



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL CUERPO
HUMANO AL INTERIOR DEL AUTOMÓVIL: BIOMÍMICA,
AERODINÁMICA Y SUSTENTABILIDAD COMO FACTORES
DETERMINANTES.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
DISEÑO PRESENTA

JUAN MIGUEL PORTILLA AGUILAR

DIRECTOR DE TESIS:

MTRO. ARTURO SANTAMARÍA ORTEGA

TOLUCA, MÉXICO.
AGOSTO DEL 2012.

Agradecimiento

A mi padre; Miguel,
a mi madre; Margarita,
a mis hermanas Marisol y Bibiana
a mi novia, Lupita:

Gracias por acompañarme
en este camino que me ha llevado
a concluir mis estudios de Maestría.

Gracias por todo el apoyo y el cariño
que incondicionalmente dan a mi persona
día a día.

Para ustedes es este trabajo.

Miguel.

TUTORES ADJUNTOS

DR. ALBERTO ALVAREZ VALLEJO

DR. RENE L. SANCHEZ VÉRTIZ RUÍZ

DR. DAVID JOAQUIN DELGADO
HERNÁNDEZ

MTRO. ALFREDO MUÑOZ OSCOS

INDICE

Página

Introducción

Capítulo 1

1.1 Antecedentes	1
1.2 Definición del problema	2
1.2.1 Delimitación espacial	5
1.2.2 Delimitación temporal	5
1.2.3 Delimitación Semántica	6
1.3 Oración afirmativa o interrogativa del problema de investigación	7
1.4 Objetivo General	7
1.4.1 Objetivos Específicos	7
1.5 Hipótesis	8
1.6 Justificación	8
1.7 Aportaciones de la biomímica, la aerodinámica y la sustentabilidad (Definición de la investigación)	13

Capítulo 2

2 Biomímica	14
2.1 Biomímica aplicada en la industria automotriz	15
2.1.1 Biomímica para la regulación de temperatura	16
2.1.2 Regulación de temperatura en el ser humano	17
2.1.2.1 Pérdida de calor	18
2.1.3 La hoja	21
2.1.3.1 La hoja y las plantas	24
2.1.3.2 Sistema mecánico de las hojas (aerodinámica de las hojas)	25
2.1.4 Regulación de la temperatura del planeta a través del agua: El agua y sus propiedades térmicas	27
2.1.5 Termorregulación en animales	29
2.1.5.1 Regulación de la temperatura corporal en el camello	34
2.1.5.2 Termorregulación de animales polares	40
2.1.5.2.1 Termorregulación del oso polar	41
2.1.5.2.2 Termorregulación del zorro ártico	45
2.2 Aerodinámica para la reducción del consumo de combustibles	48
2.2.1 Carga Aerodinámica	51
2.2.2 Medida de la resistencia Aerodinámica	53

2.2.3	Medición de fuerzas aerodinámicas	54
2.2.4	Túnel aerodinámico	56
2.3	Regulación de Temperatura al interior del Automóvil	59
2.3.1	Aire acondicionado	59
2.3.2	Eficiencia del Aire Acondicionado	62
2.3.3	Toma de lectura de temperaturas	66
2.4	Sustentabilidad	73
2.4.1	Sustentabilidad y diseño	77
2.4.2	Sustentabilidad energética en el automóvil	79
2.4.3	El contexto de la sustentabilidad y la energía y el perfil de las energías renovables en México	82
2.4.4	La realidad de la sustentabilidad en la sociedad	86
 Capítulo 3		
3	Conclusiones	93
3.1	Propuesta	93
3.2	Requerimientos de la alternativa de diseño	116
3.3	Alternativa de solución	119
3.4	Modelo funcional	124
	Glosario	
	Mesografía	

Introducción

Ante las necesidades medioambientales que hoy tiene nuestro planeta, es indispensable reducir el consumo de los recursos requeridos para el funcionamiento de los automóviles. El consumo energético de estos, está determinado por la exigencia de los sistemas que lo componen, cuanto mejor diseñados sean estos últimos, los problemas de contaminación ambiental y la demanda de energéticos tenderán a retraerse. La biomímica reconociendo a la naturaleza con su experiencia de miles de años de evolución, nos aporta los elementos que se asocian con el conocimiento humano para generar tecnologías con un acercamiento a la sustentabilidad, dando paso a una mezcla de sabiduría; entre lo que ha sido perfeccionado por la naturaleza y lo que para el hombre representa una de las apuestas más fuertes en el diseño de automóviles, la aerodinámica. A partir de esta reflexión es que se propone: la regulación de la temperatura del cuerpo humano al interior del automóvil; relacionando los factores comunes entre la biomímica, la aerodinámica y la sustentabilidad.

Ubicar el desarrollo de automóviles en un marco contextual que permita al Diseñador Industrial encontrar el balance apropiado entre la utilización de energías, materiales de construcción y tecnologías existentes aplicables al diseño automotriz; es una tarea que puede lograrse gracias a la correcta aplicación de las teorías del conocimiento y la observación de los procesos y funciones de la naturaleza.

1.1 Antecedentes

El transporte es una de las necesidades esenciales en nuestra era y es requerido para trasladarnos de un lugar a otro por diversas razones; estudio, trabajo, recreo, descanso, entre otros. Dentro de los medios de transporte usuales se encuentra el automóvil. Aquel que, quien lo posee le da un toque de poder, de estatus; el que sirve como una armadura que brinda seguridad al usuario dentro un mundo conocido, pero lleno de esferas que no cumplen con los requisitos para ser dignos del entorno personal, a *“los cuales denominamos no lugares. El automóvil entonces, se transforma en un lugar”* (Alvarez, 2009), que nos lleva de un lado a otro haciéndonos sentir libres al momento de decidir nuestro destino, la hora de partida, la ruta a seguir, la compañía que llevaremos y hasta la ambientación del mismo a través de los diversos sistemas que lo componen.

El significado del automóvil y el uso que se le dé, dependerá de la persona y la sociedad que lo defina. Sin embargo, es uno de los medios más utilizados para desplazarnos de un lugar a otro.

En la actualidad diversas fuentes de energía son utilizadas para dar vida a este medio de transporte; combustibles fósiles, energía eléctrica, hidrógeno, energía solar y otras más, todas convergen en hacer funcionar los sistemas que el mismo requiere. Es conveniente desarrollar alternativas que independientemente del tipo de energía que el automóvil exija para funcionar, implementen factores que logren un consumo mínimo de los mismos.

En los últimos años el consumo energético del automóvil se ha incrementado en cuanto éste procura darnos cada vez mayores comodidades. La satisfacción de éstas últimas lleva implícito un incremento en la contaminación atmosférica a nivel mundial, debido a la cantidad de energía requerida para accionar los distintos sistemas que contribuyen a este “bienestar” -energía que en su mayoría es obtenida por medio de la transformación de los recursos no renovables como el petróleo, que por cierto se agota cada vez más-.

Los efectos de la contaminación están presentes en todo el mundo y es indiscutible el calentamiento global y las consecuencias que está teniendo en el comportamiento climático.

Promover el consumo de energías alternativas para el funcionamiento del automóvil, no es suficiente cuando los procesos que se siguen para la creación de éstas, conllevan una transformación contaminante. Por ello se hace necesario utilizar alternativas “limpias” para disminuir su consumo.

1.2 Definición del Problema

El mal entendimiento de la aproximación del diseño a la sustentabilidad, genera alternativas de solución que satisfacen necesidades que no son reales y se vuelve necesario debatir el conocimiento que trata de contribuir a dicha razón.

La ecología ya no es la única pieza a tomar en cuenta al momento de estudiar los efectos de cualquier proyecto que pretenda lograr una aproximación a la sustentabilidad. Existen dos niveles más que hacen de los propósitos de diseño, alternativas un tanto más certeras para el desarrollo del ser humano.

