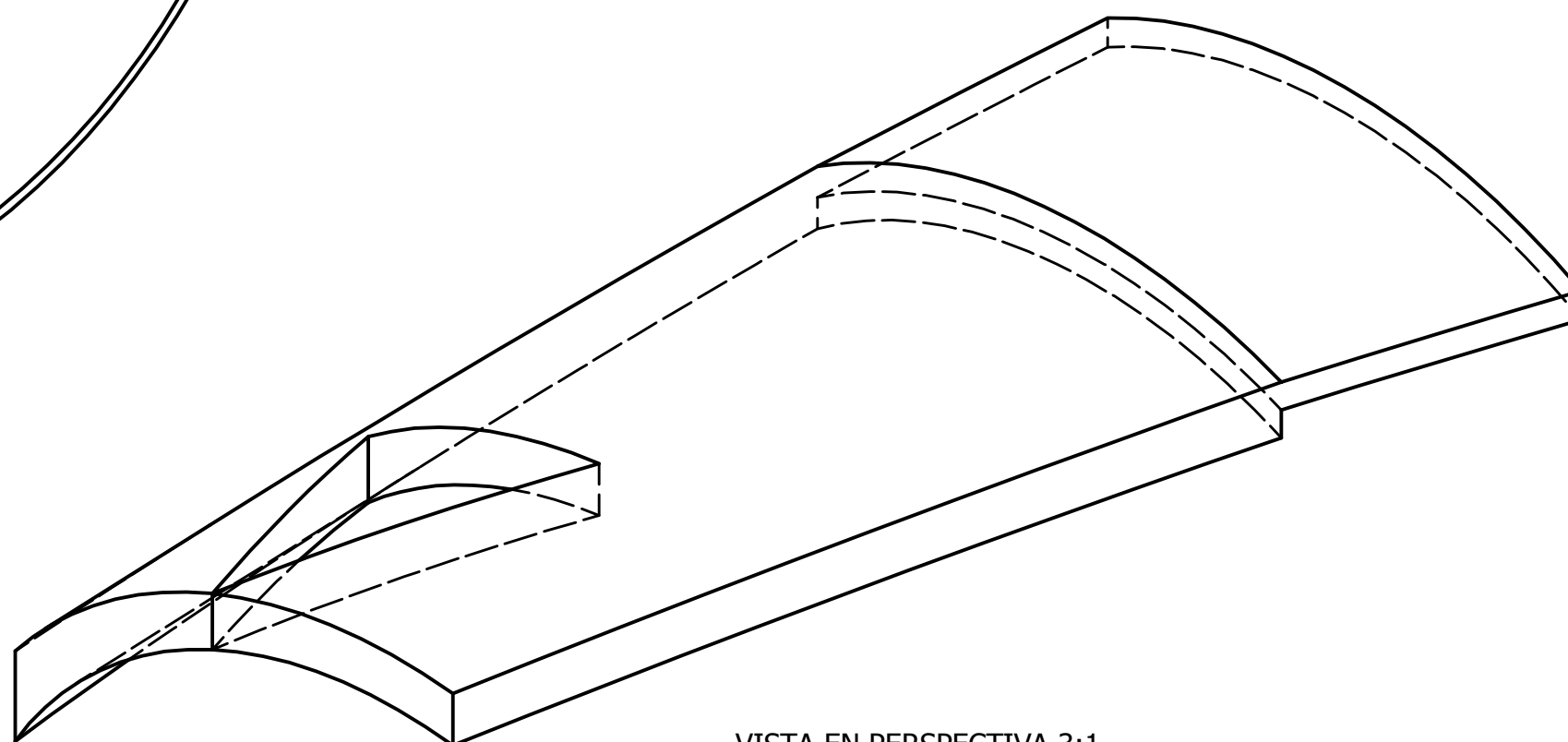
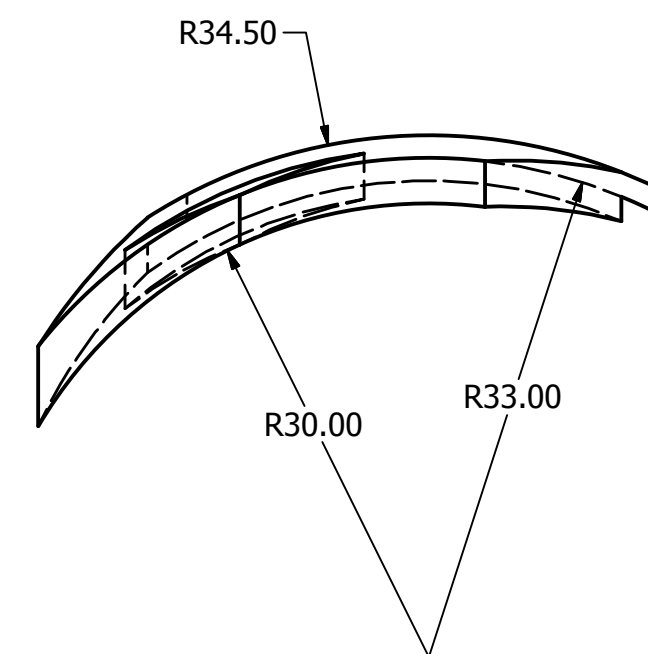
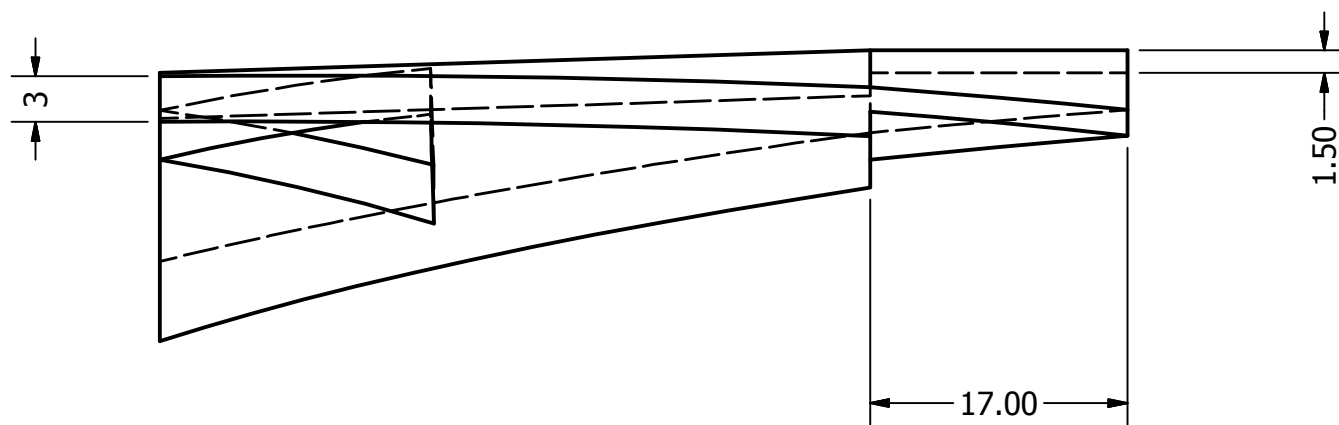
DRAWN	PARRA	26-07-2013	TITLE		
CHECKED			TITLE		
QA			TITLE		
MFG			TITLE		
APPROVED			TITLE		
			SIZE	DWG NO	REV
			C	palanca	
			SCALE	SHEET 1 OF 1	



