

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Investigación

**Diseño de cubierta mecánica para protección contra
radiación solar de vehículos livianos, Arequipa 2019**

Marco Ludwing Rodríguez Córdova

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Mecánica

Arequipa, 2019

Repositorio Institucional Continental

Trabajo de Investigación



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar a este momento de mi vida y tener salud y bienestar todos los días, para poder hacer posible el desarrollo de este trabajo.

A mis padres, quienes me brindaron un amor incondicional y me inculcaron el sentido de la responsabilidad, disciplina, perseverancia y el respeto hacia el prójimo.

A la Universidad Continental del Perú y en especial a la Facultad de Ingenierías, por permitirme ser parte de una generación de profesionales emprendedores y personas productivas para el país.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento al Ing. Jonathan Alain Sánchez Paredes de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de la Universidad Continental del Perú, por su compromiso con el desarrollo y aprendizaje del alumnado y su constante dedicación y apoyo en el desarrollo de este proyecto.

A los docentes en general de la Universidad Continental del Perú, quienes supieron impartir y compartir sus conocimientos y experiencias con mi persona, que me ayudaron a ser mejor profesional y mejor persona.

A mis compañeros de estudio, quienes siempre estuvieron dispuestos a compartir opiniones constructivas y conocimientos técnicos que aportaron en gran medida al desarrollo de este proyecto innovador.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO I:	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
CAPÍTULO II:	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	4
2.2 BASES TEÓRICAS.....	5
2.2.1 FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS	5
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	7
CAPITULO III:	10
METODOLOGÍA.....	10
3.1 METODOLOGÍA APLICADA PARA EL DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	10
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	10
3.2.1 DISEÑO GENERAL.....	10

3.2.2	DISEÑO ESPECÍFICO.....	10
CAPITULO IV.....		11
ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....		11
4.1	IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS.....	11
4.1.1	ESTADO DE LA TECNOLOGÍA.....	11
4.1.2	PRESENTACIÓN INICIAL DE LA PROPUESTA.....	13
4.2	ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN.....	16
4.2.1	LISTA DE EXIGENCIAS.....	16
4.2.2	DETERMINACIÓN DE LA SECUENCIA DE OPERACIONES.....	19
4.2.3	ESTRUCTURA DE FUNCIONES.....	20
4.2.4	ESQUEMA DE LA CAJA NEGRA DEL SISTEMA.....	22
4.2.5	MATRIZ MORFOLÓGICA.....	23
4.2.6	PROYECTOS PRELIMINARES.....	25
4.2.7	EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA.....	28
4.3	DISEÑO.....	31
4.3.1	DESARROLLO DE LA GEOMETRÍA.....	31
4.3.2	DIMENSIONAMIENTO.....	33
4.3.3	CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CALOR DEL MATERIAL.....	37
4.3.4	MATERIALES PARA EL DISEÑO DE LA CUBIERTA.....	41
4.3.5	PRINCIPIO BÁSICO DEL MECANISMO DE LA CUBIERTA.....	42
4.3.6	DISEÑO DE LOS PUNTOS DE APOYO Y FIJACIÓN.....	46
4.3.7	RECUBRIMIENTO INTERIOR Y AISLANTE TÉRMICO.....	50
4.3.8	MODELADO FINAL.....	51
4.3.9	METRADO Y COSTOS DEL DISEÑO.....	52
CONCLUSIONES.....		54
TRABAJOS FUTUROS.....		55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		56
ANEXOS.....		59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de vehículos tipo SUV.....	14
Tabla 2. Dimensiones de vehículos sedán, coupé y compactos.	15
Tabla 3. Lista de exigencias del sistema.....	17
Tabla 4. Funciones de la cubierta mecánica.	21
Tabla 5. Matriz morfológica de las posibles soluciones.....	23
Tabla 6. Evaluación técnica.	28
Tabla 7. Evaluación económica.	29
Tabla 8. Comparación de la absorptividad solar α_s de algunas superficies con su emisividad ε a la temperatura ambiente.	38
Tabla 9. Combinaciones de absorptividad y emisividad en diferentes tipos de superficies.	39
Tabla 10. Lista de materiales y costos estimados.	52
Tabla 11. Lista de recursos y costos estimados.	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Territorio peruano y escala de intensidades de radiación solar en el año 2018..	1
Figura 2. Radiación directa y difusa que inciden sobre una superficie horizontal en la superficie terrestre.	5
Figura 3. Fundas para vehículos, fabricadas con materiales sintéticos y tela.	12
Figura 4. Izquierda: Vehículo tipo SUV (camioneta). Derecha: Vehículo tipo sedán.	13
Figura 5. Representación gráfica de dimensiones de vehículos tipo SUV.	14
Figura 6. Representación gráfica de dimensiones de vehículos sedán, coupé y compactos.	15
Figura 7. Esquema de la caja negra del sistema.	22
Figura 8. Alternativa de solución 1.	25
Figura 9. Alternativa de solución 2.	26
Figura 10. Alternativa de solución 3.	27
Figura 11. Evaluación sin pesos ponderados.	30
Figura 12. Evaluación con pesos ponderados.	30
Figura 13. Vista frontal de la geometría de la cubierta.	31
Figura 14. Vista lateral de la geometría de la cubierta.	31
Figura 15. Placas delanteras de la cubierta.	32
Figura 16. Dimensiones máximas de un vehículo tipo SUV.	33
Figura 17. Tamaño final de la cubierta para vehículos tipo SUV.	34
Figura 18. Puntos de apoyo delanteros de la cubierta para vehículos tipo SUV.	34
Figura 19. Dimensiones máximas de un vehículo tipo sedán, coupé o compacto.	35
Figura 20. Tamaño final de la cubierta para vehículos tipo sedán, coupé o compactos. ...	36
Figura 21. Puntos de apoyo posteriores de la cubierta para vehículos tipo sedán, coupé o compactos.	36
Figura 22. Plancha lisa de aluminio anodizado.	41
Figura 23. Izquierda: Bisagra de acero inoxidable. Derecha: Tuerca tipo mariposa de acero inoxidable.	41
Figura 24. Planchas de acero estructural ASTM A36.	42
Figura 25. Mecanismo de las placas de la cubierta.	42
Figura 26. Aberturas longitudinales de las placas de la cubierta.	43
Figura 27. Distribución de las aberturas de las placas de la cubierta.	43
Figura 28. Pasador plano deslizante.	44
Figura 29. Bisagras de unión y articulación de las placas.	44

Figura 30. Placas posteriores unidas al extremo de la cubierta.	45
Figura 31. Placas posteriores articuladas por la mitad mediante bisagras.	45
Figura 32. Extremos delantero y posterior y puntos de apoyo respectivos.	46
Figura 33. Estructuras soporte del punto de apoyo posterior.	47
Figura 34. Estructuras soporte del punto de apoyo delantero.	48
Figura 35. Estructuras soporte de los puntos de apoyo laterales de la cubierta	49
Figura 36. Efecto de reflexión de un material aislante frente a la radiación solar.	50
Figura 37. Vista lateral del modelado final de la cubierta en un vehículo tipo SUV.	51
Figura 38. Vista 3D de la cubierta mecánica.	51

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se describe de manera detallada la metodología de diseño aplicada en función a las normas VDI 2221, 2222 y 2225, para llegar a una solución adecuada, tomando como punto de partida una problemática climatológica, específicamente la radiación solar en niveles extremadamente altos, por lo cual se plantea la necesidad de proteger los vehículos livianos de la ciudad de Arequipa para evitar su deterioro.

Se inicia el trabajo de investigación conociendo la tecnología existente en la actualidad, los métodos o técnicas utilizadas en la preservación del estado de la pintura de los vehículos, estableciendo una lista de exigencias que debe tener el diseño propuesto, para lograr obtener una mejora sustancial en la protección de los automóviles. Mediante el análisis de las funciones que desempeñará el diseño propuesto, se proponen alternativas de solución y siguiendo un procedimiento ordenado y estructurado de selección, la alternativa más adecuada en los aspectos técnico y económico, es el diseño de una cubierta mecánica, geoméricamente sencilla, ligera, durable y portátil, que al ser instalada sobre la carrocería del vehículo, sin rozar la pintura, protegerá el automóvil aún más que con las tecnologías existentes.

El diseño es obtenido mediante cálculos de transferencia de calor de distintos tipos de materiales de acuerdo a su absorptividad y emisividad, se puede afirmar que el aluminio anodizado es la mejor alternativa, con el cual se procede a diseñar toda la estructura. Asimismo, se proponen materiales favorables para una buena disipación de calor y a la vez con la propiedad de reflexión de calor.

Se estiman los costos de los materiales empleados en su posible fabricación y los costos del desarrollo del proyecto y finalmente se elaboran los planos de partes, de ensamble y de fabricación.

Palabras clave: radiación solar, absorptividad, emisividad, mecanismo, protección solar.

ABSTRACT

In the present research work is described in detail the design methodology applied in accordance with the VDI 2221, 2222 and 2225 standards, to reach an appropriate solution, taking as a starting point a climatological problem, specifically the solar radiation in levels extremely high, for which the need arises to protect the light vehicles of the city of Arequipa to avoid their deterioration.

The research work is started by knowing the existing technology, the methods or techniques used in the preservation of the state of the painting of the vehicles, establishing a list of requirements that the proposed design must have, in order to obtain a substantial improvement in the protection of automobiles. By analyzing the functions that the proposed design will perform, alternative solutions are proposed and following an orderly and structured selection procedure, the most appropriate alternative in the technical and economic aspects is the design of a mechanical cover, geometrically simple, lightweight, durable and portable, that when installed on the body of the vehicle, without rubbing the paint, will protect the car even more than with existing technologies.

The design is obtained by calculations of heat transfer of different types of materials according to their absorptivity and emissivity, it can be said that anodized aluminum is the best alternative, with which we proceed to design the entire structure. Likewise, favorable materials are proposed for a good dissipation of heat and at the same time with the property of heat reflection.

The costs of the materials are established that are used in their possible manufacture and the costs of the development of the project are estimated and finally the plans of parts, assembly and manufacture are drawn up.

Keywords: solar radiation, absorptivity, emissivity, mechanism, sun protection.

INTRODUCCIÓN

Este tema de investigación surge a partir de una necesidad de las personas de la ciudad de Arequipa. Como se verá en el Capítulo I, las condiciones climatológicas de la región, ubicada a una elevación de 2,335 msnm y con un ambiente seco, en la actualidad la ciudad recibe día a día una radiación solar extremadamente alta. Cabe mencionar que no solo las personas están expuestas a la radiación solar, sino también los vehículos de los usuarios, que no siempre disponen de un lugar bajo la sombra para estacionar sus automóviles.

Existen antecedentes en los cuales se investigó sobre métodos de aprovechar y revertir los efectos dañinos de la radiación solar, temas que serán abordados en el Capítulo II, tales como “Refrigeración a partir de radiación solar” y “Disipación de calor mediante geometría con aletas”. Asimismo, se presentan bases teóricas tales como “Teoría de la radiación atmosférica y solar” y “Diseño de armaduras por método de nodos”, que son los pilares fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

En el Capítulo III, se planteó una metodología descriptiva tecnológica, desarrollándose una investigación explicativa cuantitativa, fundamentada mediante cálculos para obtener el diseño óptimo que satisfaga los requerimientos.

El análisis y diseño de la solución se detalla en el Capítulo IV, que comienza desde el análisis del estado de la tecnología, donde se conoce que actualmente se utilizan cubiertas convencionales para proteger los vehículos, luego elaborando una lista de exigencias, una secuencia de operaciones y estructura de funciones, pasando por una matriz morfológica de Zwicky que permite definir tres alternativas de solución conociendo las funciones que debe cumplir el diseño, siendo evaluadas técnica y económicamente. Este proceso en la metodología de diseño basado en las normas VDI 2221, VDI 2222 y VDI 2225, permite escoger la mejor alternativa de solución.

A continuación se diseña la geometría de la cubierta y se seleccionan los materiales más apropiados para cumplir con su función principal, mediante cálculos de transferencia de calor y mecanismos, obteniendo el diseño propuesto como alternativa de protección de la pintura y demás componentes de la carrocería de los vehículos en la ciudad de Arequipa, que puede contrarrestar la extrema radiación solar y sus efectos nocivos, brindando beneficios al usuario tales como: protección al 90% de la carrocería del vehículo, durabilidad ante condiciones climatológicas adversas, portabilidad y facilidad de uso.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), “La radiación solar en la ciudad de Arequipa se incrementó en enero del año 2019 hasta llegar a un valor de 18, encontrándose dentro de la escala de la Figura 1. como un valor extremadamente alto, siendo el límite permisible de 11 aceptado por la OMS.”

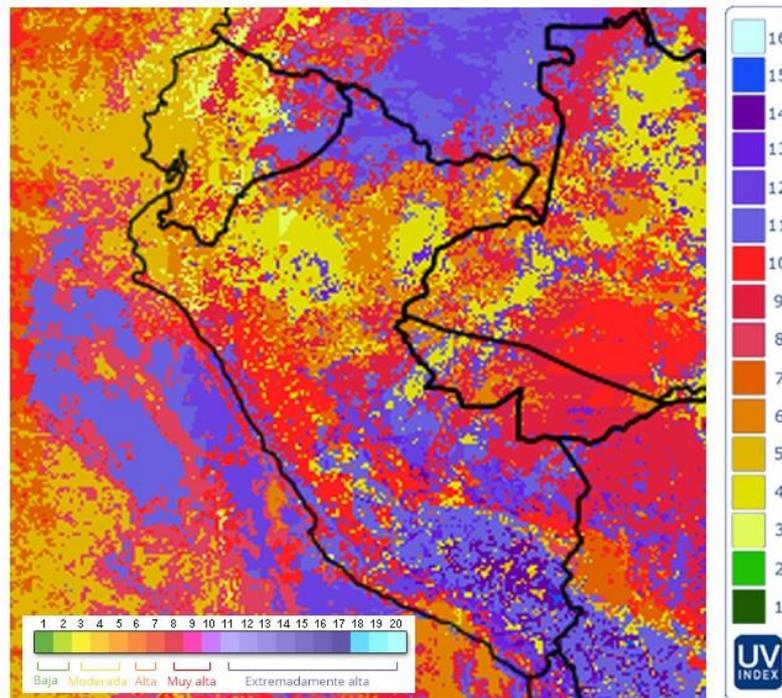


Figura 1. Territorio peruano y escala de intensidades de radiación solar en el año 2018.

(Fuente: <https://www.senamhi.gob.pe/>)

No solamente las personas se ven afectadas por este problema, sino también la pintura de los vehículos es un aspecto a tener en cuenta, a nivel estético y porque actúa como protección de los elementos de chapa metálica, tanto en interiores como en exteriores de la carrocería.

El calor generado por la radiación solar desgasta la capa de barniz, dejando descubierta la capa de pintura, que no está preparada para soportar por si sola la crudeza del clima. Por ello, es importante guardar los vehículos y protegerlos, considerando la ciudad de Arequipa como uno de los lugares con mayor radiación solar registrada en el Perú.

El lacado o esmaltado es el proceso por el que la pintura queda protegida y reluce todas sus tonalidades y matices, pero su degradación es progresiva y se ve afectada por las temperaturas altas y la exposición directa a la luz solar. Con el paso del tiempo, esa capa de barniz va perdiendo resistencia y profundidad, dejando al desprotegida la capa de pintura y eliminando la protección y el color, provocando en un futuro posibles inicios de ataques de corrosión en la carrocería.

1.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

a. Problema general

¿Es posible diseñar una cubierta mecánica que proteja los vehículos livianos de la ciudad de Arequipa contra la radiación solar?

b. Problemas específicos

- ¿Es posible diseñar un mecanismo funcional de una cubierta para protección contra radiación solar?
- ¿Es posible seleccionar un material apropiado para el diseño de una cubierta para protección contra radiación solar?
- ¿Es posible proteger la pintura de los vehículos expuestos a radiación solar mediante una cubierta mecánica?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una cubierta mecánica que proteja a los vehículos livianos de la ciudad de Arequipa contra la radiación solar.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar una estructura mecánica portátil, ligera y de fácil utilización para proteger los vehículos contra radiación solar en la ciudad de Arequipa.
- Seleccionar un material adecuado para minimizar los efectos dañinos de la radiación solar en los vehículos de la ciudad de Arequipa.
- Garantizar la protección de la pintura de los vehículos expuestos a la radiación solar de la ciudad de Arequipa, proponiendo el diseño de una cubierta mecánica.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Es importante cubrir los vehículos con una funda, claro está que la función de este elemento protector es impedir que efectos nocivos dañen el exterior de los automóviles, tales como: degradación de la pintura, posible oxidación por humedad y rayos del sol que decoloran la pintura.

El deterioro del exterior de los vehículos a causa de condiciones climatológicas, es un factor que influye en la conservación del vehículo, siendo el clima de Arequipa la mayor parte del año, soleado y con una radiación muy alta.

Las primeras partes afectadas de los vehículos por el paso de las horas bajo el sol, son aquellas que se encuentran en la parte exterior, como la pintura, las gomas y los faros.

El diseño de esta cubierta mecánica resolverá el problema del contacto directo del cobertor con la pintura del vehículo, puesto que no consiste en apoyar la cubierta sobre la carrocería, sino apoyarla en puntos de anclaje y mantener un espacio entre el vehículo y la cubierta mecánica sin producir rayones.

La cubierta mecánica utilizándola con frecuencia, mantendrá a salvo la integridad de los vehículos, no sólo en las calles de la ciudad de Arequipa, sino también en los hogares, cuando las condiciones climatológicas son adversas, en especial la radiación solar que está presente la mayor parte del año.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Calefacción y refrigeración a partir de radiación solar:

Según (Juanicó, Luis, 2006), en su trabajo sobre el “Diseño de techo solar adaptable innovativo para refrigeración y calefacción hogareña pasivas, presenta una alternativa adaptable que permite proveer de calefacción y refrigeración a una vivienda a un costo mucho menor.”

Este antecedente establece la forma de aprovechar la energía solar emitida por radiación, transformándola en energía de calefacción o de refrigeración, siendo la aplicación deseada para el diseño de la cubierta mecánica para protección contra radiación solar de vehículos livianos, manteniendo una temperatura baja por debajo de la cubierta. Además se puede evidenciar que algunos años atrás ya existe el interés de crear tecnologías nuevas en este campo poco conocido.

Disipación de calor mediante geometría con aletas:

Según (Carrasco Olea, Claudio, 2015), en su tesis sobre el “Diseño de un disipador de calor pasivo para un panel fotovoltaico inclinado operando en el norte de Chile”, establece el objetivo de encontrar la mejor alternativa de un disipador de calor de geometría triangular y con aletas, que pueda disminuir la diferencia de temperatura entre el panel fotovoltaico y el ambiente.”

Este antecedente define una solución para disminuir la temperatura de un cuerpo mediante una geometría con aletas, siendo el área de contacto mayor con el medio ambiente y ocurriendo la transferencia de calor más rápido.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS

Teoría de la Radiación Atmosférica y Solar:

Según (Çengel, Yunus A., 2011), en su libro “Transferencia de Calor y Masa - Fundamentos y Aplicaciones, la energía solar que incide sobre una superficie de la Tierra se considera que consta de partes directa y difusa. La parte de la radiación solar que llega a la superficie terrestre sin ser dispersada ni absorbida por la atmósfera se llama radiación solar directa G_D . Se supone que la radiación dispersada llega a la superficie terrestre de manera uniforme desde todas direcciones y se llama radiación solar difusa G_d . Entonces, la energía solar total que incide sobre la unidad de área de una superficie horizontal sobre el piso es:”

$$G_{solar} = G_D \cos \theta + G_d \quad (W/m^2)$$

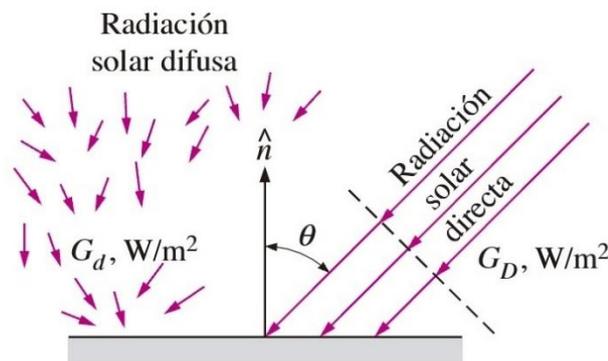


Figura 2. Radiación directa y difusa que inciden sobre una superficie horizontal en la superficie terrestre.