Al ser tomados en cuenta los contextos económicos, sociales y medio ambientales, los requerimientos de diseño se concretan en una guía más próxima a nuestra realidad, otorgando una propuesta de diseño un tanto más coherente a su entorno.

Para ello, debemos asimilar la parte de la problemática que reside en la conceptualización que cada persona le da a los objetos y a las teorías, la cual está ligada a la experiencia que cada uno de nosotros gana a lo largo de su vida.

Esta variedad de experiencias personales resulta en una diversidad de modos de uso de los objetos. El objeto que se proyecta pensando que el diseño es sustentable, puede no dar el resultado esperado por que más bien, sólo existe una aproximación a la sustentabilidad a través del diseño. Si ésta última idea la tenemos presente, los resultados son totalmente diferentes tanto al diseñar como al usar los objetos del diseño, por que cambia el entendimiento de la problemática que da origen a la alternativa de solución.

La regulación de la temperatura dentro de la cabina de los automóviles, debe tener una aproximación al

conocimiento mucho más profunda, una aproximación que permita entender la razón principal de este sistema que se integra en el vehículo, nos referimos al sistema del Aire Acondicionado (A/C). De esta forma la solución a este problema gozará de la posibilidad de una alternativa de solución mejor integrada.

Si bien la sustentabilidad es un ideal que aún no alcanzamos, la sustentabilidad energética del automóvil es un fenómeno que aún no está presente en la rutina de uso que le damos a este medio de transporte y es que en un principio el término “sustentabilidad”, no está aplicado correctamente en el diseño. Nos estamos quedando en la parte romántica de la concepción de objetos de diseño sin analizar primero si dicho objeto satisface una necesidad real y para complementar el círculo que nos acercaría más al ideal de la sustentabilidad, sería preciso definir las estrategias de diseño, de producción, de mercadeo, de consumo...etc. que traerían vida a estos objetos. De lo contrario, tener un impacto positivo en los sectores social, medioambiental y económico es un suceso que por lo menos en este campo parece estar lejos de ocurrir al anteponerse los intereses de consumo desmedido que generan riqueza y comodidad a costa del desequilibrio del sistema hombre – naturaleza.

Es necesario aprender de los procesos que la naturaleza se ha planteado durante su evolución y que han dado vida a la diversidad biológica en nuestro planeta, debemos entender cómo es que debemos integrarnos a

esta causa para que nuestro paso por este mundo emprenda un impacto positivo.

Para ello es necesario poner al alcance del usuario las herramientas que lo conduzcan a contribuir con la sustentabilidad energética del automóvil, generando un impacto positivo en lo social, lo medioambiental y lo económico.

1.2.1 Delimitación Espacial

La presente investigación se desarrolla en la Ciudad de Toluca, Estado de México, y su zona conurbada. Ubicada a 2664 metros sobre el nivel del mar, ésta región presenta problemas de contaminación ambiental agravada por el uso de diversos sistemas de transporte como el automóvil.

La Red Automática de Monitoreo Ambiental del Gobierno Estatal detectó el año pasado que el Valle de Toluca rebasó 11 días la barrera de los 200 puntos IMECA, mientras que en el Valle de México este parámetro no fué superado ningún día. En materia de partículas suspendidas PM10, el Valle de Toluca reportó 113 días por arriba de la norma, por 17 que se registraron en el Valle de México. Incluso, el pasado 1 de enero el sistema de monitoreo registró 390 puntos de PM10 en la capital mexicana (El Universal, 2005).

1.2.2 Delimitación Temporal

La objetividad de los datos que nos permitan establecer una delimitación temporal del problema, depende de los hábitos de consumo de quienes utilizamos recursos energéticos para vivir y para utilizar un automóvil. Al

paso que llevamos se estiman unos 40 años antes de que dichos recursos comiencen a escasear y sea más que indispensable implementar la sustentabilidad energética en el automóvil.

1.2.3 Delimitación Semántica

Diseño, automóvil, biomímica, aerodinámica, aire acondicionado, energía, termorregulación.

Aerodinámica: Dicho de un cuerpo móvil: Que tiene forma adecuada para disminuir la resistencia del aire (Real Academia Española, 2010).

Aire Acondicionado: Sistema de ventilación de los locales que regula la temperatura y la humedad (Espasa, 1998: 47).

Automóvil: Que se mueve por sí mismo. Se dice principalmente de los vehículos que pueden ser guiados para marchar por una vía ordinaria sin necesidad de carriles y llevan un motor, generalmente de explosión, que los pone en movimiento (Real Academia Española, 2010)

Biomímica: es la ciencia y arte de emular las mejores ideas de la naturaleza biológica para resolver problemas humanos" (Biomimicry Institute, 2009).

Diseño: Concepción original de un objeto u obra destinados a la producción en serie. (Real Academia Española, 2010)

Energía: es la capacidad de un cuerpo o sistema para producir un trabajo (Espasa, 661:1998).

Termorregulación: regulación de la temperatura para mantenerla entre ciertos límites. (Real Academia Española, 2010).

1.3 Oración afirmativa o interrogativa del problema de investigación.

¿Cómo regular la temperatura del cuerpo humano al interior del automóvil aproximándonos a la sustentabilidad del diseño tomando a la biomímica y la aerodinámica como herramientas del proyecto?

1.4 Objetivo General

Contribuir a la sustentabilidad del diseño a través de la termorregulación del cuerpo humano dentro de la cabina del automóvil manteniendo a los pasajeros en zona de confort térmico (19-23 C°), disminuyendo el consumo energético con la finalidad de reducir los efectos contaminantes en el medio ambiente producidos por la utilización de este medio de transporte.

1.4.1 Objetivos Específicos

- Regular la temperatura del ser humano en el interior del automóvil.
- Aplicar la relación existente entre la biomímica y la aerodinámica y su influencia en el aprovechamiento de energía.

- Proponer el diseño de un sistema alternativo de regulación de temperatura para la cabina del automóvil a través del análisis de la relación entre dichos factores.
- Proveer de confort térmico a los ocupantes del automóvil.
- Ubicar el desarrollo de vehículos en un marco contextual que le permita al diseñador, encontrar el balance apropiado entre la utilización de energías, materiales de construcción y tecnologías existentes aplicables al diseño automotriz.
- Ampliar los resultados obtenidos a través del diseño automotriz, sin comprometer el crecimiento de otros sectores básicos para el desarrollo humano.
- Determinar el porcentaje de ahorro energético con la aplicación de la relación biomímica – aerodinámica en la termorregulación de la cabina del automóvil.

1.5 Hipótesis

Si se utilizan procesos alternativos para la regulación de la temperatura del ser humano a través de la biomímica y la aerodinámica, los ocupantes del automóvil podrán disponer de confort térmico sin necesidad de incrementar el consumo energético del mismo.

1.6 Justificación

“Los rasgos y características de todos los productos cambian a medida que pasa el tiempo...en este caso uno tiene que conocer en qué medida cambian antes de saber si afectará

las propias decisiones del diseño. Un principio más útil sería aquel que nos ayudará a descubrir esto"...(Jones, 1985:75).

El siglo XX marcó el desarrollo de la industria automotriz con modelos que aprovechan cada vez mejor los energéticos fósiles. En la actualidad existen algunos modelos de automóviles que con una menor cantidad de combustible obtienen mayores potencias y velocidades, pero a pesar de existir una inminente premura por desarrollar vehículos poco contaminantes; continúan surgiendo automóviles que portan sistemas que requieren de mayores cantidades de combustible para desempeñarse. Este hecho resulta contradictorio dadas las necesidades de ahorro de energía y de cuidado ambiental que el día de hoy requiere el planeta.