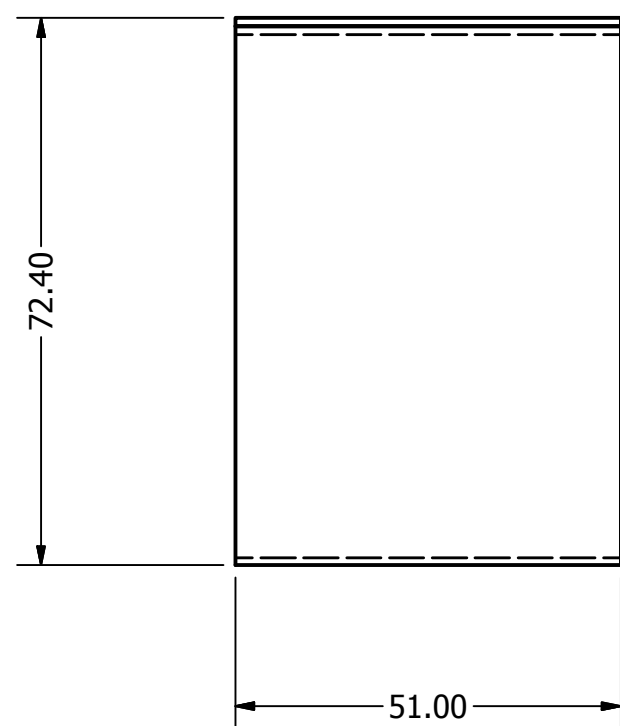
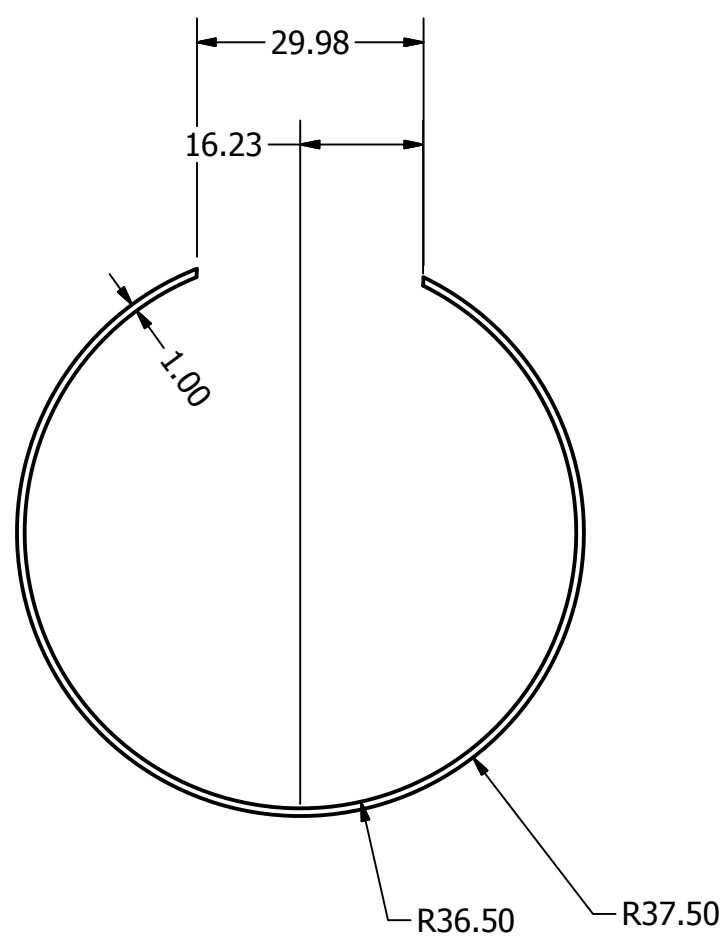
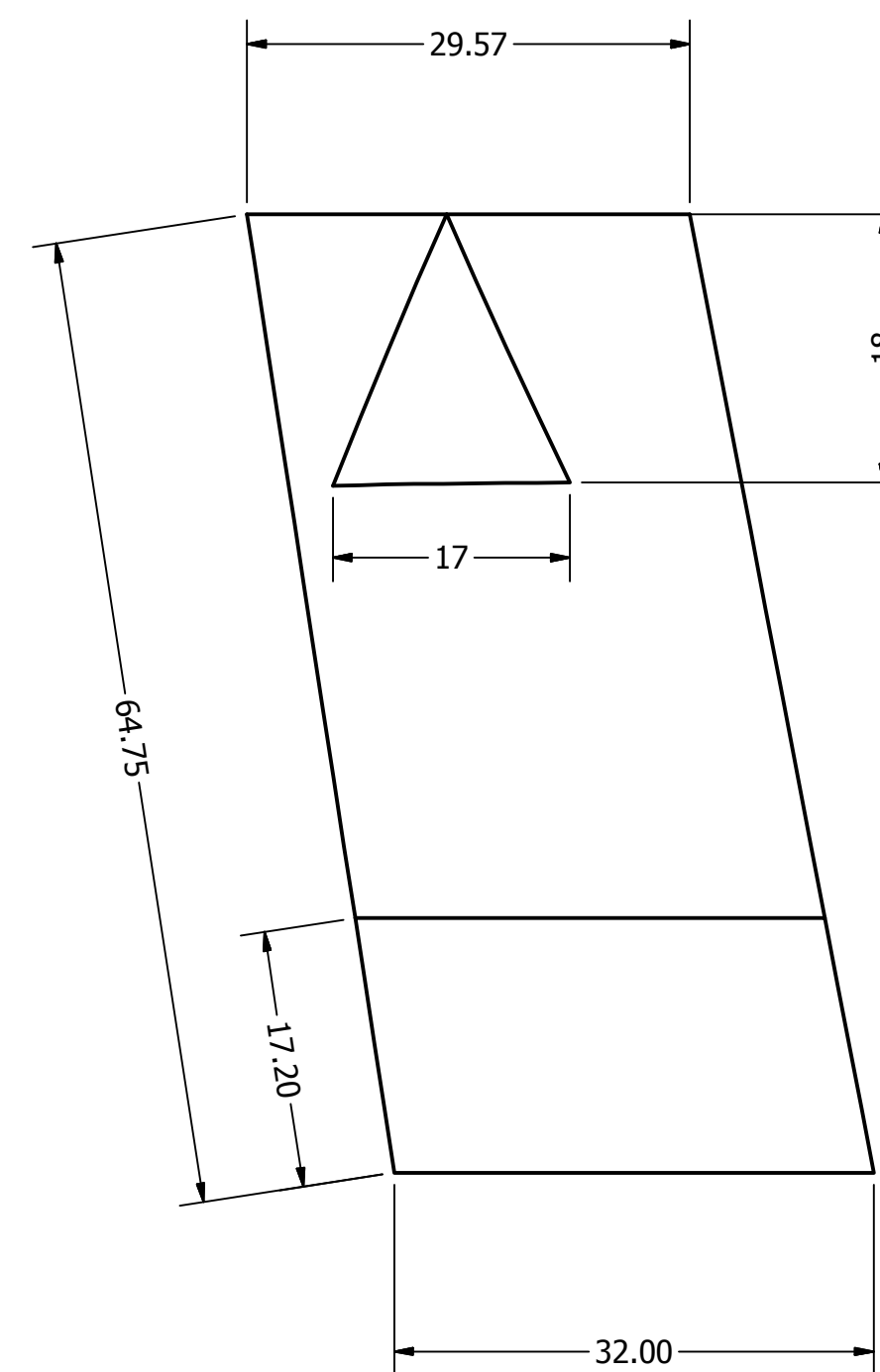
DRAWN	PARRA	26-07-2013		
CHECKED			TITLE	
QA				
MFG				
APPROVED				
		SIZE	DWG NO	REV
		C	conector datos	
		SCALE	SHEET 1 OF 1	