(Fuente: Çengel, Yunus A., (2011). Transferencia de calor y masa – Fundamentos y aplicaciones. 4.ª ed., 2011. pp. 710)

“En donde θ es el ángulo de incidencia de la radiación solar directa (el ángulo que forma el rayo de sol con la perpendicular a la superficie)”, tal como se aprecia en la Figura 2. “La radiación difusa varía desde alrededor de 10% de la radiación total, en un día claro, hasta cerca de 100% en un día totalmente nublado.”

“Las moléculas de gas así como las partículas suspendidas en la atmósfera emiten radiación y la absorben. La atmósfera se puede considerar como un cuerpo negro a alguna temperatura ficticia más baja, llamada temperatura efectiva del cielo T_{cielo} que emite una cantidad equivalente de radiación:”

$$G_{cielo} = \sigma T_{cielo}^4$$

“La razón neta de transferencia de calor por radiación hacia una superficie expuesta a la radiación solar y atmosférica se determina basándose en un balance de energía expresado como:”

$$\dot{q}_{neta,rad} = \alpha_s G_{solar} + \varepsilon \sigma (T_{cielo}^4 - T_s^4) \quad (W/m^2)$$

“En donde T_s es la temperatura superficial en K, ε es la emisividad de la superficie a la temperatura ambiente y σ es la constante de Stefan-Boltzmann con un valor de $5.670 \times 10^{-8} W/m^2.K^4$. Un resultado positivo para $\dot{q}_{neta,rad}$ indica una ganancia de calor por radiación por parte de la superficie y uno negativo indica una pérdida de calor.”

Diseño de Armaduras por Método de Nodos:

Según (Hibbeler, Russell C., 2010), en su libro “Ingeniería Mecánica - Estática, para analizar o diseñar una armadura, es necesario determinar la fuerza en cada uno de sus elementos. Una forma de hacer esto consiste en emplear el método de nodos. Este método se basa en el hecho de que toda la armadura está en equilibrio, entonces cada uno de sus nodos también está en equilibrio. Por lo tanto, si se traza el diagrama de cuerpo libre de cada nodo, se pueden usar las ecuaciones de equilibrio de fuerzas para obtener las fuerzas de los elementos que actúan sobre cada nodo. Como los elementos de una armadura plana son elementos rectos de dos fuerzas que se encuentran en el mismo plano, cada nodo está sometido a un sistema de fuerzas que es coplanar y concurrente.

En consecuencia, sólo es necesario satisfacer las siguientes ecuaciones para garantizar el equilibrio:”

$$\sum F_x = 0$$
$$\sum F_y = 0$$

“Donde la sumatoria de todas las fuerzas actuantes en la armadura sobre el eje horizontal “x”, debe ser el valor de cero y también donde la sumatoria de todas las fuerzas actuantes en la armadura sobre el eje “y”, debe ser el valor de cero.”

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Absortividad:**

Es una medida de la capacidad de un material para absorber radiación, igual a la absorción interna de una capa homogénea del material en condiciones en las que la trayectoria de la radiación tiene una longitud de unidad y los límites de la capa no tienen influencia.

Recuperado de: <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/absorptivity>

- **Acero inoxidable:**

Es el resultado de añadir cromo al acero, en cantidades mayores al 10.5%, formándose una “película” protectora de óxido en la superficie del acero. La película es muy delgada, pero es altamente resistente a la corrosión y, a menudo, se le denomina “película pasiva”.

Recuperado de: <https://www.worldstainless.org>

- **Anodización:**

Proceso electrolítico por el cual se da un recubrimiento protector a diversos metales.

Recuperado de: Diccionario Enciclopédico. Vox 1. 2009. Larousse Editorial, S.L.

- **Carrocería:**

Revestimiento metálico de los vehículos automóviles y ferroviarios.

Recuperado de: Gran Diccionario de la Lengua Española. 2016. Larousse Editorial, S.L.

- **Corrosión:**

Ataque que sufre la superficie de los metales debido a efectos químicos, bioquímicos, electrolíticos o de erosión.

Recuperado de: Diccionario Enciclopédico. Vox 1. 2009. Larousse Editorial, S.L.

- **Disipar:**

Desaparecer o hacer desaparecer una cosa material o inmaterial gradualmente.

Recuperado de: Gran Diccionario de la Lengua Española. 2016. Larousse Editorial, S.L.

- **Emisividad:**

Capacidad de un material para emitir energía radiante.

Recuperado de: Diccionario Enciclopédico. Vox 1. 2009. Larousse Editorial, S.L.

- **Irradiancia:**

Es una magnitud representada por el cociente entre la potencia (la energía por unidad de tiempo) y el área que recibe la radiación. Nos permite conocer cuánta energía incide sobre un área en un tiempo determinado.

Recuperado de: <https://cenergia.org.pe/blog/radiacion-solar-peru-irradiancia-radiacion/>

- **OMS:**

Organización Mundial de la Salud (World Health Organization o WHO), es la autoridad directiva y coordinadora en asuntos de sanidad internacional en el sistema de las Naciones Unidas.

Recuperado de: <https://www.who.int/about/es/>

- **PVC:**

Cloruro de polivinilo, material plástico.

Recuperado de: Gran Diccionario de la Lengua Española. 2016. Larousse Editorial, S.L.

- **Radiación solar:**

Fenómeno físico debido a la emisión de energía por parte del sol en forma de radiaciones electromagnéticas. Pueden ser cuantificadas y se expresan en unidades de irradiancia, potencia por unidad de superficie. Una característica de la radiación es que se trata de una forma de energía que puede ser transmitida en el vacío y ser capaz de atravesar el espacio.

Recuperado de: <https://www.definicionabc.com/ciencia/radiacion-solar.php>

- **Radiación ultravioleta:**

Es una radiación electromagnética con longitudes de onda entre 100 y 400 nm. En cantidades pequeñas son beneficiosas para la salud, pero la exposición excesiva a ella es perjudicial.

Recuperado de: https://www.who.int/topics/ultraviolet_radiation/es/

- **Rayos infrarrojos:**

Son un tipo de radiación electromagnética y térmica, de mayor longitud de onda que la luz visible, pero menor que la de las microondas. El rango de longitudes de onda oscila entre los 0,7 hasta los 1000 micrómetros.

Recuperado de: <https://www.evoconfort.com/que-son-los-rayos-infrarrojos/>

- **Reflexión:**

Acción y resultado de reflejar o reflejarse una luz, un sonido o el calor. Cambio de dirección o del sentido de propagación de una onda lumínica o sonora.

Recuperado de: Gran Diccionario de la Lengua Española. 2016. Larousse Editorial, S.L.

- **SENAMHI:**

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, es un organismo público ejecutor adscrito al Ministerio del Ambiente. Tiene como propósito generar y proveer información y conocimiento meteorológico, hidrológico y climático de manera confiable, oportuna y accesible en beneficio de la sociedad peruana.

Recuperado de: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=senamhi>

- **VDI:**

Verein Deutscher Ingenieure (Association of German Engineers), es el tercer organismo de normalización técnica más grande de Alemania, encargado de revisar y publicar reglamentos técnicos dentro del campo de la tecnología.

Recuperado de: <https://www.vdi.eu/engineering/vdi-standards/>

- **WMO:**

World Meteorological Organization (Organización Meteorológica Mundial), es un organismo especializado de las Naciones Unidas, integrado por 193 Estados y Territorios Miembros. Fue establecida el 23 de marzo de 1950 en virtud de la ratificación del Convenio de la WMO y un año después pasó a ser el organismo especializado de las Naciones Unidas para la meteorología (el tiempo y el clima), la hidrología operativa y las ciencias geofísicas conexas.

Recuperado de: <https://public.wmo.int/es/acerca-de-la-omm/quienes-somos>

CAPITULO III:

METODOLOGÍA

3.1 METODOLOGÍA APLICADA PARA EL DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

El tipo de esta investigación es descriptiva tecnológica, a fin de proponer la mejor alternativa disponible para el diseño de una cubierta mecánica para protección contra radiación solar de vehículos livianos en la ciudad de Arequipa.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Es una investigación explicativa cuantitativa, ya que el estudio consiste en el planteamiento de una solución basada en cálculos de diseño mecánico para obtener el diseño óptimo y para satisfacer la necesidad de protección y disipación de calor al que se encuentran expuestos los vehículos en la ciudad de Arequipa.

3.2.1 DISEÑO GENERAL

El diseño general de la investigación es la elaboración de un diseño que satisfaga las necesidades de preservación del estado de los vehículos expuestos a la radiación solar en la ciudad de Arequipa.

3.2.2 DISEÑO ESPECÍFICO

El diseño no será construido. Sin embargo, se consideran cálculos y se elaboran planos de fabricación, montaje y despiece de la cubierta mecánica, la cual estará sometida a las condiciones de radiación solar más extremas en la ciudad de Arequipa. Además de dimensionar y escoger los materiales adecuados para la propuesta.

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

4.1 IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

4.1.1 ESTADO DE LA TECNOLOGÍA

Fundas de tela y sintéticas:

En la actualidad la forma convencional de proteger la carrocería de los vehículos contra los efectos nocivos de la radiación solar en la ciudad de Arequipa, es la utilización de fundas de tela o sintéticas (generalmente de PVC), que actúan como capa de protección al ser colocadas sobre la periferia de los automóviles y fijadas con tiras atadas por la parte inferior o cintas elásticas incorporadas al borde inferior de las fundas.

Entre las ventajas del uso de estas fundas podemos mencionar las siguientes:

- Peso relativamente bajo.
- Costo al alcance de los usuarios.
- Material flexible fácil de transportar.
- Protección contra el polvo del medio ambiente.

Sin embargo, estas fundas también presentan desventajas, entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

- El contacto directo de la funda con la pintura del vehículo, puede ocasionar rayones.
- Dificultad para colocar la funda en su posición correcta sobre el vehículo.
- Dificultad para guardar la funda, ya que requiere ser enrollada.
- Desgaste acelerado de la funda por exposición constante a la radiación solar. Se presentan grietas y rotura en zonas específicas de la funda.

- No evita que la carrocería del vehículo se vea afectada por la elevada temperatura producida por la radiación solar.
- Pueden ser removidas de los vehículos por acción del viento, si las tiras no se encuentran atadas adecuadamente o las cintas elásticas del borde inferior perdieron sus propiedades de ajuste y fijación.

Tipos de fundas para vehículos:

Según la empresa Fundas y Cobertores Perú, ubicada en la ciudad de Lima, que comercializa fundas de buena calidad para vehículos según las exigencias de sus clientes, fabrica los siguientes tres tipos de fundas, en función a su grado de protección:

- **Funda para auto Básica:**

“Es económica y de doble capa. La capa exterior protege de la lluvia, sol y polvo y la capa interior, suave de algodón, protege la pintura del auto.”

- **Funda para auto Premium:**

“De precio módico, durable y de tres capas. Posee dos capas de polivinyl y una capa de algodón. Brinda protección contra los rayos UV, es impermeable y anti polvo.”

- **Funda para auto Super Premium:**

“Es la de precio más elevado, de mejor calidad, durable y de tres capas. Posee dos capas de polivinyl y una capa de algodón, brinda protección contra los rayos UV, es impermeable en su totalidad y anti polvo.”



Figura 3. Fundas para vehículos, fabricadas con materiales sintéticos y tela.

(Fuente: <http://www.fundasycobertoresperu.com>)

4.1.2 PRESENTACIÓN INICIAL DE LA PROPUESTA

Cubierta mecánica para protección contra radiación solar de vehículos livianos:

La cubierta mecánica debería cubrir el 90% del volumen del vehículo, quedando descubierta la tercera parte inferior de las ruedas, siendo esto de menor importancia, puesto que lo imprescindible es cubrir la carrocería completa.

Teniendo en cuenta el tamaño de los vehículos livianos, éstos pueden ser clasificados en dos categorías, como se muestra en la Figura 4.

- SUV (camionetas).
- Sedán, coupé y compactos.

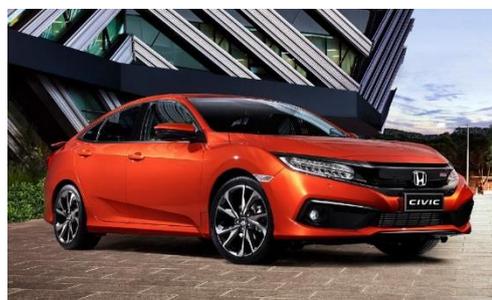


Figura 4. Izquierda: Vehículo tipo SUV (camioneta). Derecha: Vehículo tipo sedán.
(Fuente: <https://www.chevrolet.com.pe> y <https://4w.honda.com.pe>)

Se consideraron las dimensiones de vehículos tipo SUV (camionetas), como se muestra en la Tabla 1. con medidas máximas de:

- 5,206 mm de largo (A).
- 2,110 mm de ancho (B).
- 1,905 mm de altura (C).

También se consideraron las dimensiones de vehículos tipo sedán, coupé y compactos, como se muestra en la Tabla 2. con medidas máximas de:

- 4,870 mm de largo (A).
- 2,010 mm de ancho (B).
- 1,543 mm de alto (C).

Se propone diseñar dos cubiertas mecánicas en función a las dimensiones máximas recopiladas de los dos tipos de vehículos.



Figura 5. Representación gráfica de dimensiones de vehículos tipo SUV.

(Fuente: <https://www.kia.com>)

Tabla 1. Dimensiones de vehículos tipo SUV.

(Fuente: Elaboración propia)

Fabricante	Modelo	Largo (A) (mm)	Ancho (B) (mm)	Altura (C) (mm)
Toyota	Rav4	4,570	1,845	1,715
Toyota	Land Cruiser	4,950	1,970	1,905
Hyundai	Tucson	4,410	1,820	1,660
Hyundai	SantaFe	4,690	1,880	1,680
Nissan	X-Trail	4,640	1,820	1,710
Nissan	Murano	4,860	1,885	1,720
Nissan	Patrol	5,045	1,840	1,855
Mazda	CX-5	4,540	1,840	1,670
Mazda	CX-9	5,100	1,936	1,728
Chevrolet	Captiva	4,635	1,850	1,755
Chevrolet	Traverse	5,206	1,991	1,770
Kia	Sportage	4,350	1,800	1,730
Kia	Sorento	4,780	1,890	1,690
Renault	Duster	4,315	1,822	1,690
Ford	Explorer	5,037	2,004	1,778
Mitsubishi	Montero	4,900	1,875	1,900
Audi	Q5	4,620	2,040	1,650
Honda	CR-V	4,580	2,030	1,654
BMW	X6	4,909	2,110	1,702



Figura 6. Representación gráfica de dimensiones de vehículos sedán, coupé y compactos.
(Fuente: <https://www.kia.com>)

Tabla 2. Dimensiones de vehículos sedán, coupé y compactos.
(Fuente: Elaboración propia)

Fabricante	Modelo	Largo (A) (mm)	Ancho (B) (mm)	Altura (C) (mm)
Toyota	Yaris	3,785	1,870	1,530
Toyota	Corolla	4,540	2,010	1,465
Hyundai	Accent	4,368	1,699	1,450
Nissan	Versa	4,465	1,695	1,514
Nissan	Sentra	4,625	1,761	1,505
Mazda	3	4,585	1,795	1,475
Mazda	6	4,870	1,840	1,450
Chevrolet	Spark	3,640	1,600	1,522
Chevrolet	Sail	4,290	1,690	1,503
Chevrolet	Aveo	4,400	1,670	1,500
Chevrolet	Opra	4,500	1,725	1,455
Chevrolet	Camaro	4,840	1,920	1,380
Kia	Picanto	3,535	1,595	1,480
Kia	Rio	4,365	1,720	1,455
Kia	Cerato	4,560	1,780	1,445
Renault	Logan	4,340	1,742	1,543
Ford	Fusion	4,869	1,852	1,476
Mitsubishi	Lancer	4,570	1,760	1,505
Volkswagen	Jetta	4,659	1,778	1,482
Audi	A3	4,290	1,990	1,420
Honda	Civic	4,505	1,980	1,450
BMW	Serie 3	4,530	2,010	1,420

Las cubiertas mecánicas para protección contra radiación solar de los vehículos deberán tener el tamaño suficiente para cubrir toda la carrocería y una capa de material aislante térmico en sus paredes interiores, de tal forma que el calor producido por la radiación solar no incremente en exceso la temperatura de la carrocería de los vehículos. Adicionalmente el material de las cubiertas deberá tener propiedades óptimas para una buena disipación de calor.

4.2 ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN

4.2.1 LISTA DE EXIGENCIAS

Según (Coasaca, César, 2013), en su tesis “Diseño de un sistema automático para llenado de pilas en bandejas de cartón, la lista de exigencias resume los requerimientos de la necesidad y es el documento en base al cual se realiza el diseño y hace las veces de contrato entre el diseñador y el cliente, pues registra con aprobación de ambas partes las especificaciones solicitadas por este último. Se detallan los alcances que tendrá el proyecto y pone por escrito que el diseñador ha comprendido las necesidades que deberá satisfacer.

En el encabezado de la lista de exigencias se coloca el nombre del cliente para diferenciar esta lista de otras que se pudieran estar realizando en paralelo. Los diferentes conceptos que se analizan se presentan en los cuatro campos que se explican a continuación:”

- **Fecha de modificación:** Registro de variaciones y ajustes hechos en cada uno de los ítems de la lista a lo largo del tiempo, en las reuniones periódicas entre el diseñador y el cliente.
- **Deseo o exigencia:** Es una forma de identificar cada ítem de la lista si es tratado como una exigencia, la cual debe cumplirse de todas maneras o si por el contrario es solamente deseable, es decir, que no es esencial en el diseño propuesto. Para diferenciar los ítems si se consideran como deseo o exigencia se representan con la letra D para deseo o E para exigencia según sea el caso.
- **Descripción:** Se detallan las características por cada ítem que deberán considerarse durante el diseño. Los títulos de esta sección dependen del diseñador, ya que es quien debe evaluar las áreas de conocimiento que intervendrán en el desarrollo del proyecto.
- **Responsable:** Se menciona a la persona responsable de que la característica (sea deseo o exigencia) sea transmitida al diseño.

Con esta lista de exigencias, según indica el autor de esta tesis, es posible demarcar el alcance del proyecto y es de vital importancia para tener presente durante las etapas del diseño, hasta dónde se quiere llegar con el trabajo de investigación y no contemplar aspectos que no figuren en esta lista.

Tabla 3. Lista de exigencias del sistema.

(Fuente: Elaboración propia)

LISTA DE EXIGENCIAS			EDICIÓN: REV. 1
Proyecto: Diseño de Cubierta Mecánica para Protección Contra Radiación Solar de Vehículos Livianos, Arequipa 2019			Fecha: 05/07/2019
			Revisado: J. A. S. P.
Cliente: Arequipa - Perú			Elaborado: M. L. R. C.
Cambios (Fecha)	Deseo o Exigencia	Descripción	Responsable
05/07/2019	E	FUNCIÓN PRINCIPAL: Proteger la carrocería de los vehículos livianos de la ciudad de Arequipa, que se encuentren expuestos a la radiación solar, mediante una fácil instalación y desinstalación de la cubierta mecánica.	M. L. R. C.
05/07/2019	E	GEOMETRÍA: La cubierta mecánica debe cubrir la carrocería sin exceder del espacio permisible a su alrededor (250 mm). Las dimensiones máximas registradas de los vehículos son: SUV (camionetas): - Largo: 5,206 mm - Ancho: 2,110 mm - Altura: 1,905 mm Sedán, coupé y compactos: - Largo: 4,870 mm - Ancho: 2,010 mm - Alto: 1,543 mm A estas dimensiones se le sumará 500 mm para el largo y ancho; y 250 mm para la altura, siendo éstas las distancias de holgura entre la superficie del vehículo y las paredes interiores de la cubierta.	M. L. R. C.
05/07/2019	E	FUERZAS: El peso de la cubierta más grande (para los vehículos tipo SUV) no debe superar los 392.4 N (40 kg). La carga máxima permisible de 392.4 N se distribuirá en cuatro puntos de apoyo alrededor del vehículo. Estos puntos de apoyo deben ser calculados y diseñados para soportar 98.1 N (10 kg) cada uno.	M. L. R. C.