El problema del aprovechamiento de energía en los autos, toma mayor importancia en años recientes. A finales del siglo pasado se emprendió el desarrollo de alternativas energéticas para el sector automotriz. En 1982 se creó el primer vehículo que transformaba la energía del sol en energía eléctrica. A finales de los años noventa, diversos fabricantes de autos se dieron a la tarea de promover el diseño de automóviles capaces de funcionar con energías alternativas como la energía eléctrica y el hidrógeno. Fue el año 2005 cuando Honda lanza al mercado el primer automóvil de hidrógeno y se convierte en *"la primera automotriz de la historia que entrega a un particular un vehículo propulsado a células de combustible"* (Blackett, 2009). Dicho sistema sustituye el motor de gasolina por uno eléctrico que obtiene la energía de la reacción

electroquímica que resulta al mezclar oxígeno e hidrógeno, el resultado de este proceso es energía eléctrica y vapor de agua.

Hoy en día, con el objetivo de hacer más placentera la estancia de los pasajeros dentro del automóvil, la infinidad de vehículos que se fabrican están dotados de diversos sistemas. Para cumplir los objetivos de seguridad y confort a los ocupantes; algunos de estos necesitan de una fuente de energía que los haga funcionar.

Uno de los sistemas que la mayoría de los autos incorpora es el del aire acondicionado. Al ser activado, el confort térmico de los ocupantes del vehículo se ve beneficiado al mantenerse la temperatura deseada en el interior del vehículo. Este ha llegado a tener tal importancia, que ya es considerado *“como elemento clave para la seguridad y comodidad del pasajero”* (López, 2006).

El uso de este sistema estará condicionado por la temperatura del ambiente que requieran los ocupantes del vehículo. En zonas cálidas, lógicamente se utilizará con mayor frecuencia el aire frío y en zonas frías operará la calefacción. En ambos casos existirá un aumento en el consumo de combustible debido a que el sistema que regula la temperatura del aire dentro del vehículo, toma al motor del automóvil y a su sistema eléctrico como fuentes de energía.

Este paradigma de consumo energético y del incremento de la contaminación ambiental, por el

funcionamiento del A/C, está presente en todas partes del mundo donde haya un automóvil.

“En el año 2007, a nivel mundial el consumo de energía primaria por tipo estaba determinado de la siguiente manera: petróleo 35.6%, carbón 28.5%, gas natural 23.8%, hidroenergía 6.4% y nucleenergía 5.6% respectivamente” (Domínguez, 2009). De estos porcentajes podemos concluir que dependemos en gran medida de las energías no renovables para desarrollarnos en la vida diaria de manera plena, utilizando artículos, maquinaria y demás objetos que necesitamos para trabajar, comer y transportarnos. El uso del sistema del aire acondicionado automotriz contribuye a ésta dependencia.

Para lograr una máxima eficacia se recomienda que al estar en funcionamiento no se bajen las ventanillas del automóvil debido a que esto obliga a utilizar mayor potencia de dicho sistema para poder correr el A/C dentro del vehículo, además de que el viento que entra al automóvil, aumenta la resistencia del desplazamiento del vehículo con el consecuente incremento del consumo de combustible por parte del motor.

El uso de cualquier sistema de aire acondicionado automotriz aumenta la carga en el motor del vehículo, lo cual a su vez genera consumo de combustible. Los Laboratorios Nacionales de Renovación de Energía (NREL, por sus siglas en inglés), consideran que los sistemas tradicionales de aire acondicionado equivalen al cinco por ciento anual en el uso de combustible del vehículo en los Estados Unidos, y tres por ciento en Europa y Japón (Redacción Tips, 2009).

La realidad es que los consumos adicionales de combustible provocados por el uso del A/C, estarán determinados por factores como la presión atmosférica; que está relacionada con la altura de la ciudad en la que se desarrolla la prueba.

A nivel del mar, para un motor común es más fácil conseguir el oxígeno suficiente para generar la explosión del combustible fósil y transformarlo en movimiento. A una altura como la que caracteriza a la ciudad de Toluca, es más difícil conseguir el objetivo, lo que se traduce en disminución de potencia demandando mayor consumo de combustible para compensar la pérdida. Esta misma condición puede afectar el ejercicio del A/C y determinar su desempeño.

El Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), estima que para finales del próximo año (2010) circularan por el país 24.5 millones de automóviles.

Los vehículos que funcionan a base de combustibles fósiles, favorecen considerablemente a la contaminación del aire mediante la emisión de Ozono, NO_x y CO₂ entre otros agentes. La gravedad de los niveles de contaminación del aire, ha llegado a límites que ocasionan problemas de salud como irritación de los ojos, trastornos en el sistema respiratorio e incremento de la propensión a contraer enfermedades pulmonares. *“A determinado nivel de concentración y después de cierto tiempo de exposición, ciertos contaminantes del aire son sumamente peligrosos y pueden causar serios trastornos e incluso la muerte” (Aguilar, 2006).*

En respuesta a la gravedad de la contaminación ambiental, la industria automotriz debe desarrollar alternativas energéticas que alcancen niveles óptimos de aprovechamiento a un costo razonable; en tanto los combustibles fósiles continúen siendo el carburante predilecto de los automóviles, la razón de disminuir el consumo energético que requiere un automóvil para su funcionamiento, se incrementa.

De los sistemas que integran el automóvil, el sistema del aire acondicionado será parte de nuestro caso de estudio debido a que absorbe por lo menos: de un 3 a un 5% de la energía del mismo automóvil para poder funcionar.

1.7 Aportaciones de la biomímica, la aerodinámica y la sustentabilidad (Definición de la Investigación)

La presente investigación se define como el estudio de los factores que la biomímica, la aerodinámica y la sustentabilidad, aportan para lograr la disminución del consumo de combustible en el automóvil, aplicando dichas contribuciones en la regulación de la temperatura de los pasajeros que ocupan dicho espacio, teniendo la posibilidad de hacer un uso sustentable de la regulación de la temperatura. Así, podría ubicarse a este medio de transporte en un contexto más cercano al ideal de sustentabilidad, no solo en la concepción del mismo, también en su uso.

2. Biomímica

“La biomímica es la ciencia y arte de emular las mejores ideas de la naturaleza biológica para resolver problemas humanos” (Biomimicry Institute, 2009).

La Biomímica o Biomímesis

“presenta una era basada no en lo que podemos extraer de los organismos y sus ecosistemas, sino en lo que podemos aprender de ellos. Este enfoque difiere enormemente de la bio-utilización, que supone cosechar un producto o productor como, por ejemplo, cortar madera para hacer pavimentos o recolectar plantas medicinales” (Benyus; 2008).

El estudio de esta ciencia ha realizado aportes importantes para la solución de problemas de la vida cotidiana del ser humano, tomando como referencia lo que algunos animales, plantas y otro tipo de organismos implementan para la satisfacción de sus necesidades. Algunos edificios inteligentes han resuelto los problemas del aire acondicionado basándose en la estructura de los termiteros, que sin tener un sistema de aire acondicionado artificial, proveen de este sistema al interior de su lugar de residencia, permitiéndose un desarrollo adecuado.

BIOMÍMICA

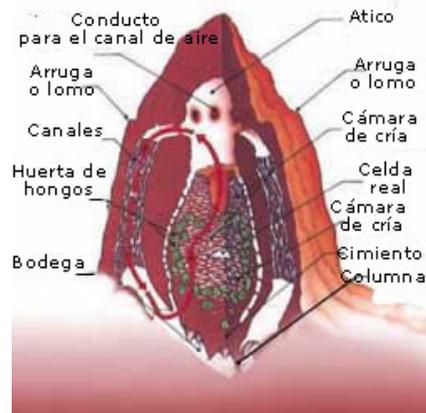


Imagen 1. Estructura de un termitero. Las termitas mantienen distintas temperaturas en las diferentes partes del nido e instalan acondicionadores de aire, humidificadores y ventiladores. El aire circulante varía la temperatura y el contenido de dióxido de carbono según el área que atravesase y pueden existir hasta tres zonas con condiciones diferentes: A: 30°C -- 2.7% CO₂, B: 25°C -- 2.7% CO₂, C: 24°C -- 0.8% CO₂.