VISTA EN PERSPECTIVA 2:1



VISTA EN PERSPECTIVA 3:1

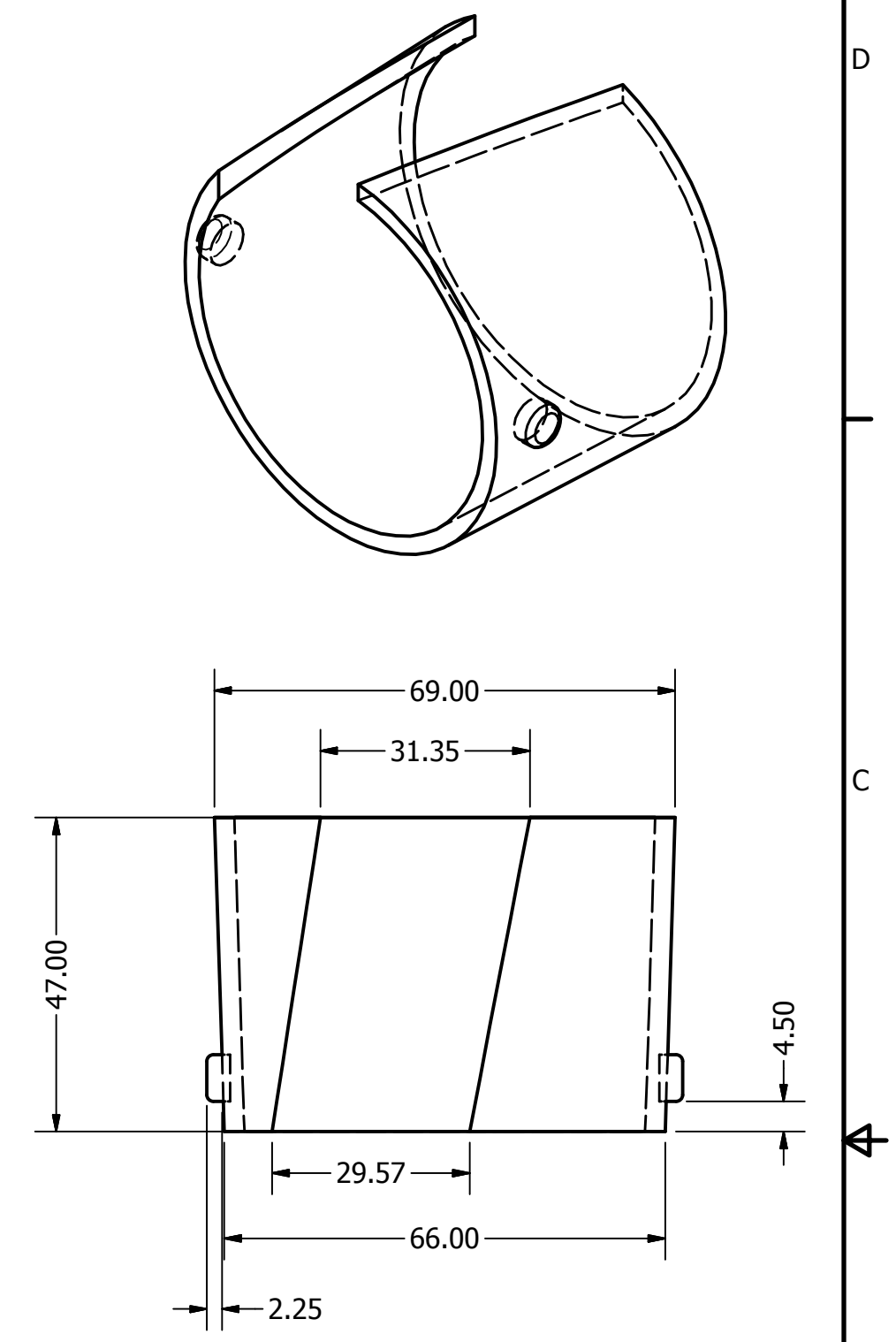
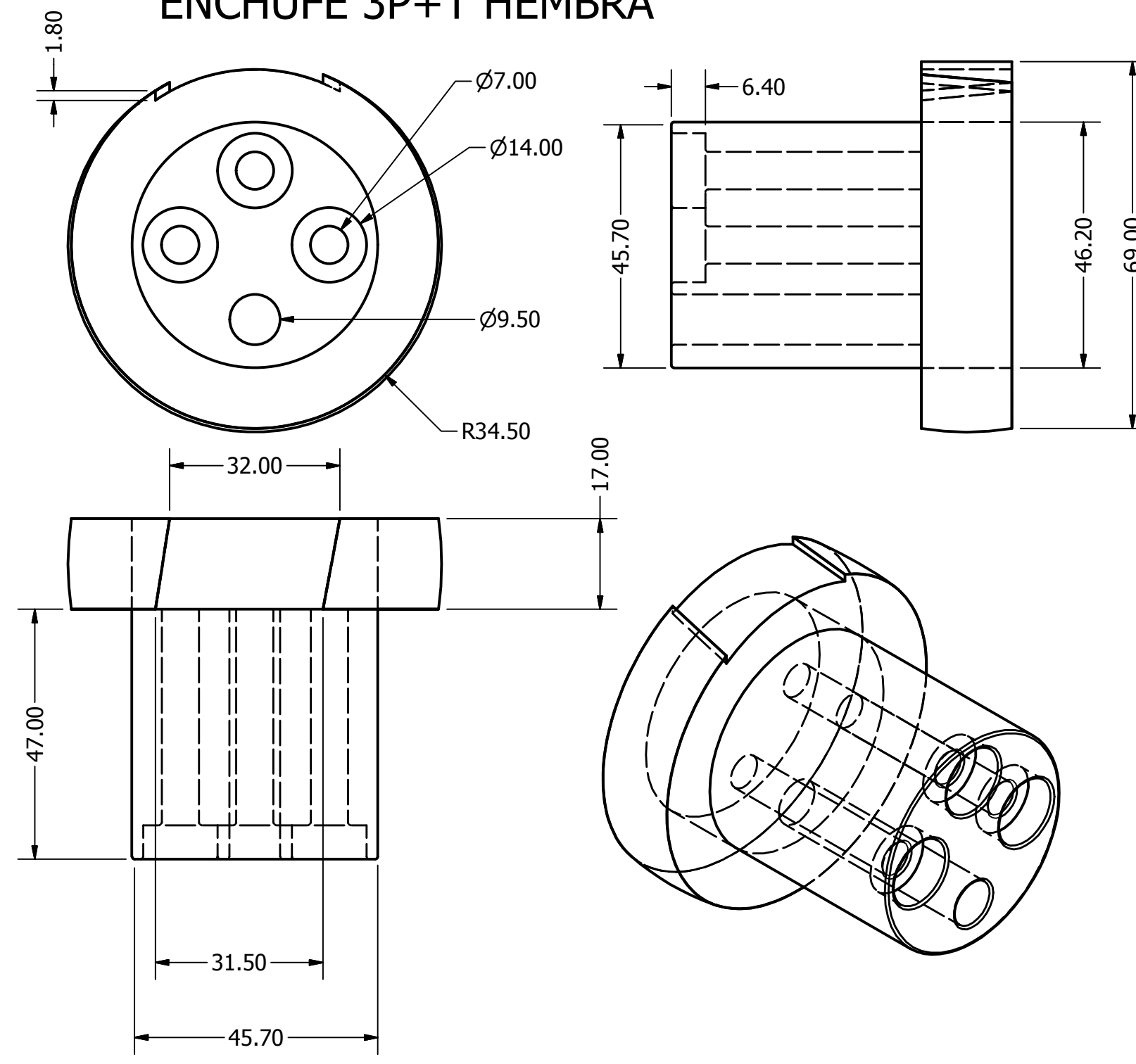
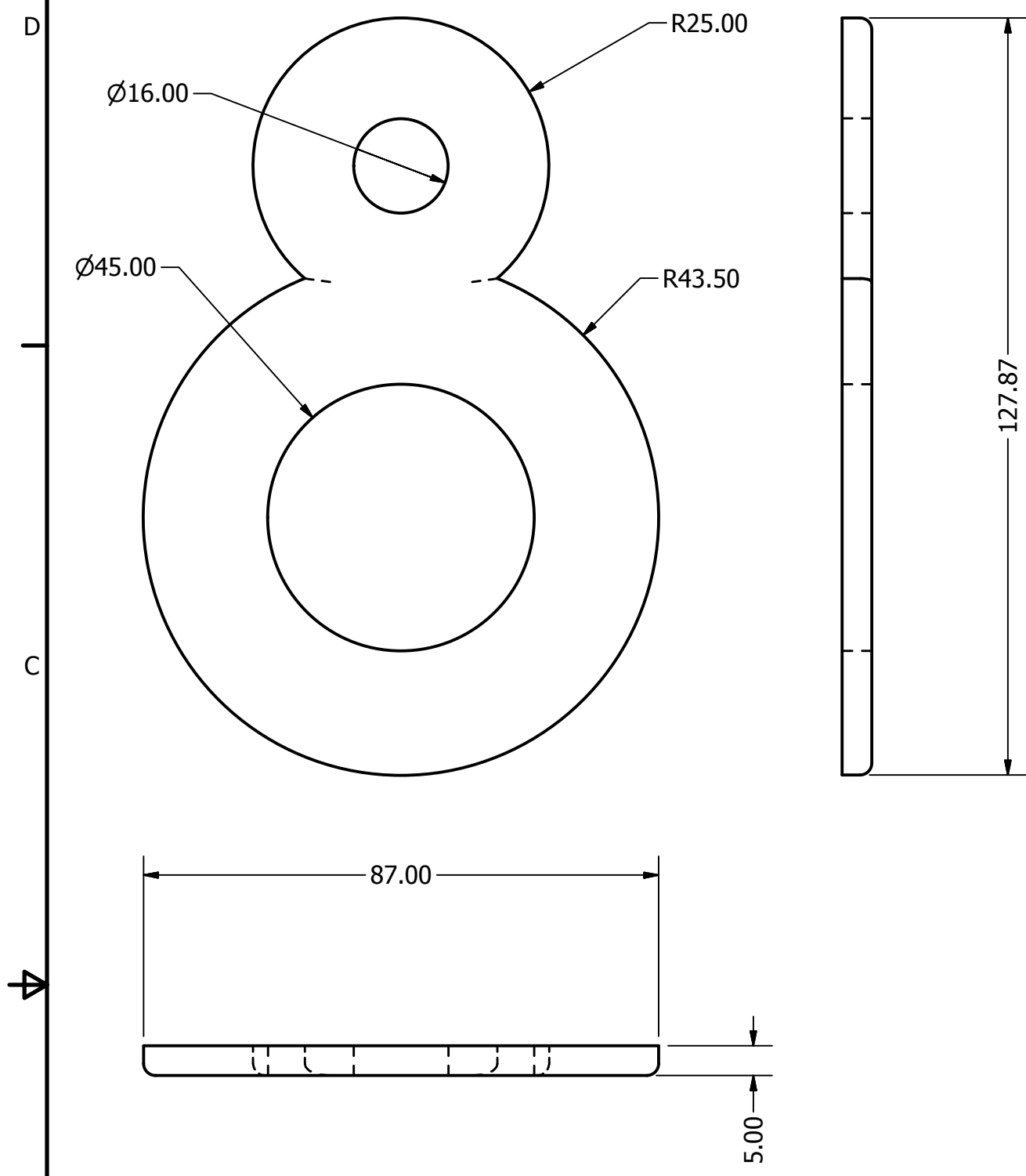