05/07/2019	D	<p>ENERGÍA:</p> <p>La cubierta mecánica debe tener aberturas en lugares convenientes para favorecer la ventilación del vehículo.</p> <p>La temperatura del vehículo expuesto a la radiación solar y protegido con la cubierta, debe ser menor o igual a 25 °C (siendo ésta la temperatura máxima registrada en la ciudad de Arequipa). Se estima que la temperatura del vehículo sea menor, utilizando materiales aislantes en las paredes interiores de la cubierta.</p>	M. L. R. C.
05/07/2019	E	<p>MATERIAL:</p> <p>El material apropiado para el diseño de la cubierta mecánica es aluminio liso de uso industrial o doméstico, el cual se comercializa en planchas de diversas medidas. El aluminio es el material más apropiado por sus propiedades de resistencia y larga duración, es ligero, resistente a la corrosión y puede reflejar o disipar el calor al medio ambiente.</p>	M. L. R. C.
05/07/2019	E	<p>SEGURIDAD:</p> <p>Para la seguridad del usuario y prevención de daños ocasionados por el uso y manipulación, la forma de la cubierta debe ser con bordes biselados y redondeados.</p>	M. L. R. C.
05/07/2019	D	<p>ERGONOMÍA:</p> <p>La cubierta mecánica debe poder guardarse sin problemas en el maletero del vehículo. Para manipular el peso de la cubierta, ésta contará con puntos de levante cómodos y seguros para el usuario.</p>	M. L. R. C.
05/07/2019	E	<p>FABRICACIÓN:</p> <p>La fabricación de las piezas de la cubierta se realizará en un taller mecánico con las máquinas-herramientas de manufactura esenciales de cualquier taller, tales como: taladros verticales, máquinas plegadoras, cortadoras, mesas con tornillos de banco, herramientas e instrumentos manuales.</p>	M. L. R. C.
05/07/2019	E	<p>MONTAJE Y DESMONTAJE:</p> <p>La instalación de la cubierta debe ser sencilla desde el primer punto de fijación hasta el segundo punto de fijación en el vehículo. Para la desinstalación debe ser igual de sencillo.</p>	M. L. R. C.

05/07/2019	E	TRANSPORTE: Para trasladar la cubierta mecánica dentro del vehículo, ésta debe ser plegable y portátil, de modo que no ocupe espacio en exceso en el espacio del maletero.	M. L. R. C.
05/07/2019	E	MANTENIMIENTO: La carcasa debe ser fácil de limpiar exterior como interiormente. Los componentes que sufran desgaste y requieran ser inspeccionados o reemplazados, deben ser de fácil desmontaje y montaje.	M. L. R. C.
05/07/2019	E	COSTOS: El costo del diseño finalizado no debe ser mayor a 6,000.00 soles.	M. L. R. C.
05/07/2019	E	FECHA DE ENTREGA: El diseño finalizado será presentado y entregado en el mes de julio de 2019.	M. L. R. C.

4.2.2 DETERMINACIÓN DE LA SECUENCIA DE OPERACIONES

Con la finalidad de establecer los pasos a seguir para la instalación y desinstalación correctas de la cubierta mecánica, se detalla a continuación una lista con la secuencia de operaciones correspondientes:

- Retirar cubierta del maletero o lugar de almacenamiento.
- Posicionar la cubierta sobre el primer punto de apoyo.
- Fijar la cubierta sobre el primer punto de apoyo.
- Extender la cubierta.
- Ubicar los laterales de la cubierta sobre los puntos de apoyo laterales.
- Posicionar la cubierta sobre el segundo punto de apoyo.
- Fijar la cubierta sobre el segundo punto de apoyo.
- Liberar la cubierta del segundo punto de apoyo.
- Retraer la cubierta.
- Liberar la cubierta del primer punto de apoyo.
- Guardar la cubierta en el maletero o lugar de almacenamiento.

4.2.3 ESTRUCTURA DE FUNCIONES

Se elaboró un listado de funciones que deben cumplirse en el mecanismo, tal como se muestra en la Tabla 4, tomando como base la secuencia de operaciones definida previamente. Se propuso alternativas de solución para cada una de las funciones establecidas, que no son más que acciones que el usuario de la cubierta mecánica debe realizar teniendo en cuenta las ubicaciones exactas en su vehículo que se indicarán posteriormente.

Las fases del proceso técnico permiten identificar y clasificar las funciones de manera lógica y ordenada para el buen entendimiento de la secuencia lógica que se debe seguir durante el uso de la cubierta, desde el montaje o instalación hasta el desmontaje o desinstalación.

Cada fase del proceso técnico es de tipo mecánico, ya que en esta propuesta de diseño el principio de accionamiento de cada operación es manual y deberá ser ejecutado por el usuario de la cubierta mecánica.

La Función Principal (primer punto de la lista de exigencias) representa el punto de partida para la elaboración de la caja negra, en la cual se deben satisfacer en su totalidad los requerimientos para los cuales será diseñada la cubierta mecánica.

Posteriormente se elaboró una matriz morfológica de Zwicky, en la cual se incluyeron todas las alternativas de solución de cada función, siendo combinadas para obtener tres posibles alternativas de diseño que son evaluadas y comparadas objetivamente a través de criterios técnicos y económicos generales, con puntajes asignados, cumpliendo con la norma VDI 2225 para escoger la solución más apropiada.

Adicionalmente se presentaron las tres alternativas de solución como proyectos preliminares de forma gráfica y descriptiva, para conocer las ventajas y desventajas que cada una de ellas ofrece al usuario cuando la cubierta sea utilizada.

Tabla 4. Funciones de la cubierta mecánica.

(Fuente: Elaboración propia)

Función	Fase del proceso técnico	Tipo de proceso	Comentarios
Retirar cubierta	Preparación	Mecánico	La cubierta en su posición retraída y compacta será retirada del maletero del vehículo o de su lugar de almacenamiento.
Posicionar cubierta (punto 1)	Posicionamiento	Mecánico	El usuario deberá sostener la cubierta de sus puntos de sujeción y ubicarla sobre el punto de apoyo #1, en la parte posterior del vehículo.
Fijar cubierta (punto 1)	Montaje	Mecánico	La cubierta una vez ubicada en su posición inicial, cuenta con un seguro manual que debe fijarse e inmovilizar la cubierta en su punto de anclaje.
Extender cubierta	Extensión	Mecánico	El usuario debe extender manualmente la cubierta y desplegarla sobre toda la carrocería del vehículo.
Posicionar cubierta (punto 2)	Posicionamiento	Mecánico	La cubierta extendida, debe posicionarse correctamente, por delante y en los puntos de apoyo laterales #3 y #4.
Fijar cubierta (punto 2)	Montaje	Mecánico	La cubierta en la parte delantera del vehículo, cuenta con un segundo seguro manual el cual debe ser fijado sobre el punto de apoyo #2.
Liberar cubierta (punto 2)	Desmontaje	Mecánico	El usuario debe liberar el seguro manual del punto de apoyo #2 de la parte delantera del vehículo.
Retraer cubierta	Retracción	Mecánico	El usuario debe replegar manualmente la cubierta.
Liberar cubierta (punto 1)	Desmontaje	Mecánico	El usuario debe liberar el seguro manual del punto de apoyo #1 de la parte posterior del vehículo.
Guardar cubierta	Almacenamiento	Mecánico	El usuario debe levantar y guardar la cubierta compacta dentro del maletero o lugar de almacenamiento.

4.2.4 ESQUEMA DE LA CAJA NEGRA DEL SISTEMA

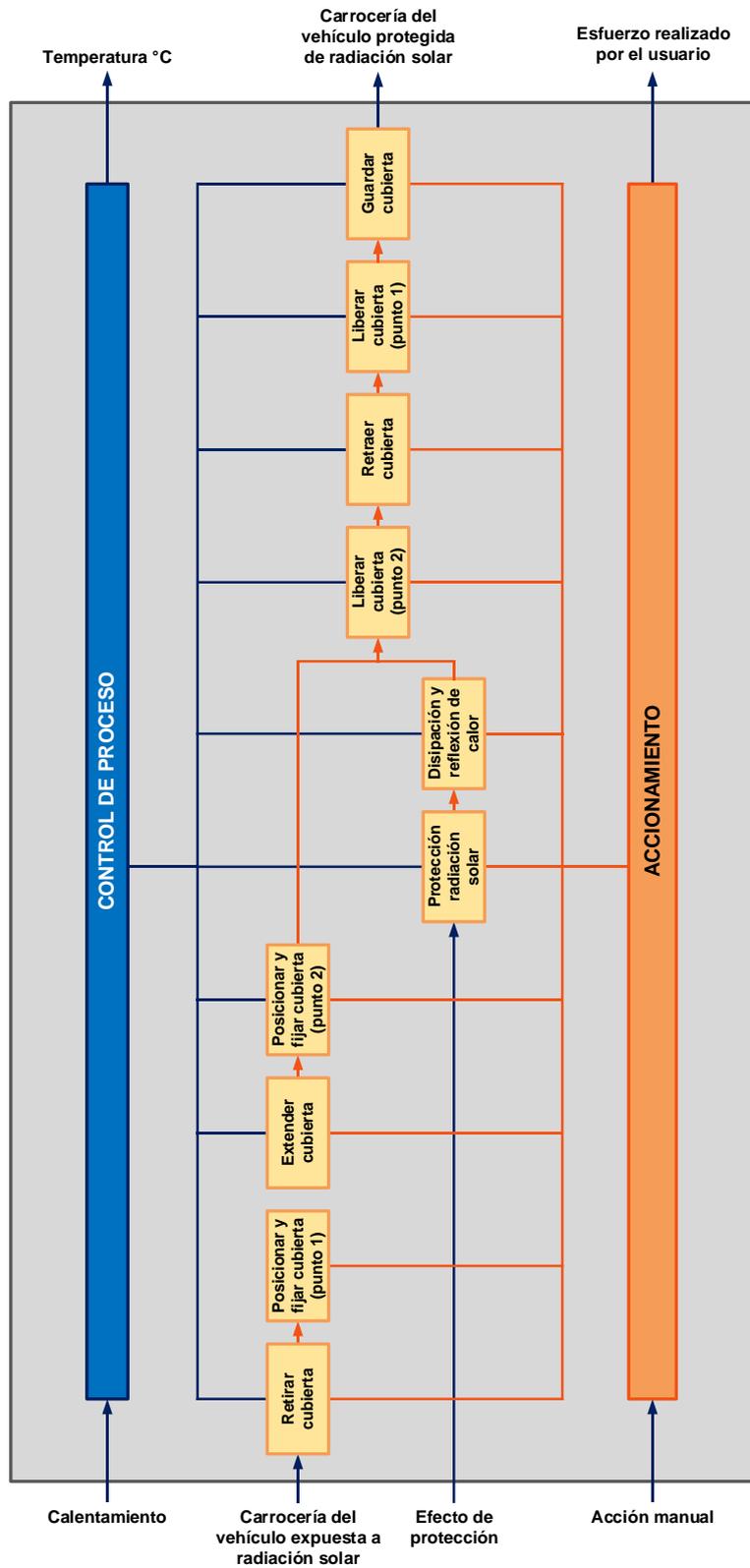
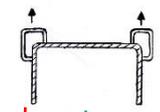
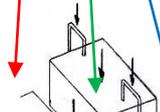
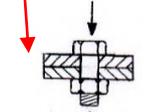
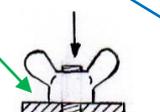
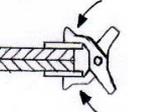
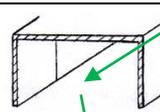
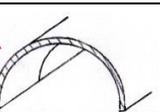
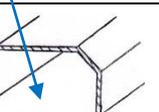
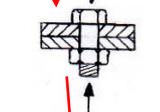
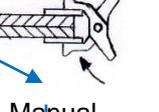


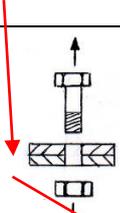
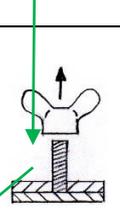
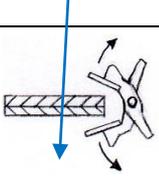
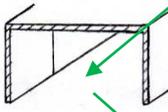
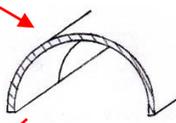
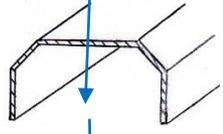
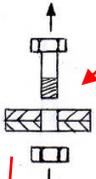
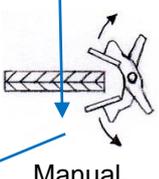
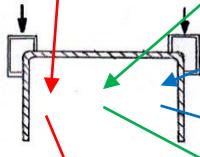
Figura 7. Esquema de la caja negra del sistema.
(Fuente: Elaboración propia)

4.2.5 MATRIZ MORFOLÓGICA

Tabla 5. Matriz morfológica de las posibles soluciones.

(Fuente: Elaboración propia)

MATRIZ MORFOLÓGICA			
Diseño de cubierta mecánica para protección contra radiación solar de vehículos livianos, Arequipa 2019			
FUNCIONES BÁSICAS	PORTADORES DE FUNCIONES (Alternativas de solución)		
1 Retirar cubierta	 Manual, mediante dos asas		
2 Posicionar cubierta (punto 1)	 Manual, mediante dos asas		
3 Fijar cubierta (punto 1)	 Manual, Perno + tuerca	 Manual, Tuerca mariposa y perno fijo	 Manual, Seguro mecánico
4 Extender cubierta	 Manual, Estructura modular cuadrada	 Manual, Estructura modular circular	 Manual, Estructura modular biselada
5 Posicionar cubierta (punto 2)	 Manual, mediante dos asas		
6 Fijar cubierta (punto 2)	 Manual, Perno + tuerca	 Manual, Tuerca mariposa y perno fijo	 Manual, Seguro mecánico

<p>7 Liberar cubierta (punto 2)</p>	 <p>Manual, Perno + tuerca</p>	 <p>Manual, Tuerca mariposa y perno fijo</p>	 <p>Manual, Seguro mecánico</p>
<p>8 Retraer cubierta</p>	 <p>Manual, Estructura modular cuadrada</p>	 <p>Manual, Estructura modular circular</p>	 <p>Manual, Estructura modular biselada</p>
<p>9 Liberar cubierta (punto 1)</p>	 <p>Manual, Perno + tuerca</p>	 <p>Manual, Tuerca mariposa y perno fijo</p>	 <p>Manual, Seguro mecánico</p>
<p>10 Guardar cubierta</p>	 <p>Manual, mediante dos asas</p>		
	<p>CONCEPTO DE SOLUCIÓN 1</p>	<p>CONCEPTO DE SOLUCIÓN 2</p>	<p>CONCEPTO DE SOLUCIÓN 3</p>

4.2.6 PROYECTOS PRELIMINARES

Según la matriz morfológica se obtuvo los tres conceptos de solución siguientes, los cuales se dibujaron a mano alzada y se describen a continuación.

- **Concepto de solución 1:**

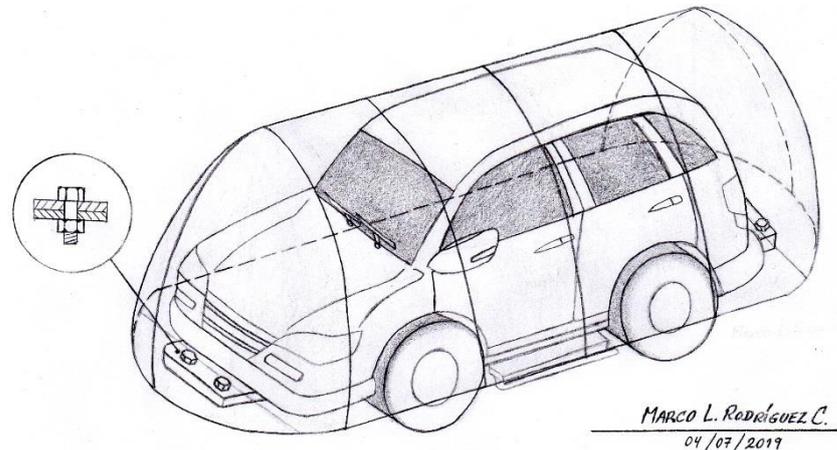


Figura 8. Alternativa de solución 1.

(Fuente: Elaboración propia)

Es la alternativa de solución más simple en su forma geométrica y forma de sujeción de fácil fabricación. Aunque la forma circular de la cubierta supone cierta complejidad en el conformado de las partes de los extremos, su forma es sencilla pero no es práctica para ser portátil. La cubierta en su posición retraída ocupará un espacio considerable, la cual deberá ser colocada en el punto de fijación posterior (1) con exactitud, haciendo coincidir los agujeros de la cubierta con los del punto de apoyo. Aquí se fijará con dos pernos de cabeza hexagonal y dos tuercas hexagonales. A continuación se expandirá la cubierta manualmente para cubrir la carrocería del vehículo. Esto es posible gracias a los segmentos articulados unidos entre sí que pueden tener dos posiciones: retraídos o extendidos. En el punto de fijación delantero (2) de igual forma la cubierta deberá ubicarse con exactitud, haciendo coincidir los agujeros de la cubierta con los del punto de apoyo. También aquí se fijará con dos pernos de cabeza hexagonal y dos tuercas hexagonales, tal como se aprecia en la Figura 8. Para esta alternativa de solución la cubierta deberá contar con aberturas en los extremos de tal forma que el usuario pueda acceder a los puntos de apoyo y pueda ajustar y desajustar los pernos y tuercas manualmente. Para retirar y guardar la cubierta se debe seguir el mismo procedimiento en orden inverso.

- **Concepto de solución 2:**

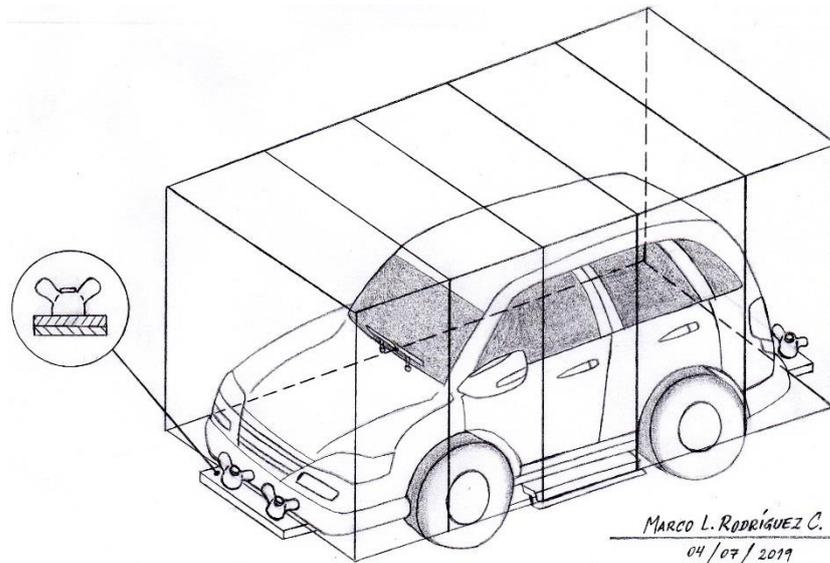


Figura 9. Alternativa de solución 2.

(Fuente: Elaboración propia)

Es la alternativa de solución con geometría de complejidad moderada y forma de sujeción sencilla. La conformación cuadrada de esta cubierta supone pliegues de la chapa metálica a 90°. El extremo delantero y posterior son de fácil conformado, ya que son planos y sin pliegues. Este modelo de cubierta permitirá que en su posición replegada ocupe poco espacio y pueda ser guardada sin problemas. En la instalación, ésta debe ser colocada sobre el punto de apoyo posterior del vehículo (1) con exactitud, haciendo coincidir los agujeros de la cubierta con los pernos fijos del punto de apoyo. Aquí se fijará manualmente con dos tuercas tipo mariposa. A continuación se expandirá la cubierta manualmente para cubrir la carrocería del vehículo. Esto es posible gracias a los segmentos articulados unidos entre sí que pueden tener dos posiciones: retraídos o extendidos. En el punto de fijación delantero (2) de igual forma deberá ubicarse con exactitud, haciendo coincidir los agujeros de la cubierta con los pernos fijos del punto de apoyo. También aquí se fijará manualmente con dos tuercas tipo mariposa, tal como se aprecia en la Figura 9. Esta alternativa de solución deberá ser plegable para llegar a ser más compacta y esto pueda favorecer a su almacenamiento en el maletero del vehículo o en otro lugar.