Imagen 2. Edificio Eastgate, Zimbawe. El sistema de ventilación del edificio se basa en los montículos de las termitas Macrotermes Michaelsoni, que mantienen estable la temperatura interior de sus nidos a pesar de las variaciones térmicas extremas del exterior

2.1 Biomímica aplicada en la Industria Automotriz

En el sector automotriz, diversas organizaciones y empresas investigan algunos de las maravillas de la naturaleza, buscando resultados aplicables a problemas relevantes. Mercedes Benz ha presentado el modelo de un vehículo bajo un

...nuevo concepto para examinar el gran potencial del estudio de las funciones, características y fenómenos observados en los seres vivos, a fin de aplicar esos conocimientos en la idealización de nuevas técnicas en la construcción de autos...En este sentido, la empresa ha logrado resultados notables en el consumo de combustible y las emisiones, con una combinación de moderna tecnología de motores diesel y métodos innovadores de control de los gases de escape... el llamado pez cofre; que si bien su cuerpo es el cubo de una caja, presenta líneas que le permiten un extraordinario

BIOMÍMICA

fluido, por lo tanto representa un ideal aerodinámico. Con un modelo de precisión fabricado bajo la inspiración de este pez... los ingenieros en Stuttgart pudieron alcanzar un coeficiente aerodinámico de sólo 0,06 en el túnel de viento (Daimler Chrysler. 2009)



Imagen 3. Bionic Car Daimler Chrysler

Además de permitirnos un automóvil más eficiente en el aprovechamiento de energía, la biomímica puede conducirnos a encontrar una alternativa de solución a la problemática que representa la acumulación de calor en el interior de éste.

2.1.1 Biomímica para la regulación de temperatura

Bajo los efectos del sol y con el trabajo que desempeña un automóvil, éste genera calor que es transmitido al interior de la cabina. Para que los ocupantes puedan permanecer cómodos, es necesario que la temperatura de este espacio se mantenga en un rango de entre los 19 y los 24 grados Centígrados (°C), siempre y cuando no existan factores que puedan alterar la influencia de estas temperaturas sobre el cuerpo humano. Es decir, si nosotros permanecemos dentro del automóvil a una

temperatura de 24 °C sin estar expuestos a la luz del sol, podremos mantenernos cómodos sin necesidad de accionar el aire acondicionado. Pero si el sol entra por una de las ventanillas y esta luz toca nuestro cuerpo, los efectos de esta radiación se sienten con mayor prontitud y tendremos la necesidad de bajar la ventanilla o activar el Aire Acondicionado (A/C). A esta condición se agrega la radiación y conducción del calor que se tiene en la carrocería del vehículo y que entra al habitáculo por el hecho de estar expuesto al calor del sol.

Para tener un mejor fundamento de la aplicación de la biomímica en la termorregulación del interior del automóvil, a continuación se describe cómo algunos seres vivos regulan su temperatura. El cuerpo humano es ejemplo termorregulación al tiempo que es parte de nuestro objeto de estudio.

2.1.2 Regulación de temperatura en el ser humano

Para que el cuerpo humano pueda cumplir correctamente con todas sus funciones, la temperatura del organismo debe ser la adecuada. Para éste fin a través del ejercicio, de la ingesta de alimentos y en general por el funcionamiento mismo del cuerpo, se genera calor. Cuando éste es excedido,

“El calor es perdido por el cuerpo por radiación, conducción y vaporización del agua en las vías respiratorias y en la piel...las funciones normales del cuerpo dependen de una temperatura relativamente constante... En los vertebrados han

BIOMÍMICA

aparecido mecanismos para mantener la temperatura del cuerpo por ajuste de la producción y pérdida de calor" (Ganon;, 1988: 208) .

La temperatura corporal media es de 37°C, pero esta cifra puede variar de un individuo a otro. Debido a que diversos factores afectan la medición. El ser humano presenta variedad de temperaturas dependiendo de la parte del cuerpo donde estas sean tomadas. Por ejemplo, la temperatura rectal que es más característica de la temperatura interna del cuerpo suele ser .5°C más elevada que la temperatura bucal. Debido a que esta segunda está expuesta a factores que intervienen en la disminución de estos valores; como el medio ambiente, la ingesta de alimentos o la respiración.

Cuando el cuerpo es sometido a actividad física *"el calor producido por la contracción muscular se acumula en el cuerpo y la temperatura rectal normalmente sube hasta los 40°C. Esta elevación es debida en parte a la incapacidad de los mecanismos disipadores de calor para enfrentarse a la cantidad grandemente incrementada de calor que es producida" (Ganong, 1988: 209).*

2.1.2.1 Pérdida de calor en el ser humano

El cuerpo humano puede perder calor por conducción, radiación y convección. Cuando se está en contacto con un cuerpo que posee una temperatura menor a la de nuestro organismo, éste último le transfiere el calor al otro, esto es la conducción. Cuando el aire del ambiente

BIOMÍMICA

que está en contacto con nuestro cuerpo tiene una temperatura inferior, también disminuye nuestra temperatura, a esto se le conoce como pérdida de calor por convección debido al intercambio de moléculas de aire caliente de nuestro cuerpo con las frías del medio ambiente. La pérdida de calor por radiación consiste en transmitir el calor de un cuerpo a otro sin que éstos estén en contacto, esto ocurre si estamos cerca de un cuerpo con una temperatura inferior a la nuestra.

El sudor también contribuye a la pérdida de calor. Cuando nuestro cuerpo excede su temperatura, pequeñas gotas de agua salen a través de los poros de la piel. Aquí suceden dos acontecimientos: a) al sacar masa caliente de un cuerpo, se pierde calor, b) El sudor al estar en contacto con el ambiente, se evapora refrigerando a nuestro cuerpo.

Imagen 4. Al entrar en contacto con el ambiente, el sudor ayuda a disminuir la temperatura corporal tanto por contacto como por evaporación.



En un día húmedo es más difícil lograr esta evaporación y tendemos a sentirnos más acalorados que en un día seco, a pesar de que la temperatura del ambiente sea la misma.

"...La vaporización de 1g de agua necesita cerca de .6 kcal. Cierta cantidad de agua es vaporizada en todo tiempo. Esta pérdida insensible de agua alcanza 50ml/h en el humano. Cuando aumenta la secreción de sudor, el grado en el cual se evapora depende de la humedad

BIOMÍMICA

del ambiente...Durante el ejercicio muscular, en un ambiente caliente, la secreción de sudor alcanza cifras tal altas como 1,600 ml/h y en una atmosfera seca la mayor parte de este sudor se evapora...Según se acerca la temperatura ambiente corporal, las pérdidas por radiación declinan y aumentan las perdidas por vaporización" (Ganong, 1988: 210).

MECANISMOS REGULADORES DE LA TEMPERATURA			
Mecanismos activados por el frío		Mecanismos activados por el calor	
Tiritar	Incrementa la producción de calor.	Vasodilatación cutánea	Incrementa la pérdida de calor
Hambre		Sudoración	
Incremento de la actividad voluntaria		Incremento de la Respiración	
Incremento de la secreción de noradrenalina y adrenalina		Anorexia	Disminuye la producción de calor
Vasoconstricción cutánea	Disminuye la pérdida de calor	Apatía e inercia	
Enroscamiento			
Piloerección			

Tabla 1. Mecanismos reguladores de la temperatura. (Ganong, 1988: 210).