DRAWN	26-07-2013			
PARRA		TITLE		
CHECKED				
QA				
MFG				
APPROVED				
		SIZE	DWG NO	REV
		C	cubre guias y guia color	
		SCALE	SHEET 1 OF 1	

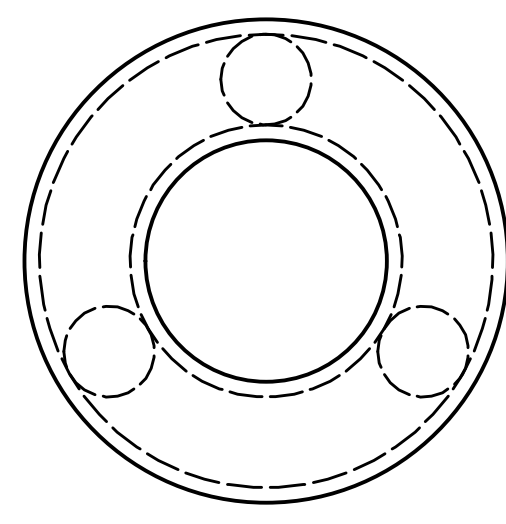
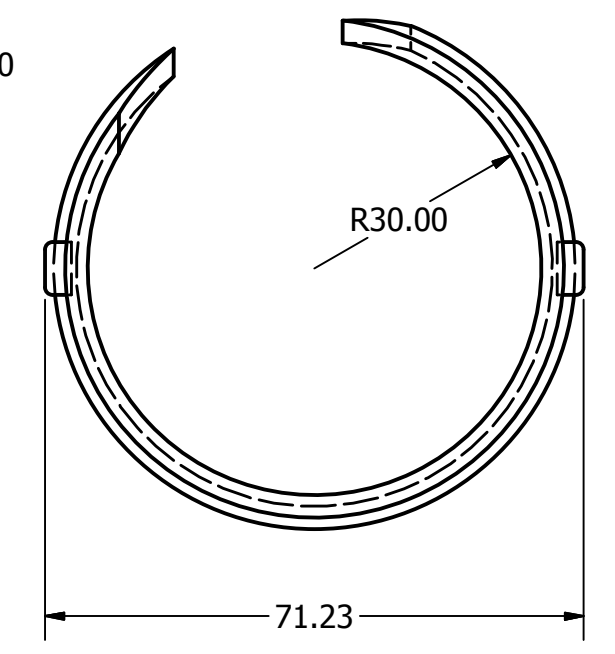
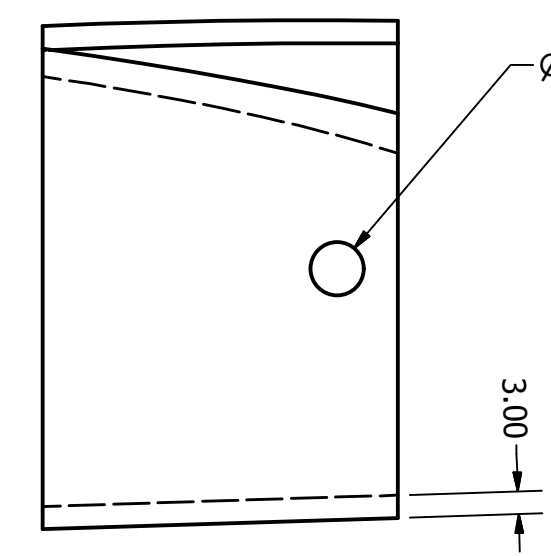
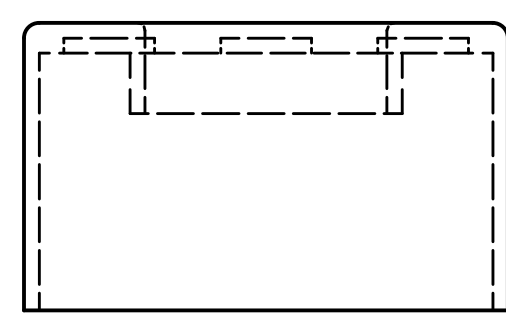
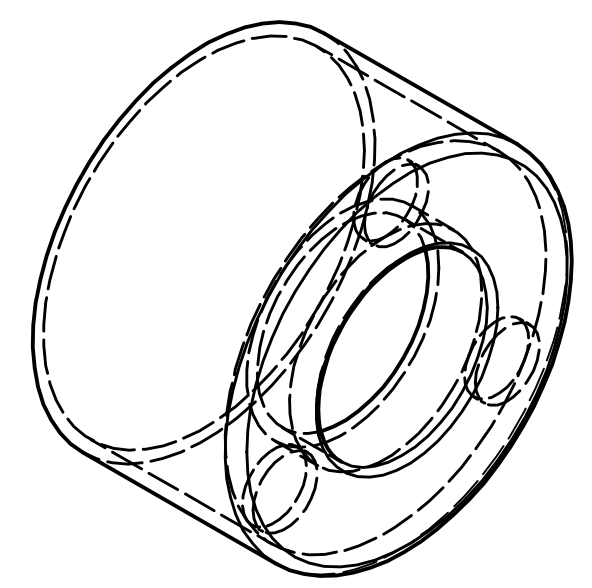
BASE RECEPTOR