Para retirar y guardar la cubierta se debe seguir el mismo procedimiento en orden inverso.

- **Concepto de solución 3:**

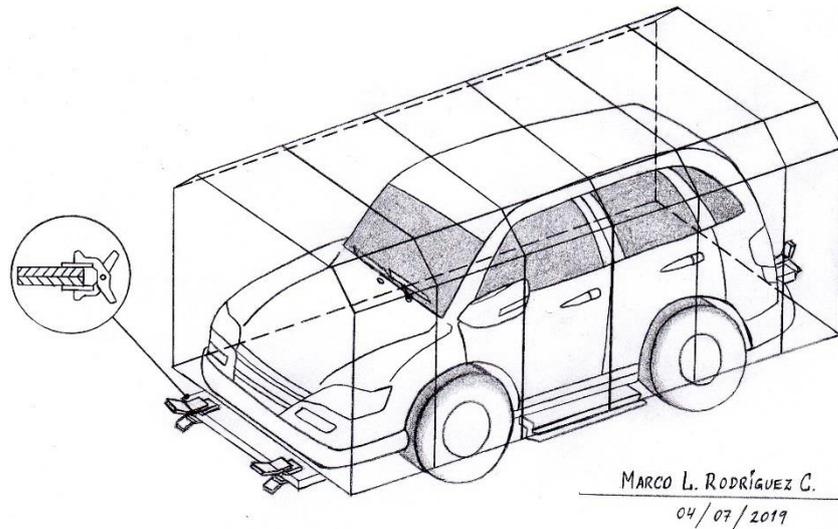


Figura 10. Alternativa de solución 3.

(Fuente: Elaboración propia)

Es la alternativa de solución de geometría más compleja y forma de sujeción buena pero de difícil fabricación. La conformación cuadrada con biseles en sus esquinas superiores, supone pliegues de la chapa metálica a 45°. El extremo delantero y posterior son de fácil conformado, ya que son planos y sin pliegues. Este modelo de cubierta permitirá que en su posición replegada ocupe poco espacio y pueda ser guardada sin problemas. En la instalación, ésta debe ser colocada sobre el punto de apoyo posterior del vehículo (1) con exactitud. Aquí se fijará manualmente con dos seguros mecánicos a modo de mordazas que pueden ser independientes, es decir, que pueden retirarse de la cubierta, o por el contrario pueden incorporarse para que sean parte de la cubierta y evitar que se extravíen. A continuación se expandirá la cubierta manualmente para cubrir la carrocería del vehículo. Esto es posible gracias a los segmentos articulados unidos entre sí que pueden tener dos posiciones: retraídos o extendidos. En el punto de fijación delantero (2) de igual forma deberá ubicarse con exactitud. También aquí se fijará manualmente con dos seguros mecánicos a modo de mordazas que también pueden ser independientes o pueden incorporarse a la cubierta, tal como se aprecia en la Figura 10. Esta alternativa de solución deberá ser plegable según su geometría lo permita, para ser lo más compacta posible y se pueda almacenar en el maletero del vehículo o en otro lugar.

Para retirar y guardar la cubierta se debe seguir el mismo procedimiento en orden inverso.

4.2.7 EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA

La evaluación técnico-económica para las tres alternativas de solución se realizó mediante el método de evaluación de proyectos mecánicos según VDI 2225.

Tabla 6. Evaluación técnica.

(Fuente: Elaboración propia)

Diseño Mecánico – Evaluación de Proyectos VALOR TÉCNICO (Xi)							Proyecto Mecánico			
Proyecto: Diseño de cubierta mecánica para protección contra radiación solar de vehículos livianos, Arequipa 2019										
p: Puntaje de 0 a 4 (Escala de valores según norma VDI 2225) 0=No satisface, 1=Aceptable a las justas, 2=Suficiente, 3=Bien, 4=Muy bien (ideal) g: Peso ponderado en función de la importancia de los criterios de evaluación										
Criterios de evaluación para diseños en fase de conceptos o proyectos										
Variantes de Concepto/Proyectos			Solución 1 (S1)		Solución 2 (S2)		Solución 3 (S3)		Solución Ideal	
Nº	Criterios de Evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp
1	Peso adecuado	4	2	8	4	16	3	12	4	16
2	Seguridad	4	3	12	4	16	2	8	4	16
3	Transporte	3	2	6	4	12	3	9	4	12
4	Estabilidad	3	2	6	3	9	4	12	4	12
5	Rigidez	3	2	6	3	9	4	12	4	12
6	Complejidad	4	4	16	3	12	2	8	4	16
7	Fabricación	4	4	16	3	12	2	8	4	16
8	Montaje	4	2	8	3	12	4	16	4	16
9	Desmontaje	4	2	8	3	12	4	16	4	16
10	Diseño	4	4	16	3	12	2	8	4	16
11	Mantenimiento	4	3	12	3	12	2	8	4	16
12	Ergonomía	4	2	8	3	12	4	16	4	16
Puntaje máximo $\sum p$ ó $\sum gp$		45	32	122	39	146	36	133	48	180
Valor Técnico Xi			0.67	0.68	0.81	0.81	0.75	0.74	1.00	1.00

Tabla 7. Evaluación económica.

(Fuente: Elaboración propia)

Diseño Mecánico – Evaluación de Proyectos VALOR ECONÓMICO (Yi)					Proyecto Mecánico					
Proyecto: Diseño de cubierta mecánica para protección contra radiación solar de vehículos livianos, Arequipa 2019										
p: Puntaje de 0 a 4 (Escala de valores según norma VDI 2225) 0=No satisface, 1=Aceptable a las justas, 2=Suficiente, 3=Bien, 4=Muy bien (ideal) g: Peso ponderado en función de la importancia de los criterios de evaluación										
Criterios de evaluación para diseños en fase de conceptos o proyectos										
Variantes de Concepto/Proyectos			Solución 1 (S1)		Solución 2 (S2)		Solución 3 (S3)		Solución Ideal	
Nº	Criterios de Evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp
1	Número de piezas	4	2	8	4	16	3	12	4	16
2	Facilidad de conseguir materiales	4	4	16	3	12	2	8	4	16
3	Costo de diseño	4	3	12	4	16	2	8	4	16
4	Costo de materiales	4	3	12	4	16	2	8	4	16
5	Costo de fabricación	4	3	12	4	16	2	8	4	16
6	Costo de mantenimiento	4	3	12	4	16	2	8	4	16
7	Costo de repuestos	4	4	16	3	12	2	8	4	16
8	Costo de almacenamiento	3	2	6	4	12	3	9	4	12
9	Costo de transporte	3	2	6	4	12	3	9	4	12
10	Costos diversos	3	4	12	3	9	2	6	4	12
Puntaje máximo $\sum p$ ó $\sum gp$		37	30	112	37	137	23	84	40	148
Valor Técnico Yi			0.75	0.76	0.93	0.93	0.58	0.57	1.00	1.00

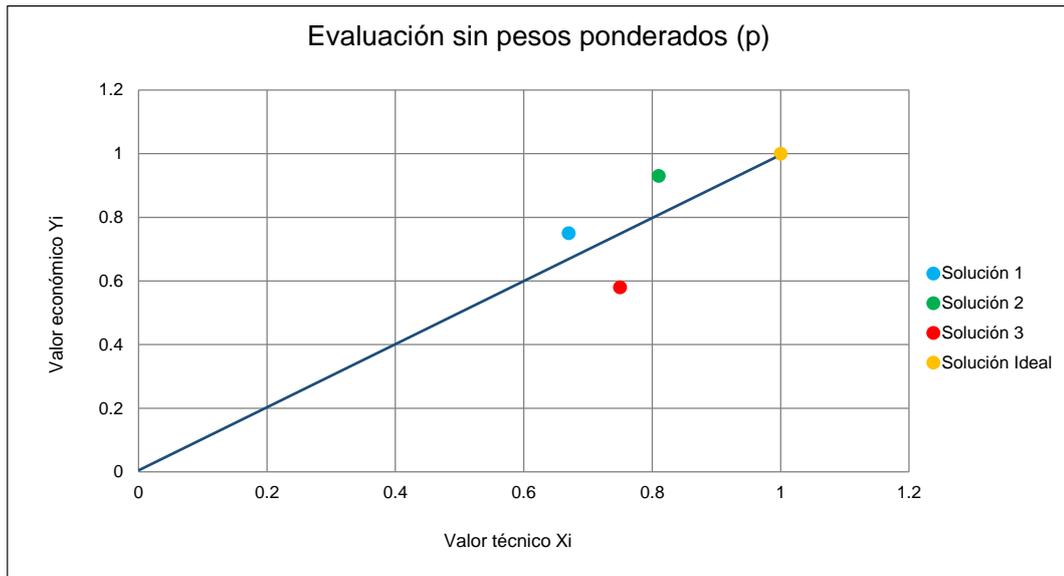


Figura 11. Evaluación sin pesos ponderados.

(Fuente: Elaboración propia)

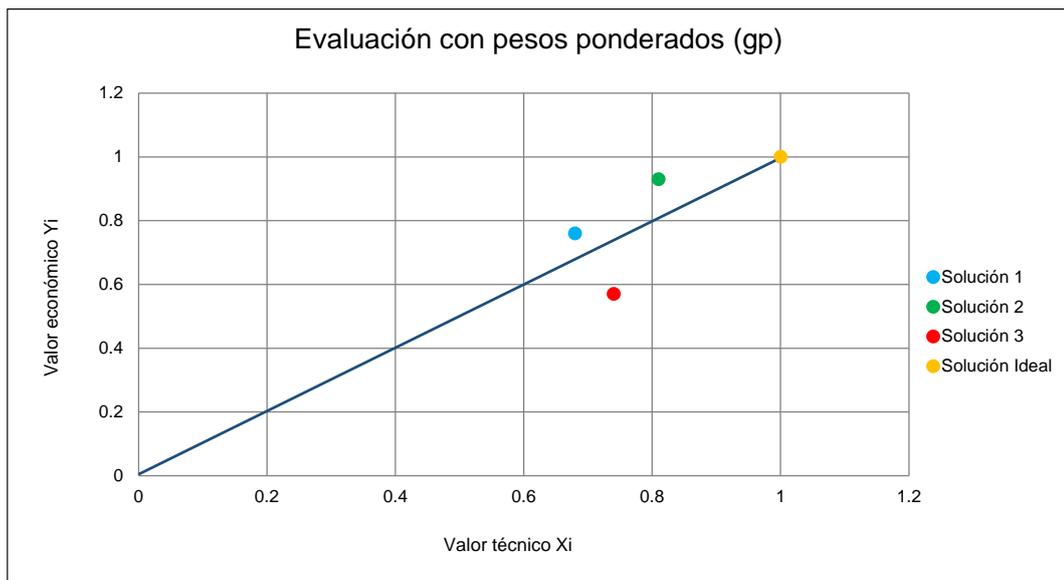


Figura 12. Evaluación con pesos ponderados.

(Fuente: Elaboración propia)

En las gráficas anteriores, basadas en la Tabla 6. y Tabla 7. de las evaluaciones técnica y económica respectivamente, se puede observar una comparativa entre las tres alternativas de solución, siendo la solución ideal la indicada por la línea media y el punto ubicado más arriba y más a la derecha. Por lo tanto, la mejor alternativa escogida es la Solución 2 por ubicarse mucho más cerca de la línea media y con mayor cercanía a la Solución Ideal (esquina superior derecha), la cual reúne las características óptimas de diseño.

4.3 DISEÑO

4.3.1 DESARROLLO DE LA GEOMETRÍA

La forma geométrica de la alternativa de solución seleccionada será cuadrada, observada desde la parte frontal o posterior del vehículo, como se puede apreciar en la Figura 13.

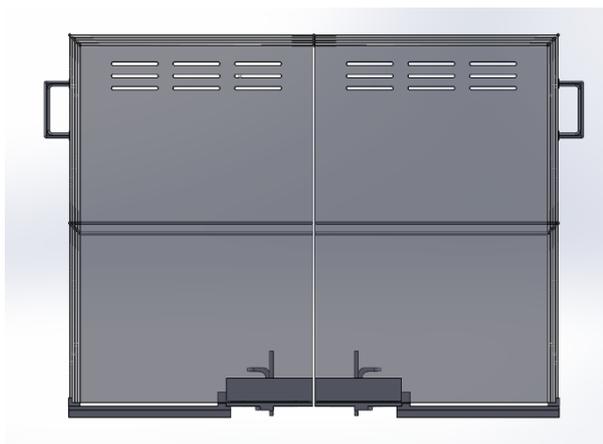


Figura 13. Vista frontal de la geometría de la cubierta.
(Fuente: Elaboración propia)

La forma geométrica de la parte lateral izquierda o lateral derecha de la cubierta será rectangular horizontalmente, como se aprecia en la Figura 14.

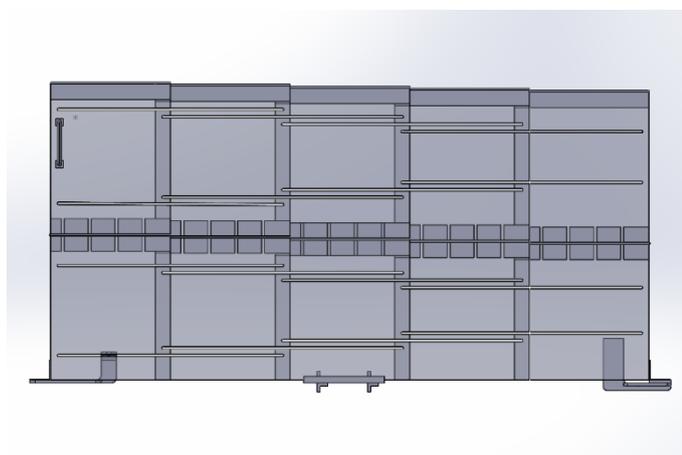


Figura 14. Vista lateral de la geometría de la cubierta.
(Fuente: Elaboración propia)

Esta disposición de la cubierta sobre el vehículo cubrirá toda la carrocería hasta la base del chasis, en su posición desplegada. Las partes delantera y posterior del vehículo, estarán cubiertas por placas articuladas, para facilitar su instalación y desinstalación, lo cual se muestra en la Figura 15.

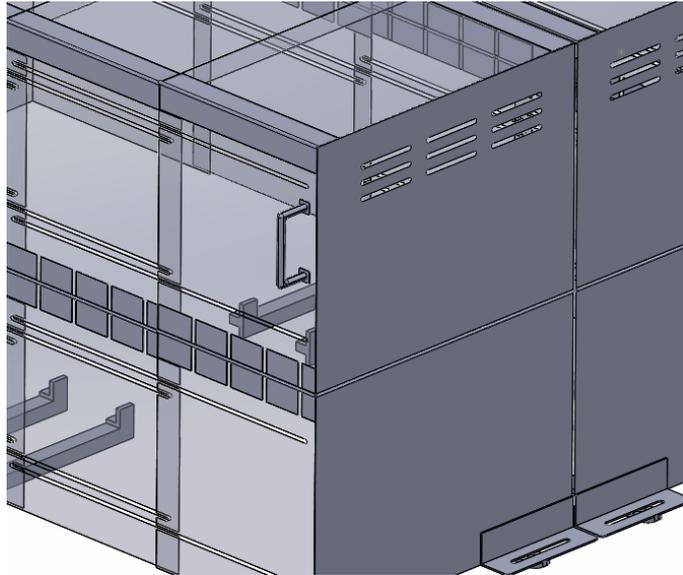


Figura 15. Placas delanteras de la cubierta.

(Fuente: Elaboración propia)

Sin embargo, para hacer posible su almacenamiento en el maletero del vehículo o en otro lugar designado, así como también para su sencilla manipulación o transporte, la cubierta debe ser capaz de replegarse manualmente mediante articulaciones de bisagras, de tal manera que el volumen ocupado en su posición replegada disminuya considerablemente garantizando su característica de portabilidad.

La forma geométrica de la cubierta cuando se encuentre replegada será rectangular, compuesta por las placas sobrepuestas una encima de otra.

4.3.2 DIMENSIONAMIENTO

Dimensionamiento de la cubierta mecánica para vehículos livianos tipo SUV:

Tomando como punto de partida las dimensiones recopiladas de los vehículos más grandes de tipo SUV (camionetas), se establecieron medidas límite dentro de las cuales no debe sobrepasar la forma geométrica de la cubierta en su posición desplegada sobre el vehículo.

Las dimensiones máximas obtenidas de los automóviles, las cuales son las siguientes, se muestran en la Figura 16.

- Largo: 5,206 mm
- Ancho: 2,110 mm
- Altura: 1,905 mm



Figura 16. Dimensiones máximas de un vehículo tipo SUV.
(Fuente: Búsqueda en Google: Chevrolet Traverse 2019).

A estas medidas se les suma una cantidad de 500 mm para el largo y ancho, a fin de obtener un espacio entre la cubierta y la carrocería del vehículo de 250 mm en cada lado (izquierdo y derecho) y también en la parte delantera y posterior.

Cabe mencionar que antes de cubrir el vehículo con la cubierta mecánica, se deberán retraer los dos espejos retrovisores.

Para la medida de la altura solamente será necesario sumar una cantidad de 250 mm, ya que la cubierta no cubrirá la parte inferior de las ruedas.

Las dimensiones obtenidas para delimitar el tamaño de la cubierta en su posición de uso (desplegada) son las siguientes:

- Largo: 5,706 mm
- Ancho: 2,610 mm
- Altura: 2,155 mm

Como se puede observar en la Figura 17. se muestra el tamaño final que tendrá la cubierta mecánica cuando se encuentre instalada sobre la carrocería del vehículo tipo SUV, sin mencionar los puntos de apoyo del automóvil sobre los cuales se apoyará y fijará la cubierta. Estos puntos de apoyo sobresaldrán ligeramente por la parte inferior del chasis, sin afectar a las dimensiones estándar del vehículo, tal como se aprecia en la Figura 18.

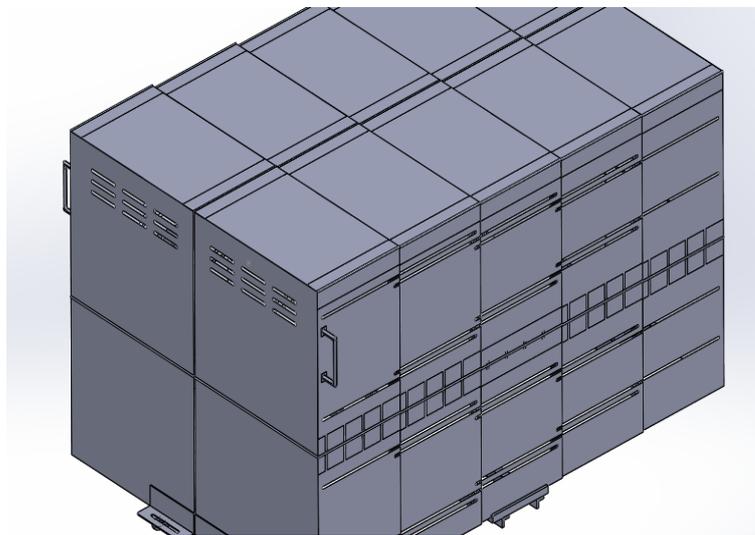


Figura 17. Tamaño final de la cubierta para vehículos tipo SUV.
(Fuente: Elaboración propia)

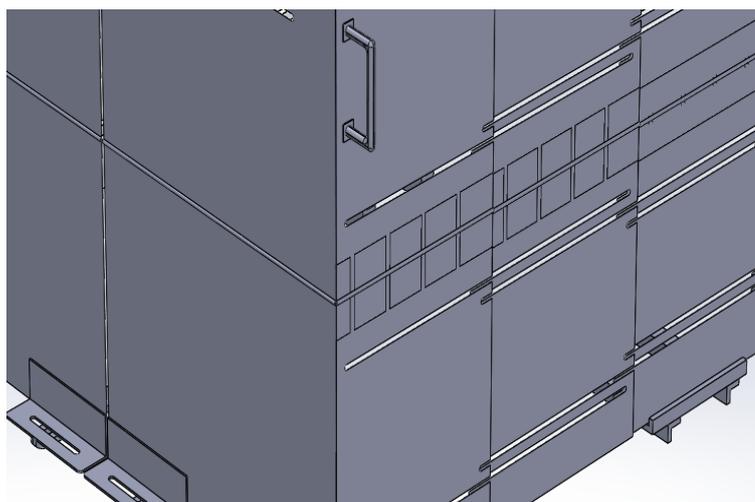


Figura 18. Puntos de apoyo delanteros de la cubierta para vehículos tipo SUV.
(Fuente: Elaboración propia)

Dimensionamiento de la cubierta para vehículos tipo sedán, coupé y compactos:

Tomando como punto de partida las dimensiones recopiladas de los vehículos más grandes de tipo sedán, coupé y compactos, se establecieron medidas límite dentro de las cuales no debe sobrepasar la forma geométrica de la cubierta en su posición desplegada sobre el vehículo.