El cuerpo humano utiliza mecanismos fisiológicos como los anteriormente descritos para poder regular su temperatura y estos son auxiliados con mecanismos conductuales. Estos últimos pueden ser: elegir el lugar de permanencia; posiciones corporales: enroscar el cuerpo cuando se ocupa una cama fría o extenderse y evitar el movimiento cuando hace calor; o acercarse a fuentes de calor o frío: *el ser humano utiliza ambos mecanismos, por esta condición es catalogado como "Homeotérmico, los animales que solo utilizan mecanismos conductuales para la regulación de temperatura son llamados poiquiloterms* (Díaz, 1994: 87).



Imagen 5. La posición fetal permite conservar el calor. Por el contrario, si extendemos nuestro cuerpo, perdemos calor.

2.1.3 La hoja (regulación de su temperatura)

Las hojas de las plantas y árboles son importantes para estos vegetales. En ellas se llevan a cabo tres funciones fundamentales: respiración, transpiración y fotosíntesis.

A través de la respiración y la transpiración, los vegetales intercambian oxígeno por bióxido de carbono que es necesario para llevar a cabo el proceso de fotosíntesis.

Cuando la hoja transpira saca de ella un poco de agua en forma de vapor, ésta puede servirle para refrigerarse debido a que parte del calor de un organismo se pierde cuando se expulsa una masa de ella. A su vez cuando el H_2O entra en contacto con la superficie de la hoja y ésta con el aire del ambiente, se potencializa la refrigeración. De manera similar a como ocurre con el sudor del ser humano.

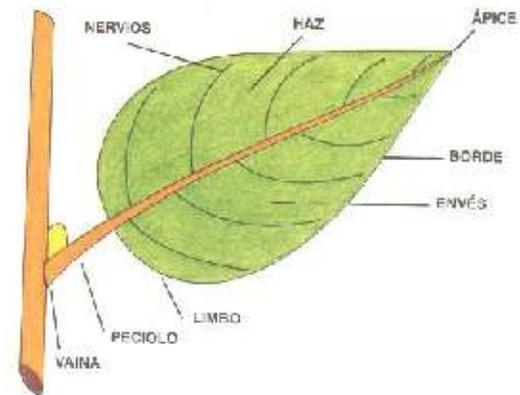
El agua llega a todo el cuerpo de la hoja por medio de su sistema vascular,

“en la hoja entran varios rastros foliares que pueden continuar paralelos a lo largo de toda la

BIOMÍMICA

hoja o ramificarse. El conjunto de estas estructuras vasculares se denomina venación y puede ponerse de manifiesto mediante una delicada maceración. Cada vena o nervio es el haz vascular con sus tejidos protectores (venas pequeñas) o un grupo de haces vasculares (grandes venas)"(Paniagua, 1993: 735).

Imagen 6. La hoja presenta una vena principal que alimenta a otras, además de servir como refuerzo de su propia estructura.



El agua y los nutrientes llegan hasta las hojas por el tallo por medio de un conjunto de vasos que reciben el nombre de xilema. Este se ubica en la parte interior del tallo. Una vez el xilema se comunica con la hoja, el agua es distribuida a través del sistema vascular. El desarrollo de este sistema varía de acuerdo a la especie de que se trate, pero en general existe una o varias venas principales que alimentan a otras más pequeñas y así sucesivamente.



Imagen 7. Sistema Vascular de la hoja.

BIOMÍMICA

“Las grandes venas que penetran se ramifican...De ella se van separando grandes ramas hacia los lados que se anastomosan entre sí. La vena central y estas grandes ramas forman resaltes en el envés de la hoja denominados costillas. Además, se forman toda una serie de ramificaciones menores que unen la vena principal y las grandes venas...”(Paniagua, 1993: 736).

Es de llamar la atención que las hojas de las especies conocidas tienen su sistema vascular en el envés y que el xilema se ubica en la parte interna del tallo de las plantas. Curiosamente es por estos conductos por donde el agua circula y están alejados en lo posible del calor del sol. Así mismo, el intercambio de oxígeno por bióxido de carbono se da en el envés de la hoja.

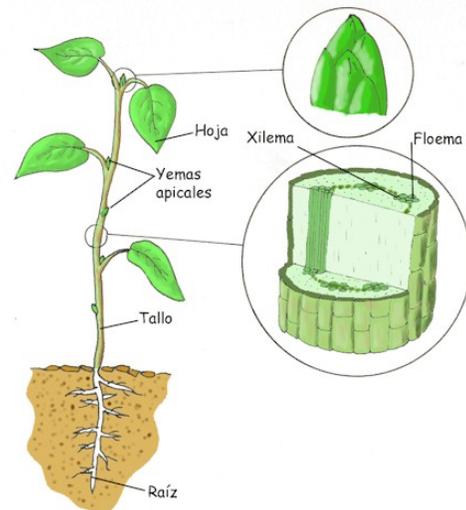


Imagen 8. El Xilema es el tejido de las plantas vasculares que transporta agua y minerales de una parte de la planta a otra.



Imagen 9. El envés de las hojas se distingue por alojar al sistema vascular.

2.1.3.1 La hoja y las plantas

Las hojas además de ser parte importante para los vegetales por llevar a cabo dentro de su estructura el proceso de la fotosíntesis, sirve para dar sombra a la parte baja de las plantas.

En un vegetal pequeño, las hojas dan sombra al piso donde se ubica el agua que lo nutre. El piso al no estar expuesto al calor del sol mantiene la humedad por mayor tiempo.

En los vegetales grandes como los arboles, además de dar sombra al suelo, ayudan a mantener fresco el aire que se encuentra a su alrededor.



Imagen 10. Copa de árbol.

BIOMÍMICA

El ambiente que se encuentra bajo la sombra de un árbol es fresco, puesto que no está expuesto al calor y luz del sol directos, del mismo modo no hay radiación del suelo que pudiera calentarlo, siempre y cuando el sol este en posición cenital y la sombra del árbol se ubique exactamente debajo de él.



Imagen 11. El sol cenital ocasiona que la base de los objetos coincida con la sombra de los mismos.

El aire que pudiera considerarse de temperatura tibia, no puede quedar atrapado entre los árboles debido a que éstos presentan distintos niveles entre sus ramas, y eso permite al aire subir a la copa del árbol y salir de él.

2.1.3.2 Sistema mecánico de las hojas (aerodinámica de las hojas)

“En general, el sistema de haces vasculares que forma la nervadura es suficiente para dar consistencia a la hoja...En otras plantas los nervios corren paralelos a los bordes y comunican resistencia contra la laceración. La división de la hoja en lacinias (típica de las palmas) se considera muy útil para su resistencia. Por acción del viento las hojas amplias se desgarran...” (Paniagua, 1993: 738).

BIOMÍMICA



Imagen 12. Hoja de palma.

La disposición que tiene la hoja gracias a su sistema vascular, le da resistencia a su estructura. Los vasos, sobre todo los más grandes que están distribuidos por el cuerpo de la hoja, sirven para que ésta pueda resistir los embates del viento. Curiosamente la parte inferior de la mayoría de las hojas, que es por donde éstas se sujetan al resto de la planta, tiene una forma redondeada, como si hubieran sido diseñadas aerodinámicamente. La longitud del pecíolo de la hoja, es lo suficientemente largo como para permitir que en un fuerte viento, ésta pueda girar y recibir el aire desde su punto más fuerte.

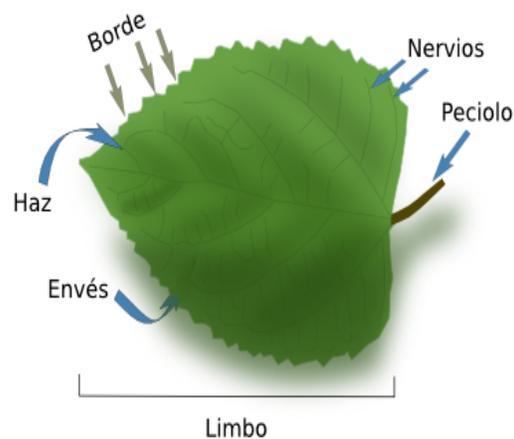


Imagen 13. El pecíolo aprueba que la hoja tome una posición que le permita resistir el embate del viento.