ENCHUFE 3P+T HEMBRA

RECEPTOR TRUNCADO

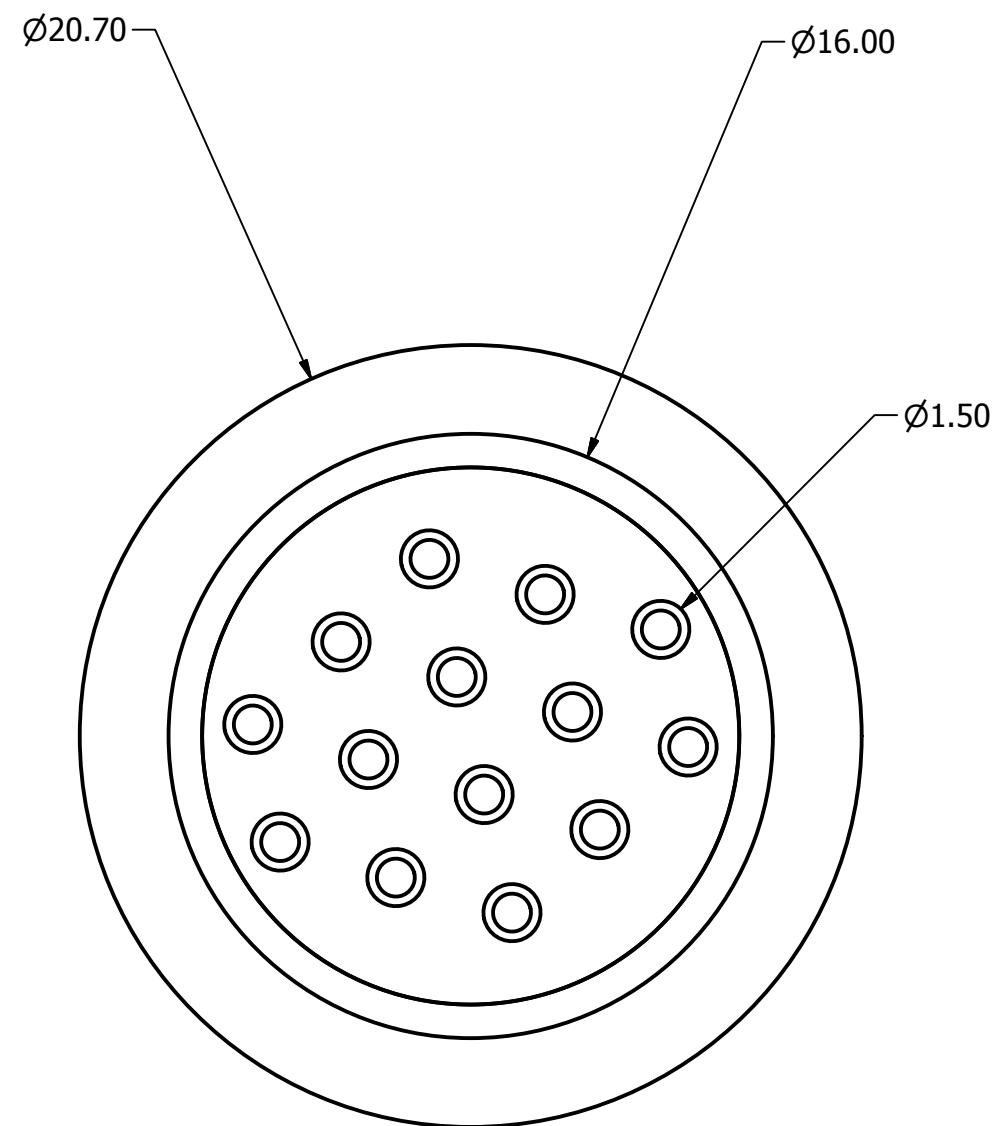
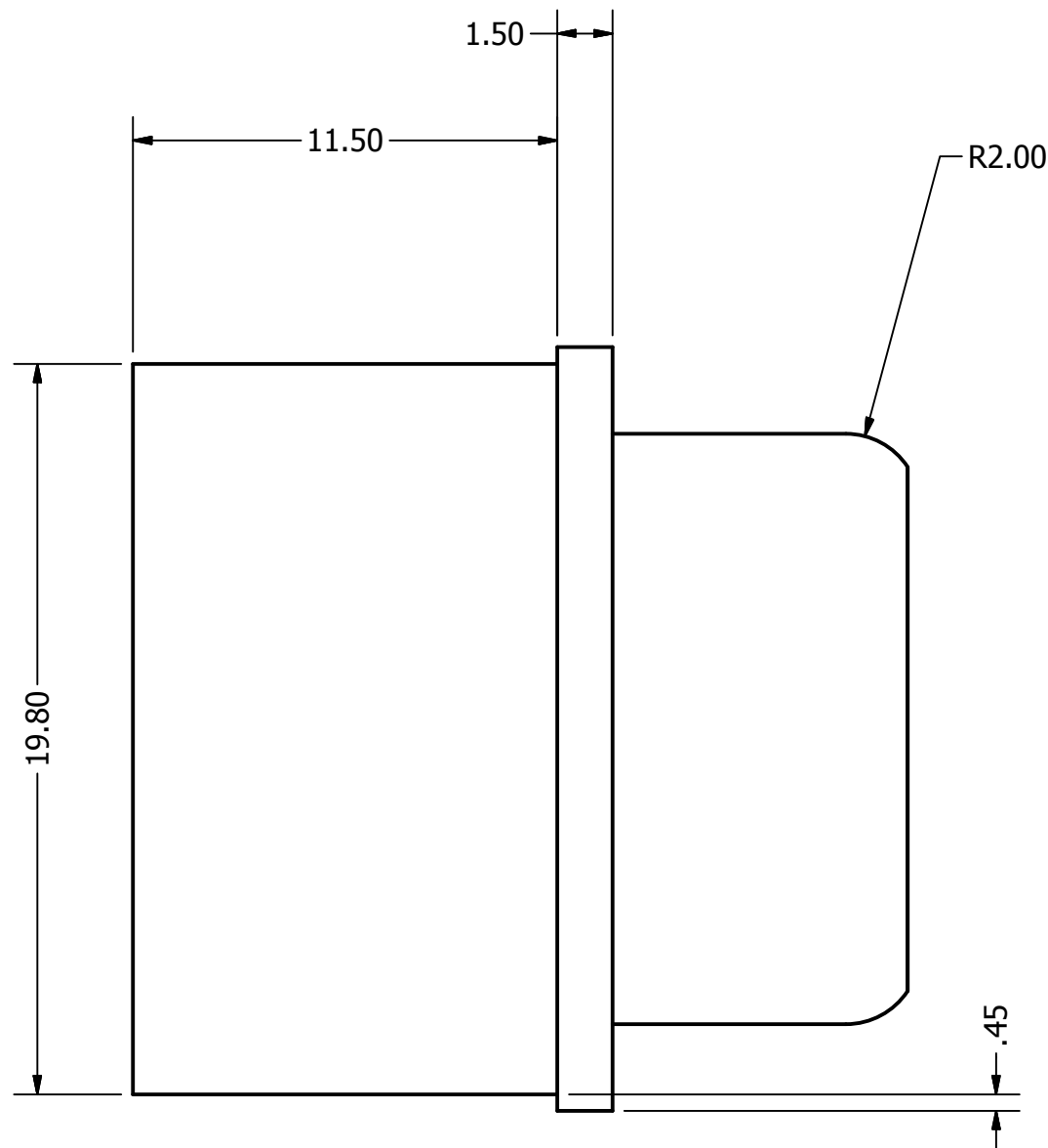