Las dimensiones máximas obtenidas de los automóviles, las cuales son las siguientes, se muestran en la Figura 19.

- Largo: 4,870 mm
- Ancho: 2,010 mm
- Altura: 1,543 mm



Figura 19. Dimensiones máximas de un vehículo tipo sedán, coupé o compacto.

(Fuente: Búsqueda en Google: Ford Fusion 2019)

A estas medidas se les suma una cantidad de 500 mm para el largo y ancho, a fin de obtener un espacio entre la cubierta y la carrocería del vehículo de 250 mm en cada lado (izquierdo y derecho) y también en la parte delantera y posterior.

Cabe mencionar que antes de cubrir el vehículo con la cubierta mecánica, se deberán retraer los dos espejos retrovisores.

Para la medida de la altura solamente será necesario sumar una cantidad de 250 mm, ya que la cubierta no cubrirá la parte inferior de las ruedas.

Las dimensiones obtenidas para delimitar el tamaño de la cubierta en su posición de uso (desplegada) son las siguientes:

- Largo: 5,370 mm
- Ancho: 2,510 mm
- Altura: 1,793 mm

Como se puede observar en la Figura 20. se muestra el tamaño final que tendrá la cubierta mecánica cuando se encuentre instalada sobre la carrocería del vehículo tipo sedán, coupé o compacto, sin mencionar los puntos de apoyo del automóvil sobre los cuales se apoyará y fijará la cubierta. Estos puntos de apoyo sobresaldrán ligeramente por la parte inferior del chasis, sin afectar a las dimensiones estándar del vehículo, tal como se aprecia en la Figura 21.

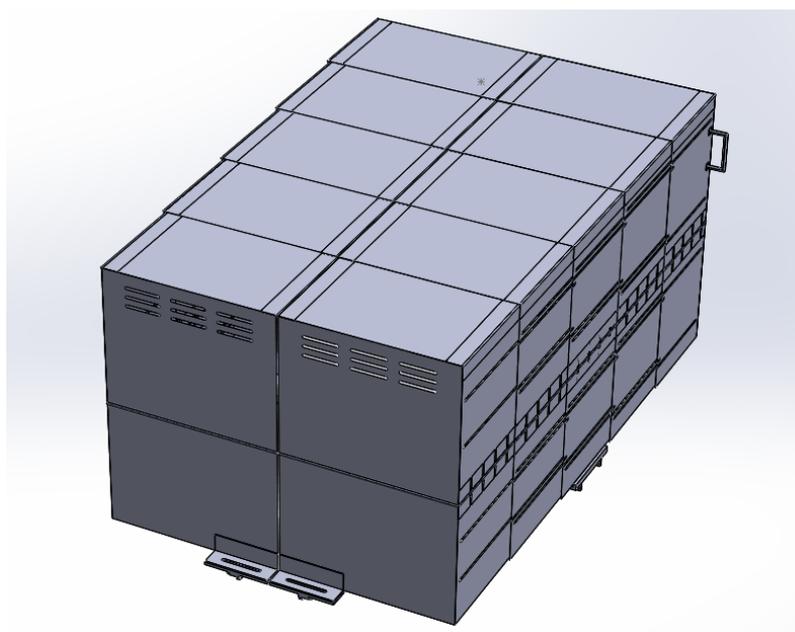


Figura 20. Tamaño final de la cubierta para vehículos tipo sedán, coupé o compactos.

(Fuente: Elaboración propia)

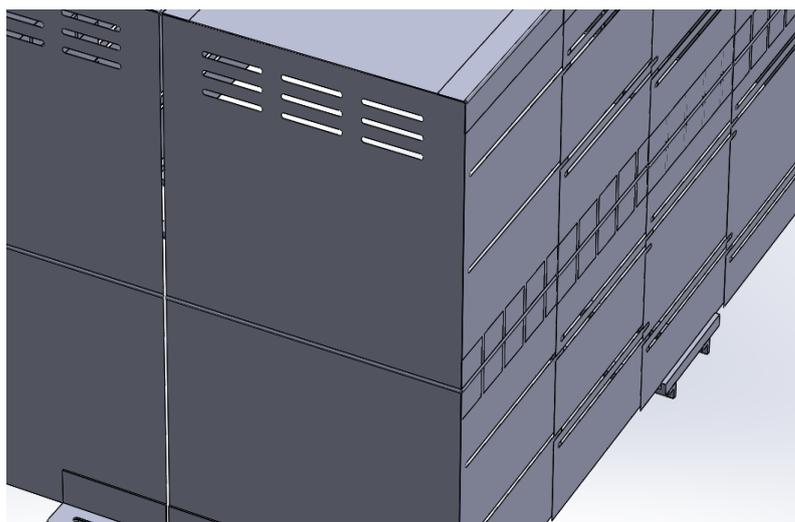


Figura 21. Puntos de apoyo posteriores de la cubierta para vehículos tipo sedán, coupé o compactos.

(Fuente: Elaboración propia)

4.3.3 CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CALOR DEL MATERIAL

Según el Centro de Conservación de Energía y del Medio Ambiente (CENERGIA), “La energía que libera el Sol constantemente y que es transmitida al exterior en forma de radiaciones electromagnéticas, es la radiación solar. Esta energía es una mezcla de radiaciones de longitudes de onda entre 200 nm y 4,000 nm, que se denominan radiación ultravioleta, luz visible y radiación infrarroja.

La magnitud que mide la radiación solar que llega a la superficie terrestre se denomina como irradiancia, que se define como la potencia por unidad de superficie, y se mide en Watts/metro cuadrado (W/m^2).

Un dato importante que establece la NASA para la irradiancia que llega a la atmósfera superior de la Tierra es definida como constante solar con un valor de $1,353 W/m^2$ y según la Organización Mundial de Meteorología (WMO) es de $1,373 W/m^2$.

Cuando los rayos solares inciden sobre la atmósfera, ésta no es calentada directamente, sino de manera indirecta a través de la reflexión de dicha radiación en el suelo y en la superficie de mares y océanos.

Por lo tanto se define la irradiancia mediante la siguiente fórmula:”

$$Irradiancia = \frac{P}{A}$$

“Donde: P = Potencia medida en Watts (W) y A = Área en metros cuadrados (m^2)

Estas unidades de la irradiancia, expuestas anteriormente se encuentran según el sistema internacional de unidades, pero para usos prácticos comúnmente se utilizan las unidades $kWh/m^2/día$ y $kWh/m^2/año$.”

También según CENERGIA, “se han realizado mediciones de la irradiancia de nuestro planeta, donde se obtuvo un valor promedio de $1,366 W/m^2$ en la capa exterior de la atmósfera (constante solar). Pero se debe tener en cuenta que este valor tan alto no se alcanza en la superficie terrestre, debido a la presencia de la atmósfera, la cual no permite que llegue la radiación solar de forma directa.”

“Algunos datos obtenidos del Atlas de Energía Solar del Perú son:

- La energía solar diaria registrada en la estación meteorológica de La Joya (Arequipa) con un valor de $7.03 kWh/m^2/día$.

- La temperatura máxima alcanzada en la región de La Joya (Arequipa) con un valor de 27.0 °C.”

Teniendo en cuenta la equivalencia de unidades de kWh/m²/día y W/m²:

$$1 \frac{W}{m^2} = 0.024 \frac{kWh}{m^2}$$

El valor de la irradiancia solar de 7.03 kWh/m²/día será igual a 292.92 W/m².

Es importante identificar los conceptos de absorptividad solar y de emisividad:

- Absortividad (α_s): Medida de la cantidad de luz absorbida por una superficie.
- Emisividad (ϵ): Proporción de radiación térmica emitida por una superficie.

Tabla 8. Comparación de la absorptividad solar α_s de algunas superficies con su emisividad ϵ a la temperatura ambiente.

(Fuente: Çengel, Yunus A., (2011). Transferencia de calor y masa – Fundamentos y aplicaciones. 4.ª ed., 2011. pp. 711)

Superficie	α_s	ϵ
Aluminio:		
Pulido	0.09	0.03
Anodizado	0.14	0.84
Hoja	0.15	0.05
Cobre:		
Pulido	0.18	0.03
Deslustrado	0.65	0.75
Acero inoxidable:		
Pulido	0.37	0.60
Opaco	0.50	0.21
Metales plateados:		
Óxido negro de níquel	0.92	0.08
Cromo negro	0.87	0.09

“Es posible asumir valores aproximados para las componentes de la radiación solar directa y difusa, en función al valor obtenido previamente de 292.92 W/m² registrado en La Joya (Arequipa), tales como $G_D = 300 \text{ W/m}^2$ y $G_d = 250 \text{ W/m}^2$ respectivamente. Asimismo se asume un ángulo de 20° que la radiación solar directa forma con la perpendicular a la superficie.”

“La temperatura superficial sobre la carrocería de los vehículos aproximadamente llega a alcanzar un valor de 50 °C o 323.15 K cuando se encuentra expuesta al sol durante el mediodía. También es posible asumir una temperatura efectiva del cielo de 260 K.

Teniendo estos valores es posible calcular la razón neta de transferencia de calor por radiación para los siguientes casos y tipos de superficies de materiales, definidas por Çengel, Yunus A., en su libro Transferencia de calor y masa – Fundamentos y aplicaciones:”

Tabla 9. Combinaciones de absorptividad y emisividad en diferentes tipos de superficies.

(Fuente: Çengel, Yunus A., (2011). Transferencia de calor y masa – Fundamentos y aplicaciones. 4.ª ed.)

Absortividad	Emisividad	Tipo de superficie
$\alpha_s = 0.9$	$\varepsilon = 0.9$	Superficie absorbente gris
$\alpha_s = 0.1$	$\varepsilon = 0.1$	Superficie reflectora gris
$\alpha_s = 0.9$	$\varepsilon = 0.1$	Superficie absorbente selectiva
$\alpha_s = 0.1$	$\varepsilon = 0.9$	Superficie reflectora selectiva

“La energía solar total que incide sobre la superficie de la cubierta mecánica será:

$$G_{solar} = G_D \cos \theta + G_d$$

Reemplazando los valores de G_D , θ y G_d en la fórmula anterior, se obtiene el valor de 531.9 W/m².

Por lo tanto la razón neta de transferencia de calor por radiación para las cuatro combinaciones mostradas anteriormente de absorptividad y emisividad en diferentes tipos de superficies de materiales, es:”

Constante de Stefan-Boltzmann: $\sigma = 5.670 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$

$$\dot{q}_{neta,rad} = \alpha_s G_{solar} + \varepsilon \sigma (T_{cielo}^4 - T_s^4)$$

Para: $\alpha_s = 0.9$ y $\varepsilon = 0.9$ (superficie absorbente gris):

$$\dot{q}_{neta,rad} = 155.43 \frac{W}{m^2}$$

Para: $\alpha_s = 0.1$ y $\varepsilon = 0.1$ (superficie reflectora gris):

$$\dot{q}_{neta,rad} = 17.27 \frac{W}{m^2}$$

Para: $\alpha_s = 0.9$ y $\varepsilon = 0.1$ (superficie absorbente selectiva):

$$\dot{q}_{neta,rad} = 442.79 \frac{W}{m^2}$$

Para: $\alpha_s = 0.1$ y $\varepsilon = 0.9$ (superficie reflectora selectiva):

$$\dot{q}_{neta,rad} = -270.09 \frac{W}{m^2}$$

Según Çengel, Yunus A., “mediante la obtención de estos resultados es posible afirmar que un material gris de alta absorptividad gana calor a razón de 155.43 W/m^2 , mientras que la cantidad de ganancia de calor aumenta hasta 442.79 W/m^2 cuando la superficie es cubierta con un material selectivo que tenga la misma absorptividad para la radiación solar, pero una baja emisividad para la radiación infrarroja.

Además se puede afirmar que un material gris de alta reflectividad también gana calor a razón de 17.27 W/m^2 . Teniendo en cuenta que si la superficie es recubierta con un material selectivo que tenga la misma absorptividad para la radiación solar de 0.1 , pero una alta emisividad para la radiación infrarroja, la superficie, por el contrario, pierde 270.09 W/m^2 .

Por lo tanto es preferible seleccionar un material con baja absorptividad para la radiación solar y alta emisividad para la radiación infrarroja, es decir, la mejor alternativa de solución es seleccionar un material cuya superficie sea reflectora selectiva.”

Según la Tabla 8. los valores más cercanos a $\alpha_s = 0.1$ y $\varepsilon = 0.9$ corresponden al aluminio anodizado, el cual será el material designado para el diseño de la cubierta mecánica, por su característica de perder en gran medida el calor irradiado sobre dicho material.

4.3.4 MATERIALES PARA EL DISEÑO DE LA CUBIERTA

Según el cálculo realizado para determinar las propiedades superficiales de distintos tipos de materiales, el material seleccionado es el Aluminio anodizado para las piezas de la cubierta mecánica.

Cabe mencionar que el proceso de anodizado aporta al aluminio una gran protección contra la corrosión y una alta resistencia a la abrasión superficial. Ver Figura 22.



Figura 22. Plancha lisa de aluminio anodizado.

(Fuente: Búsqueda en Google: Aluminio anodizado).

Adicionalmente, es posible recubrir las paredes interiores de la cubierta con algún material aislante térmico, para evitar que el calor del exterior traspase en gran medida hacia la carrocería del vehículo.

Respecto a los elementos de unión y fijación de las piezas de la cubierta y los elementos de articulación, el material más adecuado para éstos es acero inoxidable, con la finalidad de evitar la corrosión por encontrarse expuestos al medio ambiente.

Este material es adecuado para las bisagras de las articulaciones, los pernos, las tuercas tipo mariposa, los pasadores planos y demás elementos. Ver Figura 23.



Figura 23. Izquierda: Bisagra de acero inoxidable. Derecha:

Tuerca tipo mariposa de acero inoxidable.

(Fuente: Búsqueda en Google: Bisagra y tuerca tipo mariposa).

Para las estructuras que conforman los puntos de apoyo y fijación de la cubierta, las cuales se instalarán en la parte inferior del chasis del vehículo pueden ser de planchas de acero estructural ASTM A36 de 4.5 mm de espesor, de preferencia recubiertas con pintura anticorrosiva, cuando se hayan fabricado las piezas. Ver Figura 24.

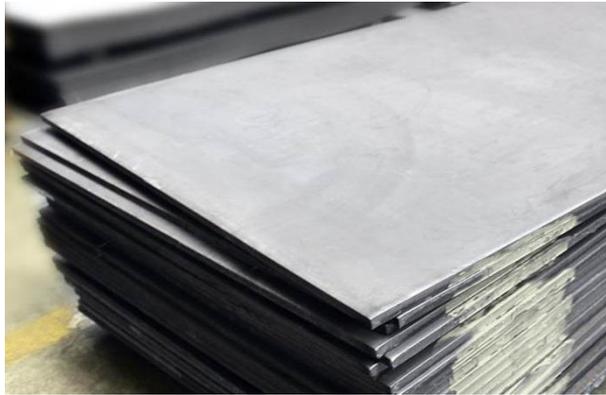


Figura 24. Planchas de acero estructural ASTM A36.
(Fuente: Búsqueda en Google: Acero ASTM A36).

4.3.5 PRINCIPIO BÁSICO DEL MECANISMO DE LA CUBIERTA

La cubierta mecánica consiste en una carcasa compuesta por varias placas cuadrangulares en forma de U invertida. Dichas placas estarán unidas una a continuación de otra y sobrepuestas, mediante pasadores redondos, los cuales podrán desplazarse horizontalmente en una abertura de longitud considerable, con el objetivo de desplegar y replegar las placas que conforman la cubierta. Estas son las principales articulaciones que garantizarán la portabilidad del mecanismo, tal como se puede apreciar en la Figura 25.

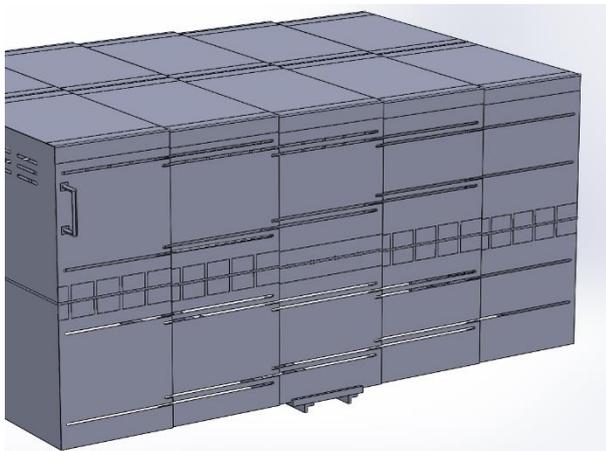


Figura 25. Mecanismo de las placas de la cubierta.
(Fuente: Elaboración propia)

Las aberturas longitudinales de las placas deberán ser realizadas mediante un mecanizado con un taladro vertical estacionario para un diámetro de 1 pulgada y un procedimiento de corte y limado hasta obtener la forma de la Figura 26. en cada una de las placas donde se instalarán los pasadores planos deslizantes.

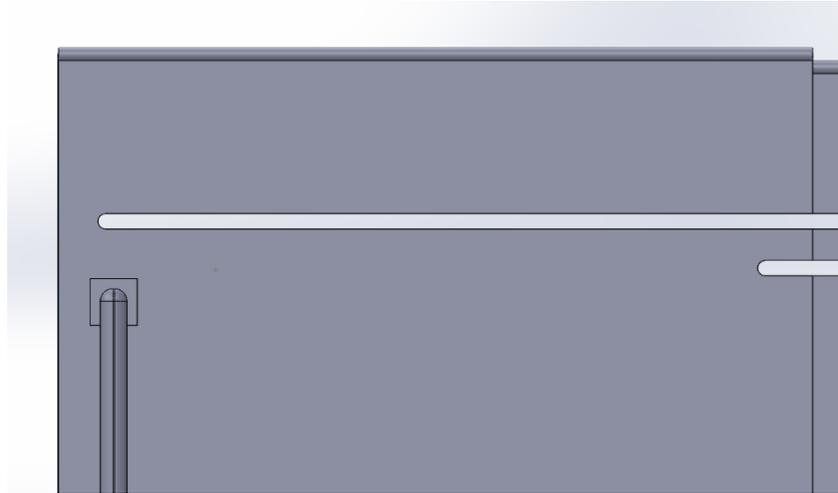


Figura 26. Aberturas longitudinales de las placas de la cubierta.
(Fuente: Elaboración propia)

Cabe mencionar que las aberturas de todas las placas no deberán estar alineadas, sino que estarán en posición escalara, es decir, una debajo de la otra, a una distancia aproximada de 15 a 20 mm, cuando la cubierta esté ensamblada completamente. Las aberturas deberán ser mecanizadas en la parte superior e inferior de las placas designadas, para asegurar que la estructura se mantenga firme durante su utilización como se aprecia en la Figura 27.