2.1.4 Regulación de la temperatura del planeta a través del agua: El agua y sus propiedades térmicas.

“El agua es el líquido que tiene una de las más altas capacidades caloríficas. La capacidad calorífica, en términos de calor específico, es la cantidad de calor, en calorías o joules, que se requiere para elevar la temperatura de un gramo de sustancia un grado centígrado. La unidad estándar de calor, la caloría, es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de 14.5 a 15.5 °C. Una caloría equivale a 4.185 joules, la unidad ahora recomendada por la National Bureau of Standards para expresar las energías térmicas” (Wilson, 1985: 72).

El agua tiene grandes propiedades térmicas que son aprovechadas en nuestro planeta para regular su temperatura. Durante el día el calor del sol es absorbido por las grandes masas de agua dispuestas en el planeta que debido a sus grandes concentraciones, se calientan poco. Cuanto más grande sea la cantidad de agua, mayor energía se necesitara para modificar su temperatura. Por la noche estas masas devuelven el calor a la atmósfera, manteniendo una temperatura relativamente mayor a la que se tendría en el ambiente. De no existir este mecanismo las temperaturas nocturnas en el planeta serían más frías.

Imagen 14. Durante la noche, las grandes masas de agua de nuestro planeta, liberan el calor acumulado por el día, contribuyendo a regular la temperatura nocturna.



BIOMÍMICA

Al igual que para el planeta, el agua ayuda a regular la temperatura del cuerpo humano por medio del sudor. Cuando la temperatura corporal se eleva y sale de control, se utiliza agua fría para disminuirla. Algunas pruebas demuestran que al entrar en contacto el agua fría con el cuerpo humano, la temperatura disminuye rápidamente.

“Un hombre de 65 Kg de peso produce diariamente cerca de 2000 kcal...Dado que el cuerpo del hombre y otros animales está compuesto principalmente de agua, se evita que el calor metabólico origine un aumento considerable en la temperatura corporal, y el agua, con su gran calor específico actúa como un depósito para el calor hasta que este pueda ser eliminado. Un total de 2000 kcal es suficiente para elevar la temperatura de otros líquidos de volumen similar de 50 a 100 °C” (Wilson, 1985: 73).

En el ambiente deportivo es muy común un fenómeno denominado golpe de calor. El ejercicio intenso, los uniformes y los rayos del sol contribuyen a elevar la temperatura por arriba de los 41 °C por periodos mayores a 15 minutos. Esto ocasiona desmayos en el individuo y es necesario disminuir esa temperatura rápidamente. Para ello se necesita sumergir al individuo en agua fría, de no ser posible rociar agua fría sobre el cuerpo puede ayudar. Al interior del automóvil, la temperatura durante un día soleado puede subir tanto hasta llegar a los 70 C°, lo que provocaría en poco tiempo el comienzo de la deshidratación de una persona que no puede refrescarse rociando agua sobre su cuerpo por la incomodidad que pasaría.

BIOMÍMICA

“En el año 24 A.C. los soldados romanos que sufrían de insolación fueron instruidos para beber aceite de olivo y vino mientras frotaban líquidos en su cuerpo” (Jarco, 1967). Existen muchos métodos para enfriar el cuerpo, pero la evidencia actual apoya firmemente el uso de agua fría (Casa, 2007).

2.1.5 Termorregulación en animales

El correcto funcionamiento de los organismos animales se debe a procesos químicos y físicos sensibles a los cambios de temperatura. Una disminución de ésta, significa una baja en las funciones metabólicas, por el contrario, un aumento de temperatura desnaturaliza las proteínas pudiendo tener consecuencias desastrosas. Por ello es importante la termorregulación, y para lograrlo, los animales utilizan diversas estrategias.

Los poiquilotermos (animales de sangre fría), son denominados de esta forma gracias a que no pueden regular su temperatura mediante mecanismos propios. Los cocodrilos por ejemplo, para calentarse utilizan la luz del sol, una vez que han logrado la temperatura adecuada buscan la sombra para protegerse del calor.



Imagen 15. Lagarto buscando bajar su temperatura mediante la convección de aire frío y caliente al contacto con su paladar y lengua.

BIOMÍMICA

Los mamíferos son homeotermos, esto indica que poseen mecanismos propios para la regulación de la temperatura corporal a pesar de los cambios de temperatura del ambiente. De esta manera se incrementa la posibilidad de vivir en ambientes distintos. Pero aquellos que viven en ambientes fríos deben pagar un precio por mantenerse activos: el incremento de su metabolismo, lo que significa consumir una gran cantidad de energía, difícil de mantener sin comida suficiente.

Imagen 16. Rotando su posición cuando se encuentra en grandes grupos, el Pingüino resiste temperaturas de hasta 70 grados bajo cero.



Imagen 17. El Zorro Ártico posee extremidades más pequeñas, ello le permite perder menos calor.

La entrada de calor al cuerpo proviene del exterior y del metabolismo. Una vez ingerido el alimento, se produce calor en todas las etapas del proceso metabólico. Con el tiempo, toda la energía alimentaria se convierte en calor, que se disipa hacia el medio ambiente y se irradia al espacio...Los animales obtienen calor del entorno cuando la temperatura de éste excede a la del cuerpo y cuando se exponen a fuentes de calor radiante. Esto último ocurre cuando el animal se expone a la luz solar o se coloca cerca

BIOMÍMICA

de objetos sólidos más calientes que su cuerpo. El calor se pierde por radiación desde la superficie corporal hacia un objeto más frío; por convección al calentarse el aire o el agua que los rodea; por evaporación de las secreciones respiratorias, sudoración o saliva, y por conducción hacia superficies más frías con las que el animal se encuentra en contacto. Una pequeña cantidad de calor también se pierde con la orina y las heces (Cunningham, 2003: 534).

Cuando se calienta el aire o el agua que están en contacto con la superficie del animal, estos tienden a alejarse para calentar otra cantidad igual, lo cual obliga al animal a mantenerse activo cuando ésta pérdida de calor es considerable. Cuanto mayor sea la diferencia de temperaturas entre el cuerpo del animal y el ambiente en el que se desenvuelve, mayor será la pérdida de calor. Este proceso se llama convección. Debido a que la piel expuesta al medio ambiente contribuye a la pérdida de calor por convección, algunos animales emplean gruesas capas de grasa o de pelo para aislarse.

Al aumentar el flujo sanguíneo de la piel aumenta la temperatura cutánea y, por tanto, la pérdida de calor, mientras que la reducción del flujo la disminuye. El pelo atrapa el aire e impide la convección. El grosor de la capa de pelo puede alterarse con la piloerección (elevación del pelo) y con el crecimiento de una capa más gruesa de pelo al prepararse para el invierno. La capa gruesa de grasa en los mamíferos marítimos también ofrece un aislamiento. La reducción de la superficie corporal expuesta al enrollarse el animal como una pelota o al amontonarse con otros, también disminuye la pérdida de calor por convección (Cunningham, 2003: 535).

BIOMÍMICA

Imagen 18. En los animales, el pelo puede ayudar a mantener la temperatura adecuada protegiendo la piel de los rayos del sol y del frío de la noche atrapando pequeñas capas de aire entre ellos.



La alteración de la temperatura por conducción, se da al estar en contacto con una superficie que posee una temperatura mayor o menor que la del cuerpo del animal. Los animales adultos difícilmente alteran su temperatura por este método, debido a que es muy raro que se echen sobre superficies muy frías o muy calientes, aunque esto no quiere decir que no suceda.

Por último, la alteración de la temperatura por radiación, se da cuando el animal está cerca de alguna fuente de calor y este es absorbido en su cuerpo. Del mismo modo el cuerpo en cuestión puede perder calor al radiar su energía calórica a un objeto que posee una temperatura inferior.