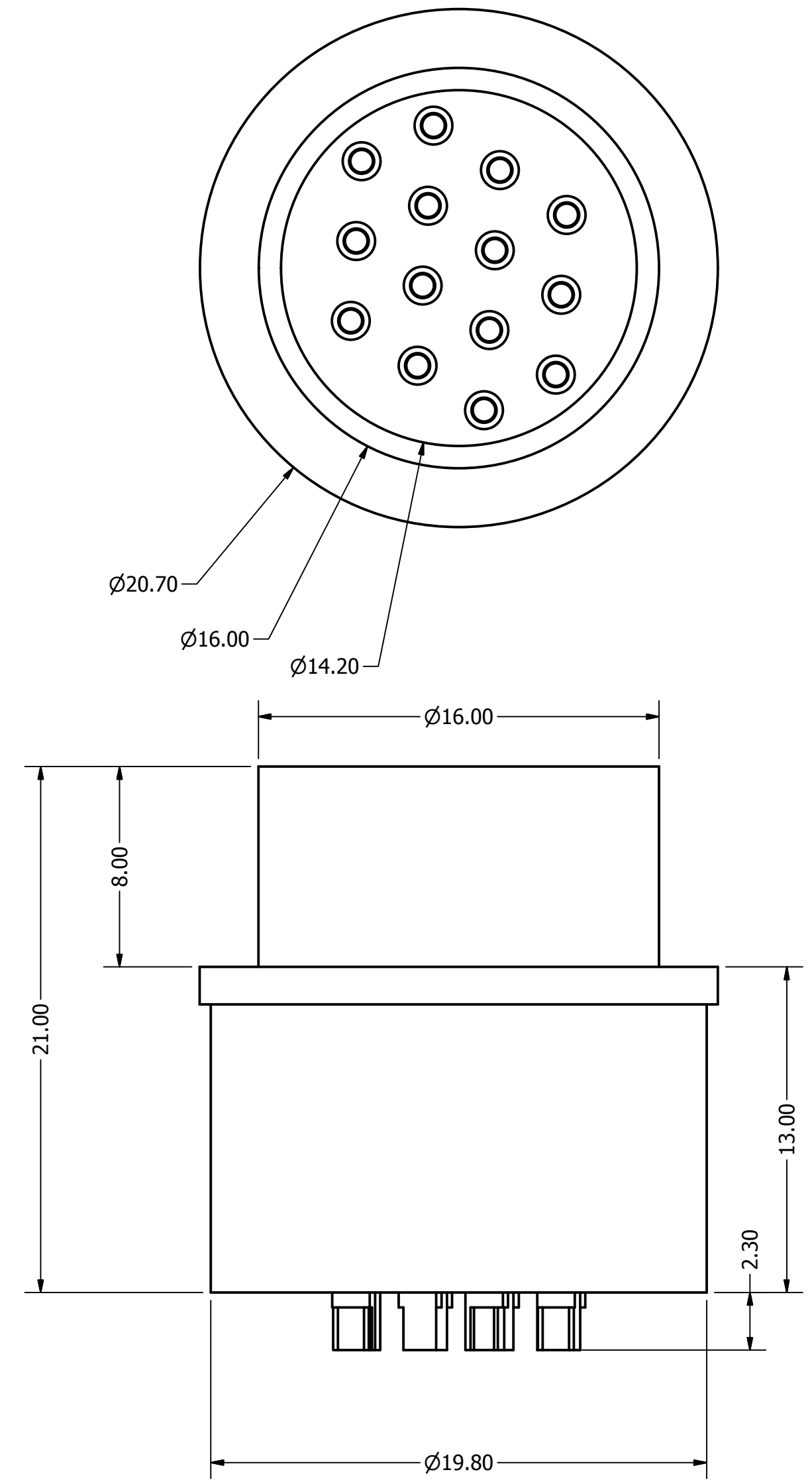
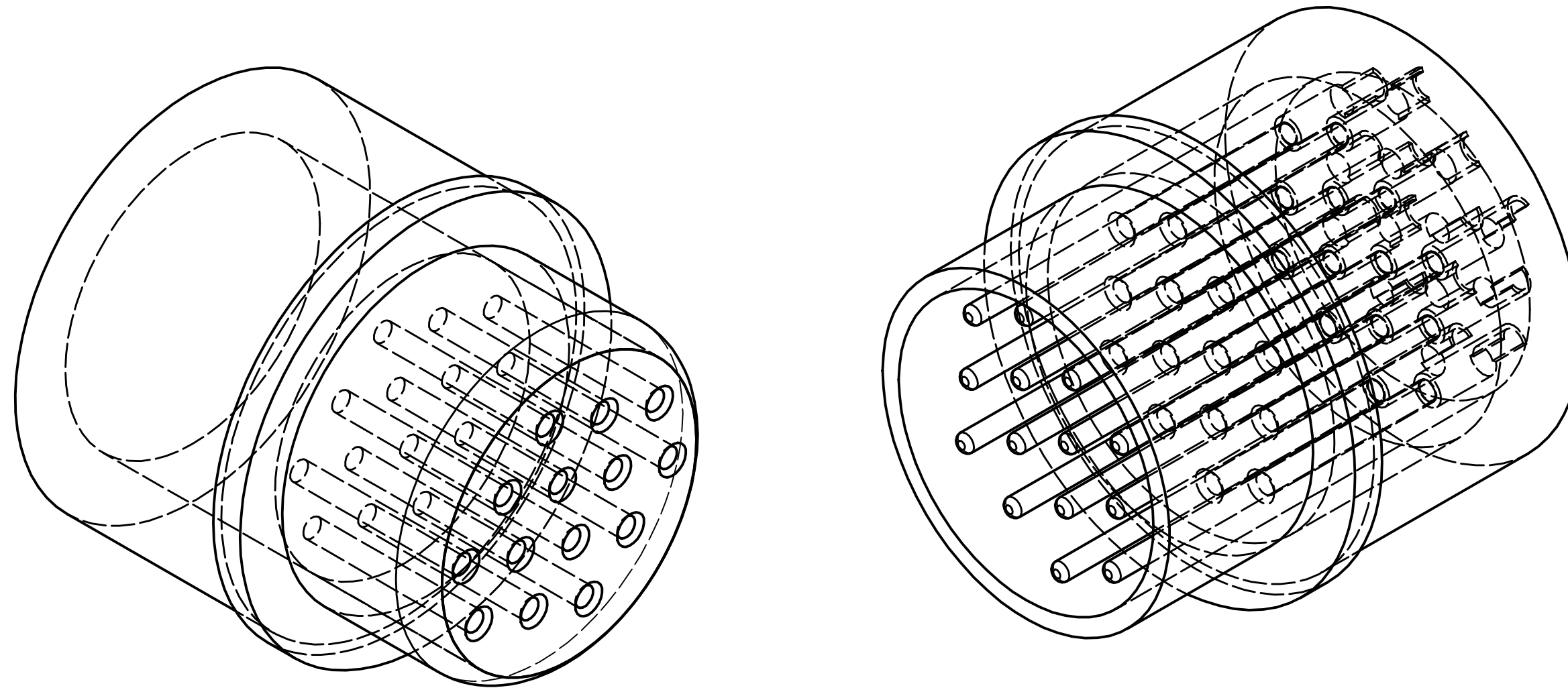