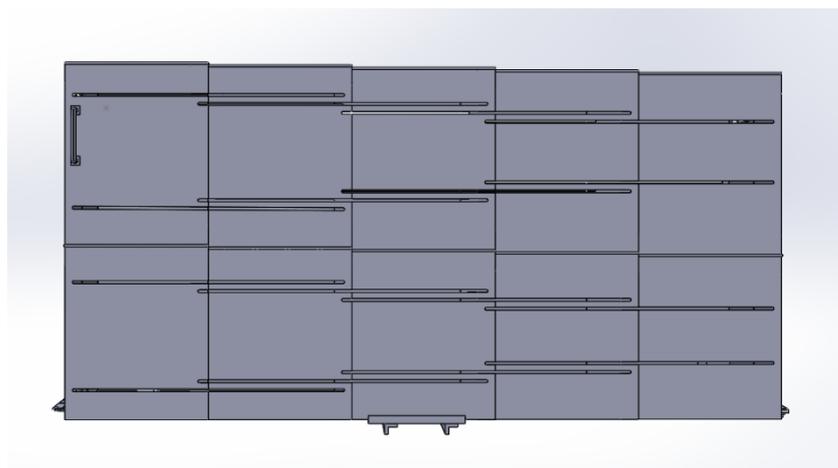


Figura 27. Distribución de las aberturas de las placas de la cubierta.
(Fuente: Elaboración propia)

Los pasadores planos deslizantes estarán conformados como piezas circulares planas de acero inoxidable de un espesor aproximado de 2 mm, las cuales en ambas caras presentarán una sección de mayor diámetro, para cumplir la función de seguros y evitar que las placas de la cubierta se desensamblen. Para facilitar su montaje y/o cambio de repuestos, estos pasadores pueden ser diseñados en dos partes unidas por un perno de 1/4 de pulgada de acero inoxidable, como se muestra en la Figura 28.

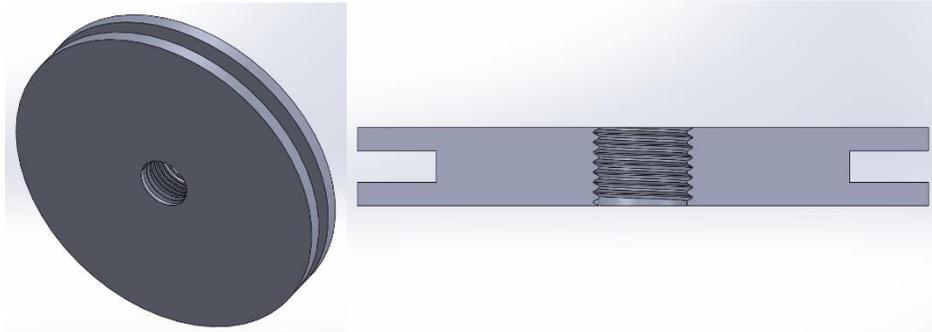


Figura 28. Pasador plano deslizante.

(Fuente: Elaboración propia)

Adicionalmente, las placas contarán con bisagras de acero inoxidable de 3"x3"x2 mm con ángulo de apertura de 180°, ubicadas en posición longitudinal respecto a la carrocería del vehículo, para permitir que éstas puedan ser plegadas aún más y facilitar su transporte o almacenamiento en el maletero del automóvil o en otro lugar designado. De esta manera la forma replegada de la cubierta mecánica no ocupará espacio en exceso y podrá ser manipulada fácilmente mediante las asas dispuestas en la parte superior, así como puede apreciarse en la Figura 29. Cabe mencionar que las bisagras deberán ser soldadas a las placas de la cubierta, utilizando una técnica de soldadura para acero inoxidable y aluminio.

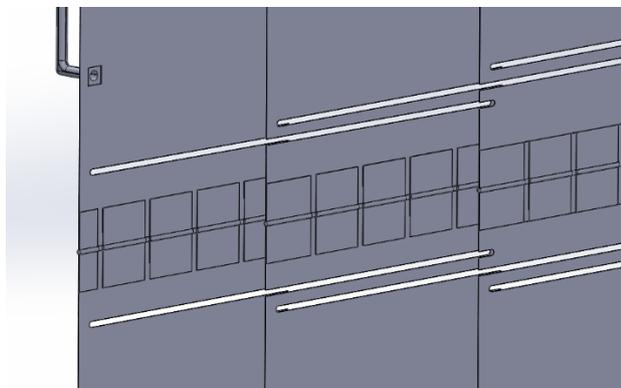


Figura 29. Bisagras de unión y articulación de las placas.

(Fuente: Elaboración propia)

Las placas frontales y posteriores de la cubierta mecánica de igual forma serán móviles mediante bisagras ubicadas en su borde superior. Las placas frontales serán unidas a la última placa transversal del extremo delantero, mientras que las placas posteriores serán unidas a la última placa transversal del extremo posterior, como se puede apreciar en la Figura 30.

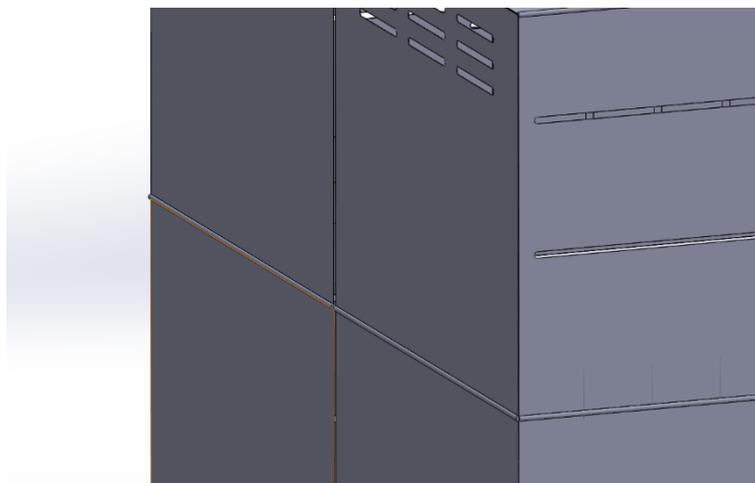


Figura 30. Placas posteriores unidas al extremo de la cubierta.
(Fuente: Elaboración propia)

Aparentemente estas placas tendrán aspecto de cortinas en ambos extremos de lo que parecerá un túnel cuadrado. Además, como se aprecia en la Figura 31. estas placas contarán con articulaciones mediante bisagras en la mitad de su geometría, para fines de portabilidad.

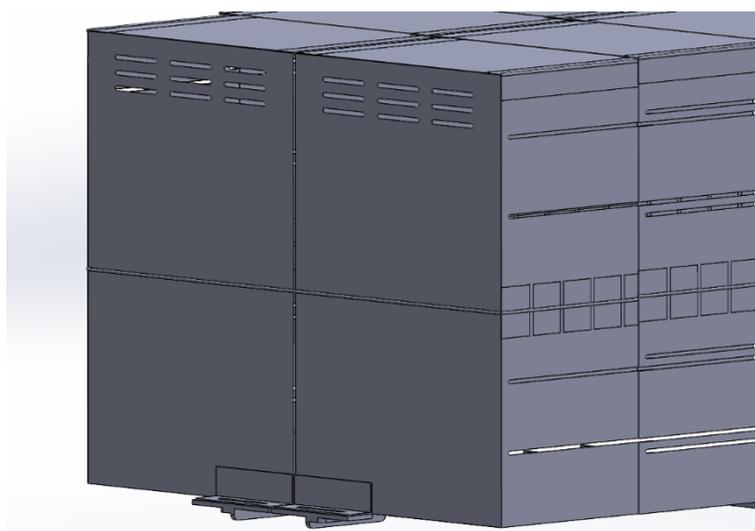


Figura 31. Placas posteriores articuladas por la mitad mediante bisagras.
(Fuente: Elaboración propia)

En la parte inferior de las placas delantera y posterior deberán ser instaladas de manera fija, dos piezas en forma de L, con agujeros de 1/4 y 3/4 de pulgada, que puedan ser reguladas en su posición a lo ancho de las placas, para hacer coincidir los agujeros con los de los puntos de apoyo donde será fijada la cubierta. Estos detalles pueden apreciarse en la Figura 32.

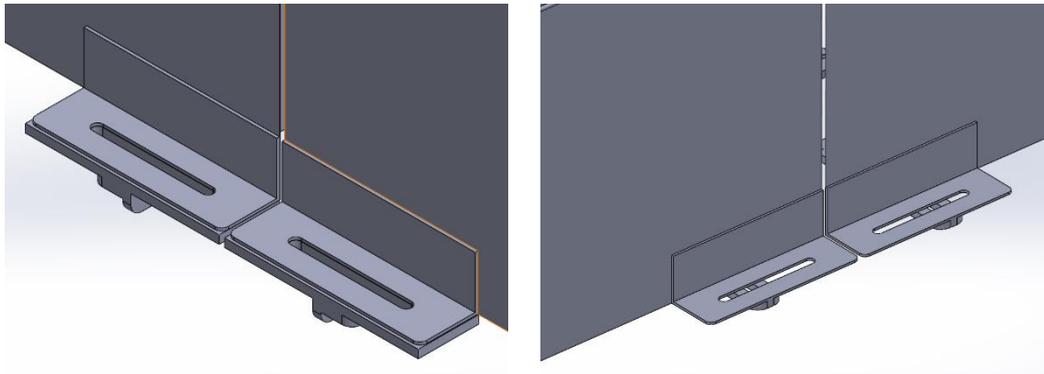


Figura 32. Extremos delantero y posterior y puntos de apoyo respectivos.
(Fuente: Elaboración propia)

4.3.6 DISEÑO DE LOS PUNTOS DE APOYO Y FIJACIÓN

Teniendo en cuenta el peso máximo de 40 kg que debe tener la cubierta mecánica, según la Tabla 3. Correspondiente a la lista de exigencias del sistema, ésta carga puede ser considerada como liviana y no afectará a las propiedades mecánicas de los elementos de fijación que serán seleccionados a continuación, tales como perfiles de acero, pernos, tuercas y volandas.

Sin embargo para garantizar la estabilidad del mecanismo cuando sea utilizado sobre los vehículos, se deberá tener en consideración la selección de pernos, tuercas y volandas, con dimensiones favorables para el diseño.

El material seleccionado para el diseño de los perfiles, será acero comercial ASTM A36 por ser uno de los materiales más utilizados en la fabricación de estructuras, además de no requerirse para este diseño materiales con alta resistencia mecánica.

La forma de los perfiles será diseñada a partir de planchas de acero, que mediante operaciones de plegado y taladrado se podrá dar forma a las piezas requeridas para el diseño de los puntos de apoyo que serán fijados al vehículo.

Punto de apoyo #1:

El punto de anclaje posterior, denominado como Punto de apoyo #1, consiste en dos perfiles iguales, colocados de forma similar a un gancho de remolque en un vehículo convencional. Se asumió que por debajo del parachoques posterior se encuentran de 2 a 4 agujeros, los cuales pueden ser roscados o no. Aprovechando esta ubicación para empernar los perfiles mencionados, éstos deberán adecuarse a la forma del vehículo en cuestión. Para ello se diseñarán los extremos de fijación de los perfiles, con dobleces y agujeros rasgados de 1/2 pulgada de ancho en cada perfil, para facilitar su instalación mediante pernos y volandas planas de la medida requerida según sea el caso del diámetro de los agujeros del vehículo. Para fines prácticos se propone utilizar pernos de 1/2 pulgada.

En el otro extremo de ambos perfiles, se generará un dobléz a 90° de unas pestañas que a modo de soporte y mediante dos agujeros de 1/2 pulgada se puedan empernar a una placa horizontal rectangular, que básicamente consiste en una plancha de acero comercial, también con agujeros rasgados de 1/2 pulgada de ancho, sobre la cual se fijarán dos espárragos de 1/2 de pulgada de diámetro, que servirán para instalar el extremo posterior de la cubierta mecánica sobre el vehículo. Esta descripción corresponde a la Figura 33.

El extremo posterior de la cubierta mecánica será fijado manualmente mediante dos tuercas tipo mariposa de acero zincado de 1/2 pulgada de diámetro.

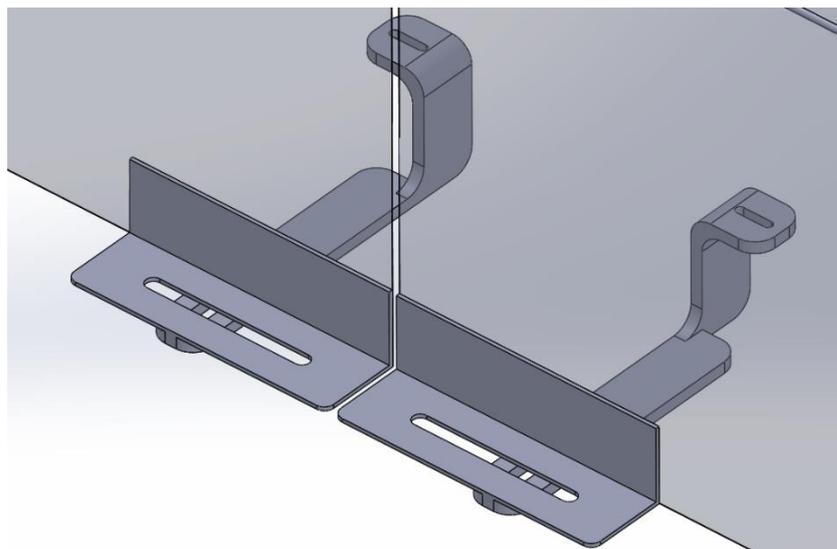


Figura 33. Estructuras soporte del punto de apoyo posterior.

(Fuente: Elaboración propia)

Punto de apoyo #2:

El punto de anclaje delantero, denominado como Punto de apoyo #2, consiste en dos perfiles iguales, que serán instalados por debajo del parachoques delantero del vehículo, tal como se instalan ciertos accesorios en la actualidad (parachoques cromados, defensas delanteras u otros).

En la parte inferior delantera del vehículo se ubican de 2 a 4 agujeros, los cuales pueden ser roscados o no, dependiendo del modelo de automóvil en cuestión. En estos agujeros se fijarán los dos perfiles mencionados previamente, los cuales tendrán dobleces a 90° de ciertas pestañas propuestas en su diseño. Para fines prácticos se considerarán pernos de 1/2 pulgada de diámetro.

En los extremos libres de los perfiles también se tendrán dobleces a 90° de ciertas pestañas que actuarán como soporte para una placa horizontal rectangular de acero comercial, con agujeros rasgados de 1/2 pulgada de ancho, en los cuales se fijarán dos espárragos de 1/2 pulgada de diámetro que servirán para instalar el extremo delantero de la cubierta mecánica sobre el vehículo, tal como se muestra en la Figura 34.

El extremo delantero de la cubierta mecánica será fijado manualmente mediante dos tuercas tipo mariposa de acero zincado de 1/2 pulgada de diámetro.

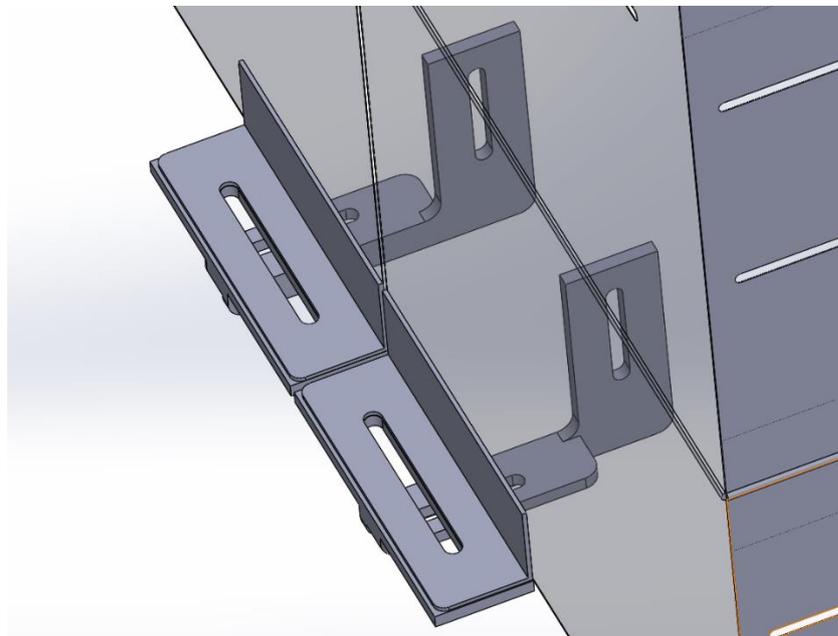


Figura 34. Estructuras soporte del punto de apoyo delantero.

(Fuente: Elaboración propia)

Puntos de apoyo laterales:

Los puntos de apoyo laterales solamente cumplirán la función de soportar parte del peso de la cubierta mecánica y mantener en una posición correcta las paredes laterales de la misma cuando se encuentra instalada sobre el vehículo.

De igual forma que los casos anteriores, los vehículos en la parte inferior del chasis cuentan con agujeros, pueden ser 2 o 4 dependiendo del vehículo en cuestión. Estos agujeros permiten la instalación de accesorios adicionales para los automóviles, tales como barras protectoras u otros.

Aprovechando la ubicación de estos agujeros, se diseñarán dos perfiles en L con agujeros rasgados verticalmente de 1/2 pulgada de ancho, los cuales se fijarán al vehículo para fines prácticos con pernos de 1/2 pulgada de diámetro. Adicionalmente a estos perfiles se empernarán otros dos perfiles en L, que contarán con agujeros rasgados de 1/2 pulgada de ancho, fijados con pernos, tuercas y volandas de 1/2 pulgada de diámetro, de tal forma que actúen como soportes para la placa longitudinal instalada sobre los extremos libres de los perfiles mencionados. Dicha placa deberá tener agujeros rasgados de 1/2 pulgada de ancho para permitir regular su posición final y ser fijada mediante pernos de 1/2 pulgada de diámetro sobre dichos perfiles. Además deberá tener un canal en toda su longitud, conformada mediante un pliegue a 90° que cumpla la función de soportar el peso del borde de la cubierta mecánica.

El lado lateral opuesto del vehículo también deberá tener esta estructura, por lo cual se debe diseñar de forma simétrica los elementos descritos previamente. Esta descripción del diseño se puede apreciar en la Figura 35.

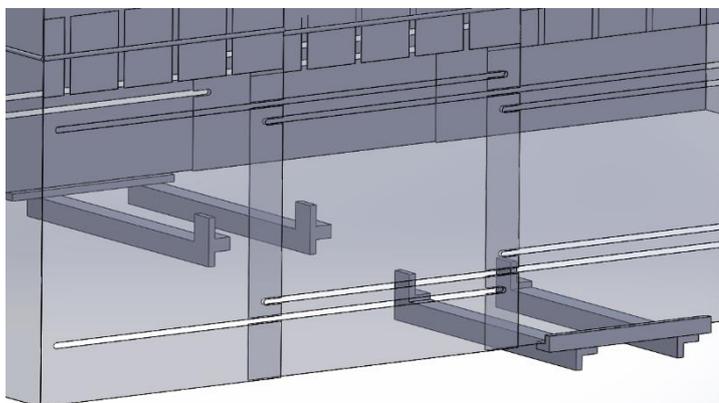


Figura 35. Estructuras soporte de los puntos de apoyo laterales de la cubierta

(Fuente: Elaboración propia)

4.3.7 RECUBRIMIENTO INTERIOR Y AISLANTE TÉRMICO

Como un valor agregado al diseño propuesto de la cubierta mecánica, se propone utilizar un recubrimiento para las paredes interiores de las placas.

Se requiere utilizar láminas de fácil adherencia, puesto que el espesor de las paredes no debe incrementarse en exceso porque dificultaría el movimiento de las placas durante su instalación y desinstalación, debido a que las placas de la cubierta se superponen unas con otras.

Una alternativa adecuada es utilizar una película de control de clima. Por lo tanto se propone la serie Thinsulate de 3M, que presenta las siguientes propiedades:

1. Posee la propiedad de rechazar el calor de lo que se quiere aislar.
2. Es delgada y prácticamente imperceptible.
3. No presenta colores oscuros, esto favorece a evitar la concentración de calor.
4. Bloquea los rayos UV hasta un 99%, que son perjudiciales para la pintura de los vehículos.
5. Rechaza hasta un 80% del calor proveniente de los rayos infrarrojos y hasta un 59% del calor.

De esta manera es posible reducir aún más la intensidad de calor que puede traspasar del medio ambiente hacia la carrocería del vehículo cuando la cubierta mecánica se encuentra instalada. Ver la Figura 36.