La pérdida de calor por evaporación se produce cuando los líquidos que contiene el animal (sudor, saliva, secreciones) se convierten en vapor.

BIOMÍMICA



Imagen 19. Mediante el jadeo, los animales pierden calor cuando el aire entra en contacto con sus lenguas y paladar. Al tirar gotas de saliva, una parte del calor corporal también es perdido.

La evaporación de 1 litro de agua requiere 580 kilocalorías (kcal). Si el cuerpo proporciona este calor, la evaporación puede ser una forma importante de perderlo mediante la difusión continua de agua a través de la piel y la pérdida de vapor de agua por el tracto respiratorio. Esta pérdida de agua es obligatoria, aunque bajo condiciones de estrés térmico puede aumentar mucho el enfriamiento por evaporación, ya que se activan las glándulas sudoríparas o el animal empieza a jadear. La evaporación es más importante a medida que la temperatura ambiente se acerca a la corporal, ya que es la única forma de perder calor cuando la temperatura ambiental supera a la del cuerpo. Su eficacia se reduce con el aumento de la humedad relativa, esto es, a medida que el aire se empieza a saturar de vapor de agua (Cunningham, 2003).

Debido a que los tejidos no son buenos conductores, la transferencia de calor en el cuerpo de los animales no se lleva a cabo a través de éstos. La sangre es la encargada de llevar calor al resto del cuerpo, teniendo prioridad los órganos principales como el cerebro. Cuando la temperatura del cuerpo es elevada, el animal lleva más sangre a los lechos vasculares dérmicos, es decir, a los conductos que están más próximos al exterior, lo cual ocasiona una refrigeración en la sangre, por consecuencia en el cuerpo. En situaciones de frío el efecto es el contrario,

los vasos sanguíneos próximos a la piel, disminuyen su tamaño llevando una menor cantidad de sangre para no perder calor.

Los animales no presentan una constante en la temperatura de todas las partes que componen su cuerpo, cuanto más importante sea algún órgano, mayor será la prioridad para mantenerlo a la temperatura correcta, cuanto más próximo esté de la superficie de contacto y el exterior, más baja será la temperatura. Por este motivo los órganos principales siempre están protegidos con capas de grasa, tejido y una mayor distancia que los separa de la parte superficial del cuerpo.

2.1.5.1 Regulación de la temperatura corporal en el camello.

El clima extremo del desierto ha modelado anatómicamente y fisiológicamente a un animal que no consigue sobrevivir sin las condiciones que su medio natural le proporciona.

El camello, animal del cual su domesticación se podría mencionar como la más importante en la historia de la humanidad por los enormes beneficios que le ha determinado al hombre, ha sido empleado como el único animal de carga y medio de transporte en el desierto, permitiendo expandir las expectativas de desarrollo del ser humano accediéndole su trabajo y montura; leche y carne; pieles y pelo para confeccionar prendas de vestir que sirven para protección del viento y del calor desérticos.

BIOMÍMICA

Al caminar el camello apoya en el suelo sus largas extremidades que terminan en dos dedos cubiertos por un cojinete elástico, éste le ayuda a disminuir el desgaste contra la arena al tiempo que le sirve de protección contra el enorme calor que irradia el suelo desértico. Dichos cojinetes forman una única y gran superficie de apoyo que sirve para disminuir la cantidad de peso que recae sobre la extremidad, evitando así el hundimiento en la arena.

Esta cualidad le permite al camello desplazarse por grandes distancias sin consumir tanta energía y sin un aparente desgaste físico.

*No es fácil hacer la historia del camello. En los desiertos de Gobi vivieron hasta hace poco, y quizá existan aún en la actualidad, los últimos camellos salvajes (*Camelus bactrianus*) del mundo, ya que, según parece los que aún vagan por aquellas soledades no son sino individuos cimarrones, es decir, animales en tiempos domesticados y hoy vueltos a la libertad. La otra especie de camellos, el dromedario o camello de Arabia (*Camelus dromedarius*), sólo se conoce doméstica, y faltan incluso datos fehacientes de la época en que vivía en estado salvaje. La diferencia más notable entre ambas especies es que el dromedario tiene una sola joroba, en tanto el camello de Asia Central posee dos, pero su fisiología es semejante y los conocimientos adquiridos en el estudio de uno pueden, sin duda, aplicarse al otro (Rodriguez, 1985:75).*

El suborden de los tilópodos comprende actualmente el camello asiático, el dromedario del África del norte y Medio Oriente y las llamas de los Andes (guanaco, vicuña y las formas domésticas, llama y alpaca). El centro de evolución de los tilópodos fue América Septentrional, donde hoy día, ya no existen. De Norteamérica se difundieron, a fines de la era terciaria, por Asia y de allí al África...Los restos

BIOMÍMICA

fósiles más primitivos que existen de un animal similar a un camélido, son los de un ungulado de pequeñas dimensiones...cuya edad se remonta a los 50-60 millones de años o más (Nueva enciclopedia, 1985:147).

El camello alcanza un largo de 220-345 cm de la punta de la nariz al nacimiento de la cola, una altura de 190-230 cm y un peso de los 400-650 kg.

Cuando las fuertes tempestades de arena se hacen presentes, el ser humano debe cubrirse con pieles para disminuir los efectos del mal tiempo y aún así puede resultar afectado.

Imagen 20. Las largas extremidades del camello, le ayudan a mantenerse alejado del piso al tiempo que incrementan la superficie expuesta al sol incrementando la pérdida de calor por exposición.



El camello es un animal que se enfrenta a las mismas condiciones de vida extrema en el desierto, pero ha desarrollado mecanismos para soportarla. Para evitar que penetre arena; sus orejas son pequeñas y peludas, la nariz se puede cerrar completamente a voluntad en caso de un gran contenido de arena en el aire y sus ojos se protegen con largas pestañas. Pero tal vez las adaptaciones más notables son las que le permiten regular su temperatura corporal.

Las largas patas y el desmesurado cuello del camello tienen por misión no sólo levantarlo

BIOMÍMICA

mucho por encima del suelo y poder alcanzar así más lejos con la vista y el resto de los sentidos, sino, sobre todo, aumentar la superficie de su cuerpo y ganar en posibilidades de refrigeración. Éstas aumentan, además por el hecho de que el camello, en lugar de disponer, como otros mamíferos, de una capa de grasa uniformemente repartida bajo la dermis, que impide la irradiación del calor corporal, es dueño de un depósito donde almacenar esa grasa –la giba-, con lo cual los tejidos del resto del cuerpo quedan directamente en contacto con la piel y pueden así ser refrigerados por el aire ambiental. Gracias a estas disposiciones automáticas y morfológicas, la pérdida de calor interno es considerable en los camellos, pero es menester también hacer notar que la capa de lanilla que cubre al dromedario –mucho más que el largo pelo que luce en algunas partes de su cuerpo el camello bactriano, animal que además que el calor debe sufrir los rigores invernales- da asiento a una capa de aire que evita la directa llegada de los ardientes rayos solares a la epidermis del animal (Rodríguez, 1985: 80)

Contrario a lo que se creé, el pelo sirve para aislar el cuerpo del camélido del sofocante calor ambiental, pero debe conservarse el equilibrio tan delicado entre la cantidad de pelo y el desempeño de las demás funciones que tiene el camello para refrigerarse.



Imagen 21. El pelo del camello es de distintas longitudes de tal manera que los más largos dan sombra a otros pequeños que están en contacto directo con la piel del animal.

“Todos los animales llamados de sangre caliente deben mantener cierta constancia en su medio interno, constancia que afecta también, naturalmente, a la temperatura. Por eso, cuando el ardor del sol es excesivo, unos jadean y otros sudan, haciendo descender su temperatura

BIOMÍMICA

corporal por evaporación de agua, y los hay que reducen al máximo sus actividades para evitar así la producción de calor (Rodríguez, 1985:80)",

Pero contrario a lo que se pudiera pensar, los camellos no pueden jadear o sudar, y es que estos mecanismos potencializarían la deshidratación del animal. El agua contenida en su cuerpo en un clima tan extremo, es su mayor tesoro. La no sudoración es compensada en el cuerpo del animal por la capacidad de soportar elevadas temperaturas.