CUBIERTA CONECTOR DE DATOS

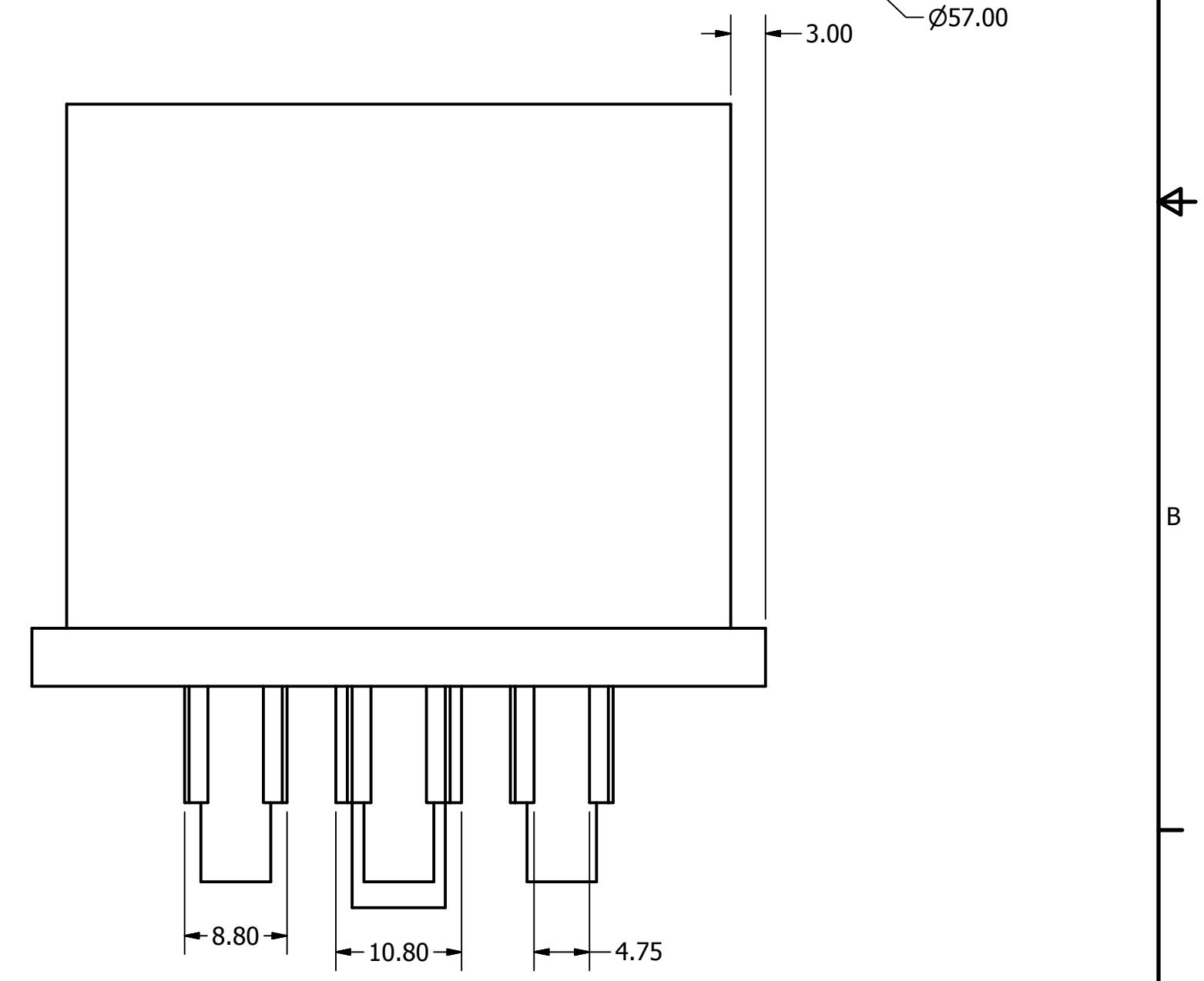
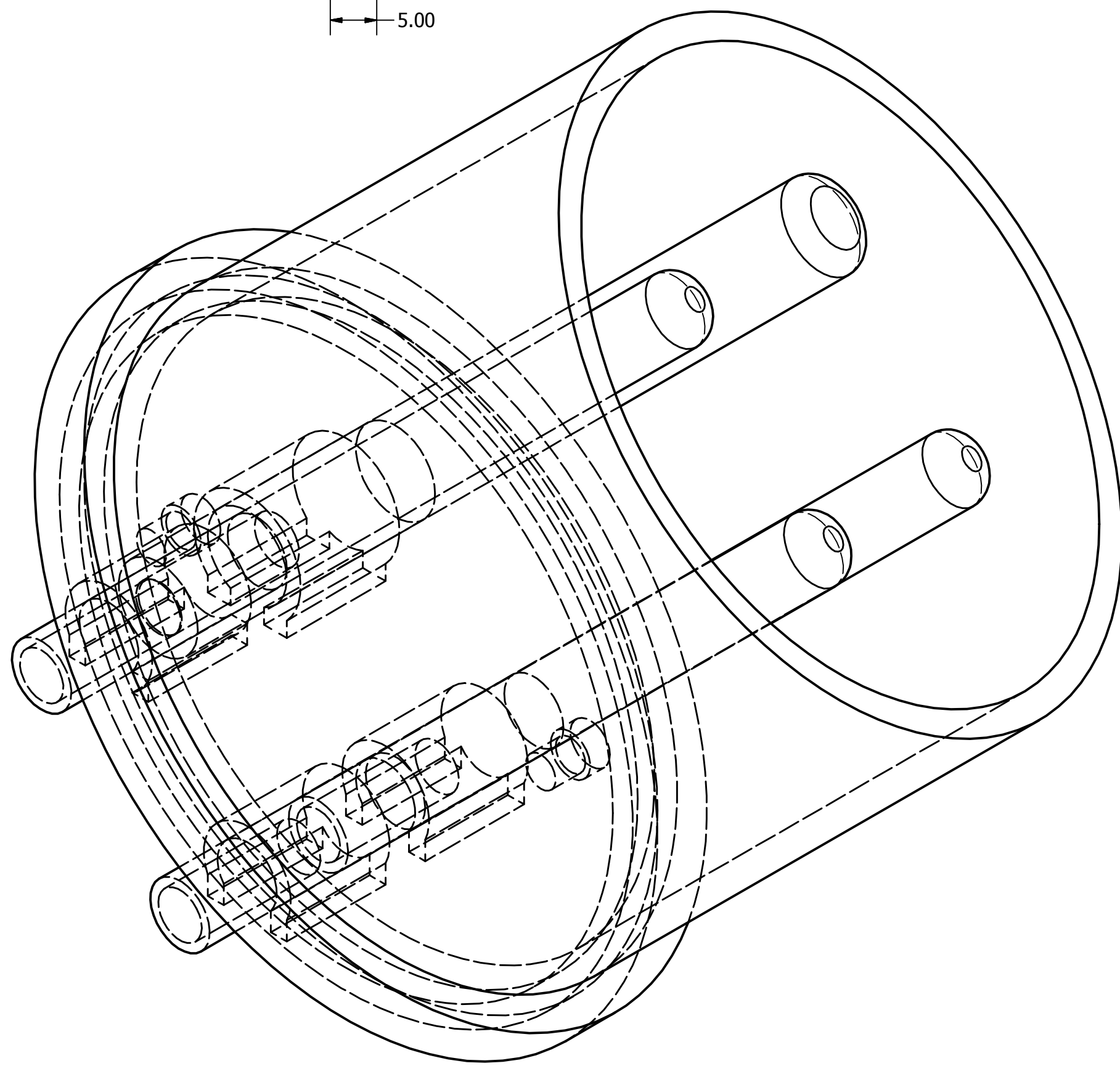
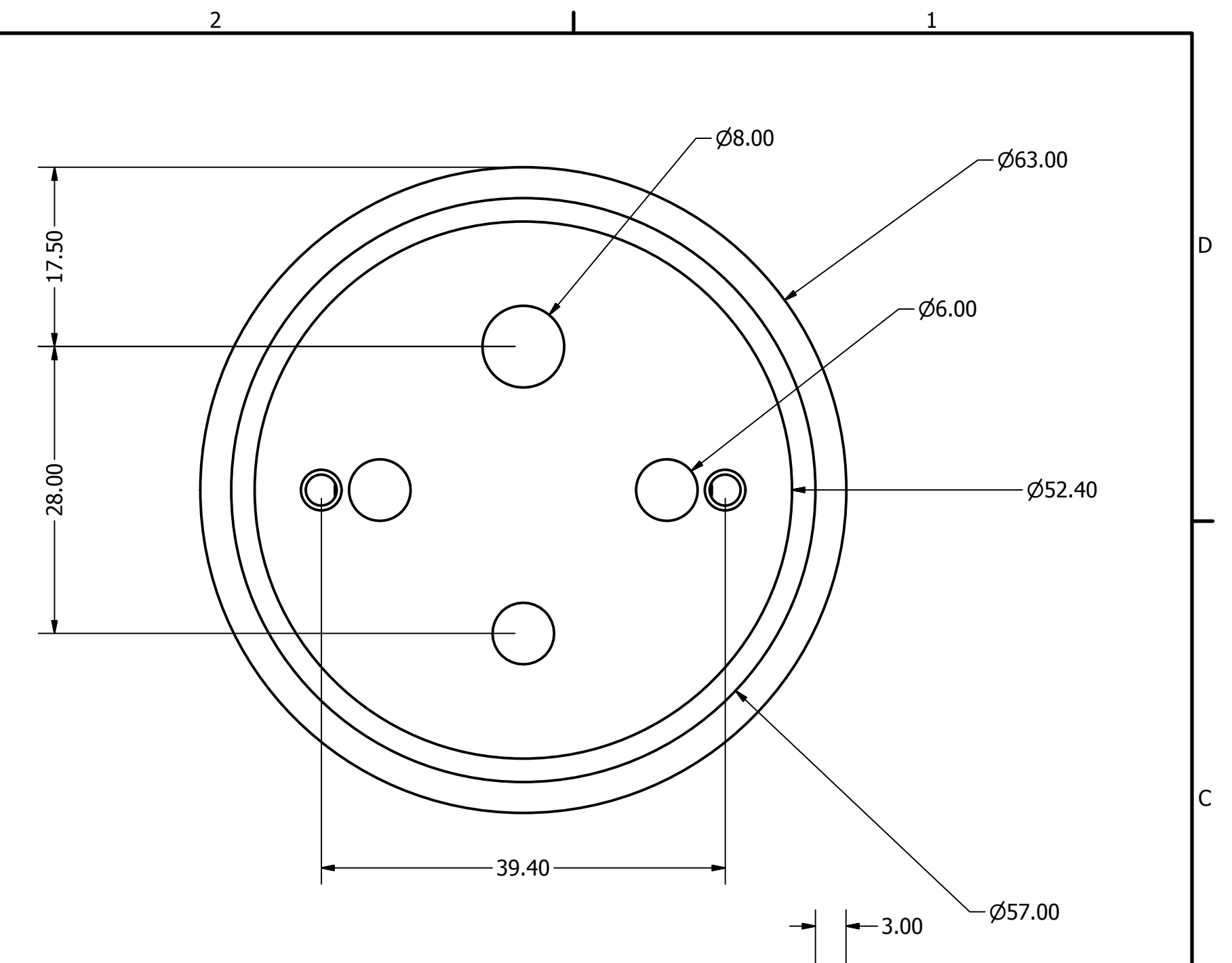
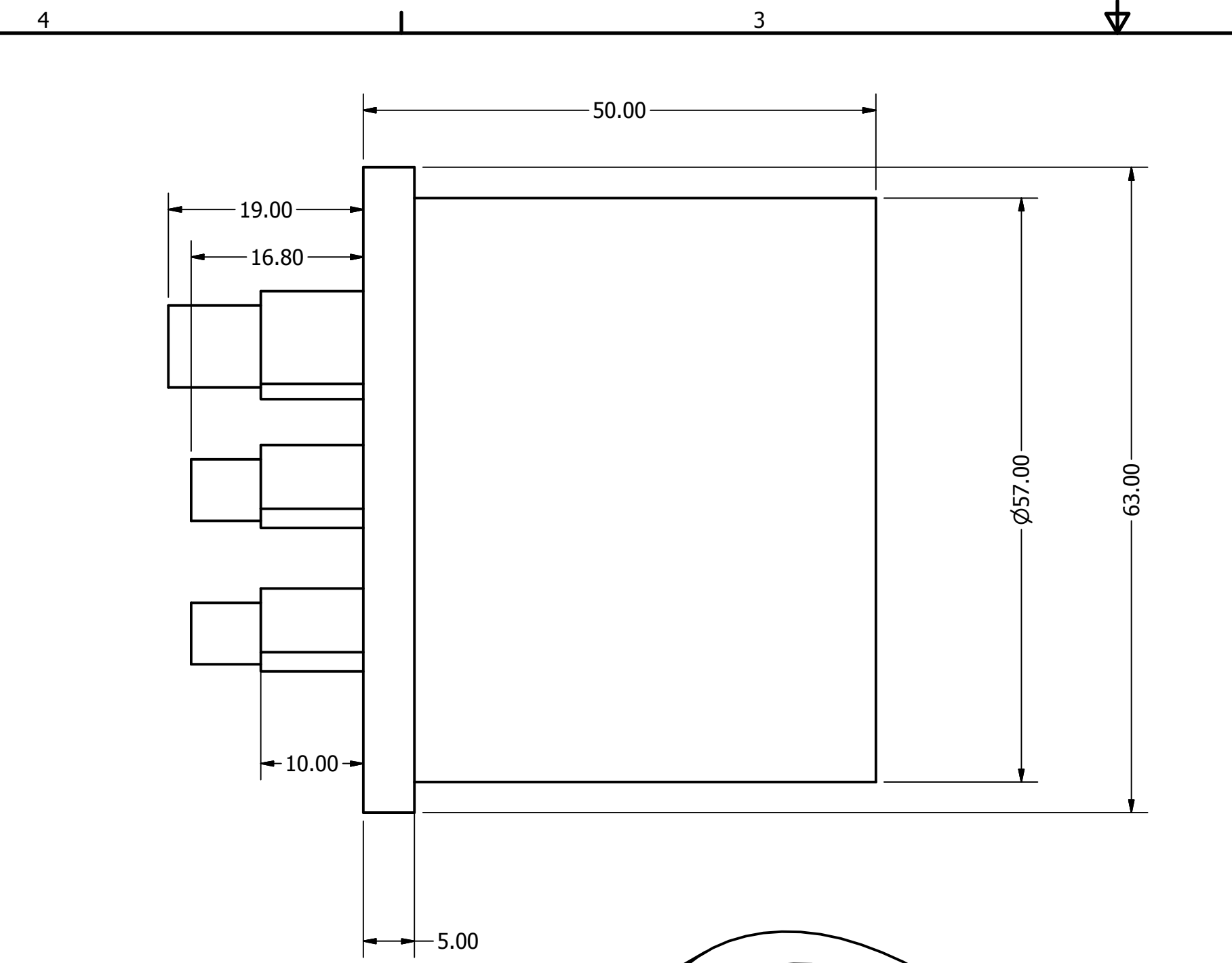


DRAWN	PARRA	26-07-2013		
CHECKED			TITLE	
QA				
MFG				
APPROVED				
		SIZE	DWG NO	REV
		C	receptor1	
		SCALE	SHEET 1 OF 1	

CONECTORES CIRCULARES DE 14 PINES



DRAWN	PARRA	26-07-2013		
CHECKED			TITLE	
QA				
MFG				
APPROVED				
		SIZE	DWG NO	REV
		C	conector datos 14 pines	
		SCALE	SHEET 1 OF 1	



DRAWN	PARRA	26-07-2013	TITLE	
CHECKED			ENCHUFE INDUSTRIAL 3P+T	
QA			SIZE	DWG NO
MFG			C	conector de potencia 3p+t
APPROVED			SCALE	REV
				SHEET 1 OF 1