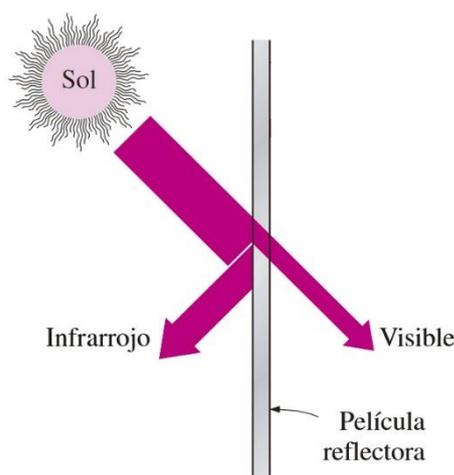


Figura 36. Efecto de reflexión de un material aislante frente a la radiación solar.

(Fuente: Çengel, Yunus A., (2011). Transferencia de calor y masa – Fundamentos y aplicaciones. 4.^a ed., 2011. pp. 719)

4.3.8 MODELADO FINAL

La cubierta mecánica fue diseñada haciendo uso del software CAD Solidworks 2017, tomando como referencia un vehículo tipo SUV, para poder estimar el mayor tamaño posible que tendrá el diseño propuesto. De esta manera se puede visualizar que la cubierta cubre la totalidad de la carrocería del vehículo, solamente dejando descubierta la parte inferior de las ruedas, tal como se muestra en la Figura 37 y en la Figura 38.

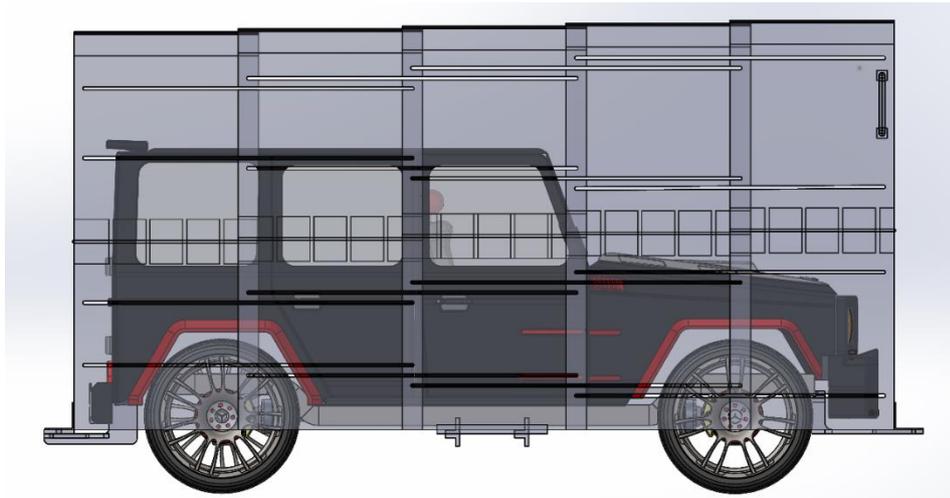


Figura 37. Vista lateral del modelado final de la cubierta en un vehículo tipo SUV.
(Fuente: Elaboración propia)

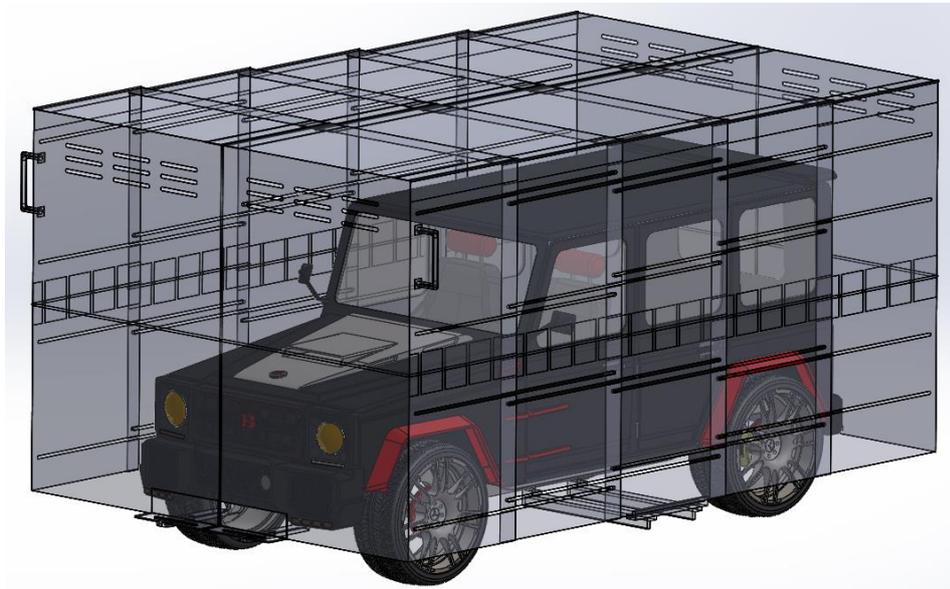


Figura 38. Vista 3D de la cubierta mecánica.
(Fuente: Elaboración propia)

4.3.9 METRADO Y COSTOS DEL DISEÑO

En la siguiente Tabla 10. se listan los materiales seleccionados para el diseño de la cubierta mecánica para protección solar de vehículos livianos, en la que se centra este trabajo de investigación, detallando sus cantidades y costos estimados, en caso que el proyecto sea construido a futuro.

Tabla 10. Lista de materiales y costos estimados.

(Fuente: Elaboración propia)

Materiales seleccionados para el diseño de la cubierta mecánica para protección solar de vehículos livianos, Arequipa 2019					
<i>Denominación</i>	<i>Material</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cant.</i>	<i>Costo unitario (soles, inc IGV)</i>	<i>Costo total (soles, inc IGV)</i>
Plancha de acero estructural	ASTM A36	Plancha 4.5x1200x2400 mm	1	500.00	500.00
Plancha de aluminio anodizado	Aluminio anodizado	Plancha 0.3x1200x2400	2	200.00	400.00
Pernos de cabeza hexagonal	Acero al zincado	1/2"x1 1/2"	40	2.50	100.00
Tuercas hexagonales	Acero al zincado	1/2"	40	2.50	100.00
Volandas planas	Acero zincado	1/2"	40	2.50	100.00
Espárragos	Acero al carbono	1/2"x2"	2	2.50	5.00
Tuercas tipo mariposa	Acero zincado	1/2"	4	3.00	12.00
Bisagras acero inoxidable	Acero inoxidable	3"x3"3x2mm	100	15.00	1,500.00
Rollo de lámina aislante térmico	Thinsulate de 3M	Rollo	1	300.00	300.00
				Total	3,017.00

En la siguiente Tabla 11. se listan los recursos necesarios para la elaboración del diseño de la cubierta mecánica para protección solar de vehículos livianos, en la que se centra este trabajo de investigación, detallando sus cantidades y costos estimados.

Tabla 11. Lista de recursos y costos estimados.

(Fuente: Elaboración propia)

Recursos asignados para el diseño de la cubierta mecánica para protección solar de vehículos livianos, Arequipa 2019				
<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo unitario (soles, inc IGV)</i>	<i>Costo total (soles, inc IGV)</i>
RECURSOS HUMANOS				
Responsable del proyecto		1	1,200.00	1,200.00
Asesor		1	1,500.00	1,500.00
RECURSOS MATERIALES				
PC (diseño)	compra	1	2,000.00	2,000.00
Escritorios	útiles	1	50.00	50.00
Sillas	útiles	1	20.00	20.00
Bolígrafos	útiles	3	0.50	1.50
Impresora	útiles	1	500.00	500.00
Otros	---	---	100.00	100.00
SERVICIOS				
Internet	p/mes	1	60.00	60.00
Transporte	carrera/taxi	6	8.00	48.00
Otros...	varios	5	10.00	50.00
			Total	5,529.50

Se tiene un costo total aproximado de materiales seleccionados en caso se decidiera fabricar el diseño propuesto, con una cantidad de 3,017.00 soles, sin considerar costos operativos ni de mano de obra.

También se tiene estimado un costo total aproximado de recursos asignados para el desarrollo del proyecto, en el cual se enfoca este trabajo de investigación, con una cantidad de 5,529.00 soles.

CONCLUSIONES

- Se cumplió el objetivo general de este trabajo de investigación, que es hallar mediante una metodología ordenada y estructurada, la alternativa de solución óptima para el diseño de una cubierta mecánica que proteja a los vehículos livianos de la ciudad de Arequipa contra la radiación solar a la que se encuentran expuestos en la actualidad.
- Se ha conseguido diseñar una estructura mecánica portátil, ligera y de fácil utilización, mediante el planteamiento de una lista de exigencias la cual delimitó las características mencionadas que la cubierta mecánica requiere. Asimismo, la aplicación de la matriz morfológica permitió comprender detalladamente las funciones y las mejores alternativas para satisfacer dichas características. Por ello, el diseño propuesto está basado en un mecanismo de uso manual, con articulaciones de funcionalidad garantizada y de fácil comprensión para el usuario.
- Se seleccionaron los materiales más adecuados para el diseño de la cubierta mecánica, mediante el análisis de resultados obtenidos a partir de cálculos de transferencia de calor y masa, en los cuales se hace hincapié en la transferencia de calor por radiación y la pérdida de calor que puede sufrir un material en función a su tipo de superficie y sus características de absorptividad y emisividad. De esta manera se logró seleccionar el material principal para el diseño de la cubierta mecánica, siendo el aluminio anodizado por sus excelentes características de ligereza, disipación del calor y resistencia a la corrosión del medio ambiente.
- Se garantizó la protección de la pintura de los vehículos expuestos a la radiación solar en la ciudad de Arequipa, con la propuesta de la cubierta mecánica. Asimismo, con el objetivo de brindar un valor agregado al diseño, la implementación del material aislante térmico Thinsulate de 3M en las paredes interiores de la cubierta, aportó un grado de protección mayor a la carrocería de los automóviles.

TRABAJOS FUTUROS

- La cubierta mecánica propuesta en este trabajo de investigación, puede adquirir significativas mejoras, mediante la implementación de tecnologías existentes y de esta manera poder reducir aún más el calor acumulado debajo de la cubierta que está en contacto con la carrocería del vehículo. Entre dichas tecnologías existentes relacionadas con la disipación del calor, se mencionan a continuación las siguientes.
- Implementación de ventiladores axiales en las paredes de la cubierta, sin afectar la portabilidad del diseño. Es posible accionar dichos ventiladores mediante baterías recargables a través de energía solar.
- Implementación de paneles solares en la parte superior de la cubierta, sin afectar la portabilidad del diseño. Dichos paneles pueden almacenar la energía solar a la que se encontrarán expuestos los vehículos, obteniendo energía gratuita, pudiendo ser aprovechada en el accionamiento de mecanismos disipadores de calor.
- Optimizar el diseño de las articulaciones de la cubierta mecánica, mediante nuevas propuestas de geometrías más complejas, sin afectar las características de portabilidad y ligereza que ofrece el presente diseño propuesto.
- Realizar simulaciones en software tal como Flow Simulation de Solidworks o similares, para entender el comportamiento de la cubierta ante condiciones climatológicas extremas y generar nuevas ideas y posibles alternativas de solución.
- Realizar comparativas mediante la obtención de datos de dos o más prototipos construidos y puestos a prueba durante las horas de mayor radiación solar en la ciudad de Arequipa, midiendo parámetros de operación como temperatura debajo de la cubierta, temperatura de la carrocería del vehículo protegido y temperatura de las paredes exteriores de la cubierta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SENAMHI. 2019. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 01 de julio de 2019].

Disponible en <https://www.senamhi.gob.pe/>

JUANICÓ, Luis. 2006. Diseño de techo solar adaptable innovativo para refrigeración y calefacción hogareña pasivas. *AVERMA*, 2006, vol. 10, p. 5.21-28.

Disponible en: <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2006/2006-t005-a004.pdf>

CARRASCO Olea, Claudio Alejandro. 2015. Diseño de un disipador de calor pasivo para un panel fotovoltaico inclinado operando en el norte de Chile. Tesis (Ingeniero Civil Mecánico). Santiago: Universidad de Chile, 2015.

Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/132806>

ÇENGEL Yunus A. y GHAJAR Afshin J. 2011. Fundamentos de la radiación. En su: Libro Transferencia de calor y masa – Fundamentos y aplicaciones. 4.^a ed. México, D.F.: McGraw-Hill, 2011. pp. 710-711.

HIBBELER Russell C. 2010. Análisis estructural. En su: Libro Ingeniería mecánica - Estática. 12.^a ed. México, Naucalpan de Juárez: Pearson, 2010. pp. 266-271.

ABSORTIVIDAD. *www.collinsdictionary.com*. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2019].

Disponible en <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/absorptivity>

ACERO INOXIDABLE. *www.worldstainless.org*. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 01 de julio de 2019].

Disponible en <http://www.worldstainless.org/>

ANODIZACIÓN. *En: Diccionario Enciclopédico. Vox 1.* 2009. Larousse Editorial, S.L. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 18 de julio de 2019]

Disponible en <https://es.thefreedictionary.com/anodización>

CARROCERÍA. *En: Gran Diccionario de la Lengua Española.* 2016. Larousse Editorial, S.L. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 18 de julio de 2019].

Disponible en <https://es.thefreedictionary.com/carrocería>

CORROSIÓN. *En:* Diccionario Enciclopédico. Vox 1. 2009. Larousse Editorial, S.L. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 18 de julio de 2019]
Disponible en <https://es.thefreedictionary.com/corrosión>

DISIPAR. *En:* Gran Diccionario de la Lengua Española. 2016. Larousse Editorial, S.L. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 18 de julio de 2019].
Disponible en <https://es.thefreedictionary.com/disipar>

EMISIVIDAD. *En:* Diccionario Enciclopédico. Vox 1. 2009. Larousse Editorial, S.L. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 18 de julio de 2019]
Disponible en <https://es.thefreedictionary.com/emisividad>

IRRADIANCIA. *www.cenergia.org.pe.* [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2019].
Disponible en <https://cenergia.org.pe/blog/radiacion-solar-peru-irradiancia-radiacion/>

OMS. *www.who.int.* [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 18 de julio de 2019]
Disponible en <https://www.who.int/about/es/>

PVC. *En:* Gran Diccionario de la Lengua Española. 2016. Larousse Editorial, S.L. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 18 de julio de 2019].
Disponible en <https://es.thefreedictionary.com/pvc>

RADIACIÓN SOLAR. *En:* Definición ABC [en línea]. Sao Paulo, 2019. Red Onmidia LTDA, 2007. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2019].
Disponible en <https://www.definicionabc.com/ciencia/radiacion-solar.php>

RADIACIÓN ULTRAVIOLETA. *www.who.int.* [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 18 de julio de 2019].
Disponible en https://www.who.int/topics/ultraviolet_radiation/es/

RAYOS INFRARROJOS. *www.evoconfort.com.* [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 18 de julio de 2019]
Disponible en <https://www.evoconfort.com/que-son-los-rayos-infrarrojos/>

REFLEXIÓN. *En:* Gran Diccionario de la Lengua Española. 2016. Larousse Editorial, S.L. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 18 de julio de 2019].
Disponible en <https://es.thefreedictionary.com/reflexión>

VDI, *En:* Verein Deutscher Ingenieure [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 14 de julio de 2019].
Disponible en <https://www.vdi.eu/engineering/vdi-standards/>

WMO. *www.public.wmo.int*. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 18 de julio de 2019].
Disponible en <https://public.wmo.int/es/acerca-de-la-omm/quienes-somos>

FUNDAS Y COBERTORES PERÚ. Fundas para auto. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 10 de julio de 2019].
Disponible en <http://www.fundasycobertoresperu.com/sobre-nosotros/fundas-para-auto/>

COASACA APAZA, César Ernesto. 2013. Diseño de un sistema automático para el llenado de pilas en bandejas de cartón. Tesis (Ingeniero Mecánico). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013.
Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15/browse?value=Coasaca+Apaza%2C+César+Ernesto&type=author>

CENERGIA. 2019. Centro de Conservación de Energía y del Medio Ambiente. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 15 de julio de 2019]
Disponible en <https://cenergia.org.pe/blog/radiacion-solar-peru-irradiancia-radiacion/>

CEDECAP. 2019. Atlas de energía solar del Perú. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 15 de julio de 2019]
Disponible en http://cedecap.org.pe/uploads/biblioteca/80bib_arch.pdf

3M. SCIENCE. APPLIED TO LIFE. 2019. *www.3m.com.es*. 3M Thinsulate, lámina para ventanas. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 15 de julio de 2019]
Disponible en https://www.3m.com.es/3M/es_ES/Thinsulate-windowfilm-insulation-es/

ANEXOS

ANEXO 1: Datos de radiación solar

Recopilado de Atlas de Energía Solar del Perú 2003

Tabla 1. Ubicación geográfica, récord histórico y tipo de instrumento de medición de irradiación solar en las estaciones base.

Estación meteorológica	Latitud (°S)	Longitud (°W)	Altitud (msnm)	Récord histórico	Instrumento de medición
Miraflores	5,17	80,62	30	1 979-1 992	Piranómetro
San Ramón SM	5,56	76,05	184	1 972-1 982	Actinógrafo
El Porvenir	6,35	76,19	230	1 964-1 971	Actinógrafo
Bambamarca	6,40	78,31	2 536	1 967-1 977	Actinógrafo
Bellavista	7,03	76,33	247	1 971-1 973	Actinógrafo
Weberbauer	7,17	78,50	2 536	1 980-1 985	Piranómetro
Huayao	12,03	75,32	3 308	1 977-1 996	Piranómetro
A. Von Humboldt	12,08	76,95	238	1 968-1 999	Piranómetro
Cosmos	12,15	75,57	4 575	1 986-1 988	Piranómetro
Granja Kcayra	13,55	71,87	3 219	1 980-1 988	Piranómetro
San Camilo	14,07	75,72	398	1 978-1 988	Piranómetro
Chuquibambilla	14,78	70,73	3 971	1 980-1 984	Piranómetro
Puno	15,83	70,02	3 820	1 977-1 993	Piranómetro
Characato–La Pampilla	16,45	71,48	2 451	1 978-1 987	Piranómetro
La Joya	16,58	71,92	1 295	1 967-1 993	Actinógrafo

Tabla 2. Valores de las principales variables climáticas de las estaciones base

Estación meteorológica	Energía solar diaria (kW h/m ²)	Heliofanía relativa (%)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Precipitación total (mm/año)
Costa					
Miraflores	5,75	56	30,7	19,3	216
A. Von Humboldt	4,06	40	23,3	15,5	16
San Camilo	5,92	61	28,7	13,4	11
La Joya	7,03	75	27,0	10,1	77
Sierra					
Bambamarca	4,56	44	19,4	9,5	737
Weberbauer	4,92	49	21,3	7,6	644
Cosmos	4,92	46	9,2	-0,7	1 047
Huayao	6,00	56	19,6	4,4	765
Granja Kcayra	5,44	53	20,7	3,7	674
Chuquibambilla	6,08	59	16,8	-2,4	715
Puno	6,36	70	14,7	2,0	753
Characato	6,50	73	22,8	6,8	78
Selva					
San Ramón SM	4,67	41	31,3	20,8	2 158
El Porvenir	3,89	41	32,5	20,4	1 041
Bellavista	4,78	40	32,2	20,9	928

ANEXO 2: Variación por horas de la radiación solar a 40° de latitud

Recopilado de Çengel, Yunus A., (2011). Transferencia de calor y masa – Fundamentos y aplicaciones. 4.^a ed., 2011. pp. 716)

TABLA 12-4

Variación por horas de la radiación solar que incide sobre varias superficies y los totales diarios durante todo el año, a 40° de latitud (tomada del *Handbook of Fundamentals* de la ASHRAE, cap. 27, tabla 15)

		Radiación solar incidente sobre la superficie, * W/m ²																
		Tiempo solar																
Fecha	Dirección de la superficie	5	6	7	8	9	10	11	12 mediodía	13	14	15	16	17	18	19	Total diario	
Ene.	N	0	0	0	20	43	66	68	71	68	66	43	20	0	0	0	446	
	NE	0	0	0	63	47	66	68	71	68	59	43	20	0	0	0	489	
	E	0	0	0	402	557	448	222	76	68	59	43	20	0	0	0	1863	
	SE	0	0	0	483	811	875	803	647	428	185	48	20	0	0	0	4266	
	S	0	0	0	271	579	771	884	922	884	771	579	271	0	0	0	5897	
	SO	0	0	0	20	48	185	428	647	803	875	811	483	0	0	0	4266	
	O	0	0	0	20	43	59	68	76	222	448	557	402	0	0	0	1863	
	NO	0	0	0	20	43	59	68	71	68	66	47	63	0	0	0	489	
	Horizontal	0	0	0	51	198	348	448	482	448	348	198	51	0	0	0	2568	
Directa	0	0	0	446	753	865	912	926	912	865	753	446	0	0	0	—		
Abr.	N	0	41	57	79	97	110	120	122	120	110	97	79	57	41	0	1117	
	NE	0	262	508	462	291	134	123	122	120	110	97	77	52	17	0	2347	
	E	0	321	728	810	732	552	293	131	120	110	97	77	52	17	0	4006	
	SE	0	189	518	682	736	699	582	392	187	116	97	77	52	17	0	4323	
	S	0	18	59	149	333	437	528	559	528	437	333	149	59	18	0	3536	
	SO	0	17	52	77	97	116	187	392	582	699	736	682	518	189	0	4323	
	O	0	17	52	77	97	110	120	392	293	552	732	810	728	321	0	4006	
	NO	0	17	52	77	97	110	120	122	123	134	291	462	508	262	0	2347	
	Horizontal	0	39	222	447	640	786	880	911	880	786	640	447	222	39	0	6938	
Directa	0	282	651	794	864	901	919	925	919	901	864	794	651	282	0	—		
Julio	N	3	133	109	103	117	126	134	138	134	126	117	103	109	133	3	1621	
	NE	8	454	590	540	383	203	144	138	134	126	114	95	71	39	0	3068	
	E	7	498	739	782	701	531	294	149	134	126	114	95	71	39	0	4313	
	SE	2	248	460	580	617	576	460	291	155	131	114	95	71	39	0	3849	
	S	0	39	76	108	190	292	369	395	369	292	190	108	76	39	0	2552	
	SO	0	39	71	95	114	131	155	291	460	576	617	580	460	248	2	3849	
	O	0	39	71	95	114	126	134	149	294	531	701	782	739	498	7	4313	
	NO	0	39	71	95	114	126	134	138	144	203	383	540	590	454	8	3068	
	Horizontal	1	115	320	528	702	838	922	949	922	838	702	528	320	115	1	3902	
Directa	7	434	656	762	818	850	866	871	866	850	818	762	656	434	7	—		
Oct.	N	0	0	7	40	62	77	87	90	87	77	62	40	7	0	0	453	
	NE	0	0	74	178	84	80	87	90	87	87	62	40	7	0	0	869	
	E	0	0	163	626	652	505	256	97	87	87	62	40	7	0	0	2578	
	SE	0	0	152	680	853	864	770	599	364	137	66	40	7	0	0	4543	
	S	0	0	44	321	547	711	813	847	813	711	547	321	44	0	0	5731	
	SO	0	0	7	40	66	137	364	599	770	864	853	680	152	0	0	4543	
	O	0	0	7	40	62	87	87	97	256	505	652	626	163	0	0	2578	
	NO	0	0	7	40	62	87	87	90	87	80	84	178	74	0	0	869	
	Horizontal	0	0	14	156	351	509	608	640	608	509	351	156	14	0	0	3917	
Directa	0	0	152	643	811	884	917	927	917	884	811	643	152	0	0	—		

*Multiplíquese por 0.3171 para convertir en Btu/h · ft².

Los valores dados son para el día 21 del mes, para días promedios sin nubes. Los valores pueden ser hasta 15% más altos a grandes elevaciones con cielos muy claros y hasta 30% más bajos en lugares muy húmedos con atmósferas industriales muy sucias. Los totales diarios se obtuvieron aplicando la regla de Simpson para la integración, con intervalos de tiempo de 10 min. Se supuso que la reflectancia solar del suelo es 0.2, lo cual es válido para el concreto viejo, la roca triturada y la hierba verde brillante. Para un lugar específico, utilícese los datos sobre la radiación solar obtenidos para ese lugar. La dirección de una superficie indica la orientación de una superficie vertical. Por ejemplo, O representa la radiación solar que incide sobre una pared que da el frente al oeste por unidad de área de la misma.

El tiempo solar puede estar desviado del local. El mediodía solar en un lugar es el tiempo en el que el Sol se encuentra en la parte más alta (y, por consiguiente, cuando las sombras son más cortas). Los datos sobre la radiación solar son simétricos con respecto al mediodía solar: el valor sobre una pared occidental antes del mediodía solar es igual al valor sobre una pared oriental dos horas después de ese mediodía.

ANEXO 3: Especificaciones y aplicaciones de las planchas de aluminio

Recopilado de: <https://www.miyasato.com.pe>



Especificaciones y aplicaciones de las planchas de aluminio

Especificaciones	Aplicaciones
Plancha de Aluminio Estriada	
Terminación superficial: 5 diamantes Espesores: desde 1.0 hasta 6.0mm Dimensiones: 3000mm x 1220mm Se puede doblar y soldar.	Enchapes, escaleras, pisos, rampas, buses, furgones, embarcaciones, ascensores, decoración, pisos de alto tránsito antideslizante, etc.
Plancha de Aluminio Lisa	
Terminación superficial: mill finish. Espesores: desde 0.2 hasta 19.0mm Dimensiones: Diferentes medidas. Se pueden doblar y soldar.	Refrigeración, carrocería para buses, enchapes, matrices, uso doméstico, coberturas, aislamientos, etc.
Plancha de Aluminio Lisa "Naval"	
Terminación superficial: mill finish. Espesores: desde 1.0 hasta 6.0mm Dimensiones: 3000mm x 1220mm (diferentes medidas) Se puede doblar y soldar. Resistente a la corrosión en ambientes marinos. Mayor dureza y resistencia al impacto.	Fabricación de botes, lanchas, deslizadores, etc. Perfiles para estructuras. Fabricación de tanques. Otros.
Plancha de Aluminio Gofrada	
Terminación superficial: embosado. Espesores: 0.4, 0.6, 1.2mm Dimensiones: 3000mm x 1220mm Se puede doblar y soldar.	Refrigeración, luminarias, transporte, enchapes, decoración.

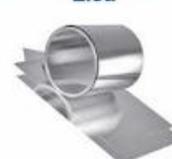
Plancha Aluminio Estriada



Plancha Aluminio Gofrada



Plancha Aluminio Lisa



ANEXO 4: Especificaciones técnicas de planchas de acero ASTM A36

Recopilado de búsqueda en Google: Catálogos de planchas de acero.

Planchas de Acero ASTM A36



PLANCHAS DE ACERO A36

Planchas de acero, también conocido como laminado en caliente (LAC) de acero en calidad A36. La plancha es una placa de acero estructural utilizado para la construcción en general y aplicaciones industriales.

Especificaciones: ASTM A36, AISI A36

Fácil de soldar, cortar, dar forma y maquinarse.

Se mide en espesor x ancho x largo

Propiedades Mecánicas	Límite de Fluencia (kg/mm ²)	24 min.
	Resistencia a la Tracción (kg/mm ²)	41 min
	Alargamiento (%) en 50 mm	18 min.

NORMA TÉCNICA	GRADO B				
	C	Mn	P	S	Si
A36	0.25	0.8- 1.2 máx	0.040 máx	0.050 máx	0.40 máx

Espesor	Ancho		Largo		Peso Teórico
	mm	mm pie	mm	pie	Kg/ plancha
2.0	1200	4	2400	8	44.05
2.5	1200	4	2400	8	55.55
3.0	1200	4	2400	8	67.08
4.5	1200	4	2400	8	100.50
6.0	1200	4	2400	8	134.81
8.0	1200	4	2400	8	180.60
9.0	1200	4	2400	8	203.26
12.0	1200	4	2400	8	279.90
16.0	1200	4	2400	8	363.74
19.0	1200	4	2400	8	433.60

* Equivalencias de conversión son aproximadas.

* Fotos y datos referenciales. No aceptamos responsabilidad por usos incorrectos o mal interpretaciones de estos datos.

ANEXO 5: Especificaciones técnicas de planchas de acero

Recopilado de catálogo de productos de <http://www.acerosarequipa.com>

PLANCHAS Y BOBINAS LAMINADAS EN CALIENTE

Planchas Delgadas LAC



Planchas de acero laminadas en caliente con bordes de laminación, de espesores menores que 4.75 mm.

DIMENSIONES NOMINALES (1)	
Calidad Comercial	Calidad Estructural
PDLAC 1011 TB (mm)	PDLAC A36 (mm)
1.8 x 1,000 x 2,400	3.0 x 1,500 x 6,000
1.9 x 1,000 x 2,400	4.0 x 1,500 x 6,000
2.0 x 1,100 x 2,400	4.5 x 1,200 x 2,400
2.0 x 1,200 x 2,400	4.5 x 1,200 x 6,000
2.2 x 1,200 x 2,400	4.5 x 1,500 x 6,000
2.3 x 1,200 x 2,400	
2.4 x 1,200 x 2,400	
2.5 x 12,00 x 2,400	
2.8 x 1,200 x 2,400	
2.9 x 1,200 x 2,400	
3.0 x 1,200 x 2,400	
4.0 x 1,200 x 2,400	
4.4 x 1,200 x 2,400	

NORMAS TÉCNICAS:

Comercial : ASTM A1011 TB
Estructural : ASTM A36

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Comercial:
Límite de Fluencia mínimo = 2,110 - 3,510 kg/cm² (*)
Alargamiento en 50 mm = 25.0 % mínimo (*)
Doblado = a 180°
Estructural
Límite de Fluencia mínimo = 2,550 kg/cm² (*)
Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,610 kg/cm²
Alargamiento en 50 mm = 20.0 % mínimo
Doblado = a 180° (opcional).
Diámetro Pin = 3e. Sentido Laminación

(*) Referencial

(1) Previa consulta y a pedido, también se suministra en otras longitudes.

USOS:

Construcción de silos, embarcaciones pesqueras, vagones, estructuras y usos en general.

Planchas Gruesas LAC



Planchas de acero laminadas en caliente con bordes de laminación de espesores mayores que 4.75 mm.

DIMENSIONES NOMINALES (1)			
PGLAC A1011 Tipo B (mm)		PGLAC A36 (mm)	
		PGLAC A36 (mm)	
5.9 x 1,200 x 2,400	9.0 x 1,500 x 6,000	6.0 x 1,200 x 2,400	32.0 x 1,500 x 6,000
8.0 x 1,200 x 2,400	9.0 x 2,400 x 6,000	6.0 x 1,200 x 6,000	32.0 x 2,400 x 6,000
6.0 x 2,400 x 6,000	9.0 x 3,000 x 6,000	19.0 x 1,200 x 2,400	32.0 x 3,000 x 6,000
8.0 x 1,200 x 2,400	12.0 x 1,200 x 2,400	19.0 x 1,500 x 6,000	38.0 x 1,500 x 6,000
8.0 x 1,200 x 6,000	12.0 x 1,500 x 6,000	19.0 x 2,400 x 6,000	38.0 x 2,400 x 6,000
8.0 x 1,500 x 6,000	12.0 x 2,400 x 6,000	19.0 x 3,000 x 6,000	38.0 x 3,000 x 6,000
8.0 x 2,400 x 6,000	12.0 x 3,000 x 6,000	25.0 x 1,200 x 2,400	50.0 x 1,500 x 6,000
8.0 x 3,000 x 6,000	16.0 x 1,200 x 2,400	25.0 x 1,500 x 6,000	50.0 x 2,400 x 6,000
9.0 x 1,200 x 2,400	16.0 x 1,500 x 6,000	25.0 x 2,400 x 6,000	50.0 x 3,000 x 6,000
9.0 x 1,200 x 6,000		25.0 x 3,000 x 6,000	

NORMAS TÉCNICAS:

Comercial : ASTM A1011 Tipo B
Estructural : ASTM A36

USOS:

Construcción de silos, plataformas, embarcaciones, equipamiento pesado, carrocerías, etc.

(1) Previa consulta y a pedido, también se suministra en otras longitudes.

Planchas Estriadas LAC



DIMENSIONES NOMINALES
PLAC A 1011 TB
2.5 x 1,000 x 2,400 mm
2.5 x 1,200 x 2,400 mm
2.9 x 1,000 x 2,400 mm
2.9 x 1,200 x 2,400 mm
4.4 x 1,200 x 2,400 mm
5.9 x 1,200 x 2,400 mm

NORMA TÉCNICA:

ASTM A786 1 A786M

Adicionalmente, estos productos cumplen con las exigencias de la norma estructural respectiva, como A 1011 / A 1011 M Tipo B.

PRESENTACIÓN:

Las planchas vienen sueltas en función del espesor o en paquetes de 2.0 TM mínimo.

A solicitud del cliente se emiten certificados de calidad.

USOS:

En la construcción de plataformas, pisos, escaleras, equipamiento de transporte y circulación, y estructuras en general.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Límite de Fluencia mínimo = 2,110 - 3,510 kg/cm² (*)
Alargamiento = 25 % mín. (*)
Doblado al frío = Sin fisura

(*) Valores referenciales.

ANEXO 6:

MATRIZ DE CONSISTENCIA – TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

“Diseño de cubierta mecánica para protección contra radiación solar de vehículos livianos, Arequipa 2019”

Problema General	Objetivos	Marco Teórico	Metodología	Análisis y Diseño de la Solución	Diseño
<p><i>¿Es posible diseñar una cubierta mecánica que proteja los vehículos livianos de la ciudad de Arequipa contra radiación solar?</i></p> <p>Problemas Específicos</p> <p>a. <i>¿Es posible diseñar un mecanismo funcional de una cubierta para protección contra radiación solar?</i></p> <p>b. <i>¿Es posible seleccionar un material apropiado para el diseño de una cubierta para protección contra radiación solar?</i></p> <p>c. <i>¿Es posible proteger la pintura de los vehículos expuestos a radiación solar mediante una cubierta mecánica?</i></p>	<p>Objetivo General</p> <p><i>Diseñar una cubierta mecánica que proteja a los vehículos livianos de la ciudad de Arequipa contra la radiación solar.</i></p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>a. <i>Diseñar una estructura portátil, ligera y de fácil utilización para proteger los vehículos contra la radiación solar en la ciudad de Arequipa.</i></p> <p>b. <i>Seleccionar un material adecuado para minimizar los efectos dañinos de la radiación solar en los vehículos de la ciudad de Arequipa.</i></p> <p>c. <i>Garantizar la protección de la pintura de los vehículos expuestos a la radiación solar de la ciudad de Arequipa, proponiendo el diseño de una cubierta mecánica.</i></p>	<p>Antecedentes del problema: <i>Existen investigaciones realizadas previamente sobre calefacción y refrigeración, según (Juanicó, Luis, 2006), a partir de radiación solar, donde se establece la forma de aprovechar la energía solar emitida por radiación, transformándola en energía útil a conveniencia para el usuario.</i></p> <p><i>También existen propuestas de diseño según (Carrasco Olea, Claudio, 2015), tal como el diseño de disipadores de calor mediante geometría con aletas, donde se define una solución para disminuir la temperatura de un cuerpo con mayor rapidez mediante geometrías que tengan una mayor área en contacto con el medio ambiente.</i></p> <p>Teoría de la Radiación Atmosférica y Solar</p> <p><i>Como teorías de sustento para esta investigación se pueden mencionar las siguientes:</i></p>	<p><i>La presente investigación es descriptiva tecnológica, a fin de proponer la mejor alternativa disponible para el diseño de una cubierta mecánica para protección contra radiación solar de vehículos livianos.</i></p> <p>Diseño de la Investigación</p> <p><i>Es una investigación explicativa cuantitativa, ya que el estudio consiste en el planteamiento de una solución basada en cálculos de diseño mecánico.</i></p>	<p>Estado Actual de la tecnología</p> <p><i>Se hizo un estudio del estado actual de la tecnología en relación al tema de la presente investigación, donde se descubre que la forma más convencional es el uso de fundas de tela o sintéticas para proteger los vehículos.</i></p> <p>Presentación Inicial de la Propuesta</p> <p><i>Se presentó la idea preliminar del diseño de la cubierta y se recopilaron datos del tamaño de gran cantidad de vehículos registrados en la ciudad de Arequipa, para poder establecer el tamaño que debería tener la cubierta mecánica.</i></p> <p>Lista de Exigencias</p> <p><i>La cual detalla el alcance que el diseño propuesto deberá cumplir en diversos aspectos técnicos.</i></p>	<p><i>Finalmente luego de haber seleccionado la alternativa de solución más conveniente Se procedió con el diseño final.</i></p> <p>Cálculo de Pérdida de Calor del Material</p> <p><i>Se procedió a diseñar cada una de las partes de la cubierta y fundamentar la selección del material más apropiado para el diseño, siendo el aluminio anodizado el material con mejores propiedades para disipar el calor.</i></p> <p><i>También se diseñó la geometría de la cubierta, los mecanismos que permitirán que adopte dos posiciones, replegada y desplegada, siendo portátil, ligera y de peso relativamente bajo.</i></p> <p>Principio Básico del Mecanismo de la Cubierta</p> <p><i>La cubierta consiste en una carcasa compuesta por varias placas sobrepuestas una encima de otra, que pueden desplazarse entre sí mediante elementos deslizantes, para hacer posible su funcionamiento.</i></p> <p>Diseño de Puntos de Apoyo y Fijación</p> <p><i>Se diseñaron estructuras metálicas que pueden ser instaladas en la parte inferior del chasis de los vehículos, sobre las cuales se asentará y fijará la cubierta.</i></p>

		<p>Teoría de la Radiación Atmosférica y Solar (continuación)</p> <p>Según (Çengel, Yunus A., 2011) mediante la Teoría de la radiación atmosférica y solar, en la cual se conocen los tipos de radiación solar que afectan a los cuerpos, y la forma en que el material y su tipo de superficie influye en la pérdida de calor absorbido.</p> <p>Diseño de Armaduras por Método de Nodos</p> <p>Se toma como base para el desarrollo y diseño de armaduras por el método de nodos, según (Hibbeler, Russell C., 2010), basta considerar que para que una estructura se encuentre en equilibrio la sumatoria de sus fuerzas debe ser cero.</p>		<p>Secuencia de Operaciones y Estructura de Funciones</p> <p>Es el listado donde se determina la secuencia ordenada de cómo deberá funcionar la cubierta para lograr su objetivo principal.</p> <p>Matriz Morfológica</p> <p>Es una combinación comparativa de posibles alternativas de solución para cada una de las funciones que debe cumplirse en el diseño. Dentro de éstas combinaciones se obtuvieron tres conceptos de solución que deben ser analizados técnica y económicamente según la norma VDI 2225.</p>	<p>Recubrimiento Interior y Aislante Térmico</p> <p>Como valor agregado al diseño se seleccionó un material delgado, adhesivo y de fácil instalación para las paredes interiores de la cubierta, con la finalidad de aprovechar sus propiedades de bloqueo y rechazo de la radiación solar, evitando que el calor traspase las paredes del mecanismo.</p> <p>Medrado y Costos</p> <p>Se estimaron medidas, cantidades y costos aproximados de materiales que deberían ser necesarios para la fabricación de la cubierta (si fuera en caso). Además, se estimaron la cantidad de recursos y costos de los mismos para lograr llevar a cabo el proyecto, el cual no supera los 6,000.00 soles como proyecto (sin construir).</p> <p>Modelado Final</p> <p>Para el modelado asistido por computadora (CAD), se ha utilizado la plataforma Solidworks 2017, obteniendo un modelo del resultado que puede obtenerse al construir la cubierta mecánica. De este diseño es posible generar planos de partes, ensamble y fabricación del mecanismo propuesto.</p>
--	--	--	--	--	--

ANEXO 7: Planos del diseño de la cubierta mecánica

A continuación se presentan como resultado del diseño estructurado y ordenado para satisfacer la necesidad de protección de vehículos livianos contra el daño ocasionado por la radiación solar excesiva en la ciudad de Arequipa, los siguientes planos:

- Plano 01: Partes de la cubierta mecánica.
- Plano 02: Ensamble de la cubierta mecánica.
- Plano 03: Dimensionamiento de la cubierta mecánica.