El pelo de la joroba protege al animal de los rayos solares. Es más largo y más tupido en el cuerpo durante el invierno, mientras que es corto y limitado solamente a algunas partes del cuerpo durante el verano. La temperatura del cuerpo puede pasar de los 34°C nocturnos hasta los 40°C diurnos lo que constituye un importante factor de regulación del calor (Nueva Enciclopedia, 1985:149).

El camello es capaz de apenas alimentarse en más de cien kilómetros en un solo día y de andar varios días sin tomar un solo sorbo de agua, tomando de los tejidos de su cuerpo el líquido que requiere, pudiendo llegar a perder hasta la cuarta parte de su peso por el consumo de éste. Cuando el camello tiene necesidad de beber agua después de varios días de no probarla, no es porque el requerimiento del líquido esté comenzando, si no porque su sed ya es bastante fuerte y en un solo día es capaz de beber hasta 180 litros.

Diversos narradores aseguraban hasta hace poco que estos animales almacenaban agua – bien en el estomago, bien en la joroba- y que muchos exploradores se habían salvado de una muerte cierta en el desierto matando a sus

BIOMÍMICA

camellos y bebiendo el precioso líquido que atesoraban en su interior. En serios trabajos científicos se han publicado dibujos de las bolsas del estómago en donde el agua era almacenada, e incluso en importantes libros de consulta y enciclopedias zoológicas figuraba este hecho como cierto. Sin embargo, nada hay más lejos de la verdad. Schmidt-Nielsen demostró en 1953-1954, trabajando con dromedarios en el Sahara, que tales receptáculos no contienen sino el alimento masticado y semilicuada, y que no hay, en realidad, ningún lugar en donde el agua como tal sea conservada (Rodríguez;1985:81).

Cuando los vegetales están disponibles, el camello puede comerlos para extraer el agua de ellos y producir grandes cantidades de grasa que acumulan en la joroba. Si las condiciones se tornan adversas y no es posible tomar agua y comida, el camello metaboliza la grasa almacenada y otros tejidos orgánicos produciendo hidrógeno que utiliza para formar agua con el oxígeno que respira.

El camello absorbe muy poca agua de su torrente sanguíneo, a diferencia de otros mamíferos y del propio ser humano. Razón por la cual estos últimos no pueden tener la misma capacidad de sobrevivencia que el ungulado, ya que no solo consumen el agua acumulada en su grasa corporal, sino también gran porcentaje del agua contenida en la sangre, lo cual ocasiona que el plasma sanguíneo se torne denso provocando la muerte.

...ocurre que, como caso único entre los mamíferos y las aves, al menos por lo que hoy se conoce, el camello puede soportar, sin menoscabo de su capacidades física, elevación de la temperatura de su sangre de hasta seis y siete grados centígrados, es decir, estados de

fiebre alta a los que otros animales homeotermos quizá no podrían sobrevivir. Naturalmente, pese a que su mecanismo de refrigeración apenas cuenta con el agua, los camellos tienen, como todos los seres vivos, necesidad del líquido elemento, pues forma la mayor parte de sus tejidos orgánicos y es imprescindible para la excreción. Sin embargo, como es sabido por todos, la sobriedad de estos animales en lo que respecta a la bebida es casi mítica (Rodríguez, 1985:81).

Después de días de privaciones el camello ha perdido un porcentaje importante de su peso, pero no parece estar tan afectado. Bastara beber agua hasta saciarse y comer para que su organismo recupere la grasa y reponga totalmente su peso en unos tres días.

La época del año, la humedad del ambiente y la calidad de la vegetación que el camello puede comer, es muy importante para la resistencia de éste animal. En los meses de noviembre – abril, se puede pasar sin beber agua tan sólo comiendo plantas que contienen altos porcentajes del líquido, debido a que es la época más fresca del año. Sin embargo, algunos de estos vegetales, sobre todo los que se ubican en causes secos; por tener altos contenidos de sales no son comestibles, obligando a los camellos a tomar agua con mayor frecuencia.

2.1.5.2 Termorregulación de animales polares

Resulta asombroso que existan animales superiores que se han adaptado a condiciones de vida realmente extrema, donde los hielos son perpetuos y las temperaturas oscilan entre los 20°C y los 70°C bajo cero. Existen dos

BIOMÍMICA

depredadores, uno mucho más grande que otro, pero ambos con capacidades de supervivencia muy bien desarrollados: el oso polar y el zorro ártico. El desierto de hielo es su hogar, ahí difícilmente se encuentran vegetales terrestres que den vida a animales herbívoros, y estos dos campeones carnívoros del clima ártico se las arreglan para vivir.

Imagen 22. Cuando el oso Polar está en contacto con el aire frío, su pelambre es el principal aislante térmico.



El oso polar dispone de una gran selección de especies animales y vegetales de mar que le sirven para nutrirse: algas, focas, restos de ballenas y morsas, belugas y uno que otro pez componen su dieta. El zorro, se conforma con la carroña que el oso le depone sin ocasionar mayor problema a su gran compañero.

...El oso polar surgió durante la última glaciación a partir del oso pardo. En su progresiva adaptación a la vida en los mares helados, perdió la coloración de su piel, que se hizo blanco amarillenta, más gruesa e impermeable; sus garras se acortaron y fortalecieron y, en esta nueva forma, conjuntamente con la adquisición de plantas peludas, constituyeron un buen apoyo en el hielo o la nieve. (Enciclopedia Salvat de la fauna, 1985:106)

2.1.5.2.1 Termorregulación de Oso polar.

BIOMÍMICA

El oso polar es tan grande como el oso pardo, pero con una cabeza menos robusta y el cuello más alargado. Se ha adaptado a una vida donde el ambiente registra temperaturas mínimas que van de los 40°C a los 70°C bajo cero. Considerado como el mayor carnívoro del mundo, llega a pesar entre 150-500 kg, alcanzando algunas ocasiones los 800 kg. *Además de su tamaño, la característica más evidente es el color de su pelambre el que va desde el blanco al blanco-amarillento. Su pelo muy espeso y denso, constituye indudablemente una óptima defensa contra el frío...su largo y espeso pelo lo protege óptimamente del frío; a 10°C o 15°C de temperatura, el oso polar sufre y busca sombra (Nueva Enciclopedia Mamíferos 3, 1985:95).*

Exceptuando la nariz y las almohadillas de sus pies, el pelo cubre la totalidad de su cuerpo, que junto con una gruesa capa de grasa lo aíslan del viento gélido y de las bajas temperaturas del mar. Las patas posteriores del oso son más alargadas que las anteriores, sus orejas y cola son pequeñas, lo cual ayuda al animal a disminuir la pérdida de calor por estas extremidades. Las plantas de los pies están cubiertas de pelo en las callosidades plantares, además de protegerlo contra el frío, ayuda al oso a mantener la adhesión sobre la superficie de hielo.

BIOMÍMICA



Imagen 23. El pelo que el oso tiene en las plantas de los pies, ayuda a mantener el control sobre el hielo mientras el animal camina, al tiempo que sirve como aislante térmico.

De ser necesario, los osos polares pueden nadar sin descanso durante horas, para trasladarse de un trozo de hielo a otro. A parte su constitución, también su piel que repele del agua, y los pies parcialmente palmeados son otras tantas adaptaciones natatorias. Entre los hielos flotantes del ártico, el oso polar está en la cima de la pirámide alimentaria. Ante todo se alimenta de foca odelada. Su segunda presa suele ser la foca barbuda, pero el oso también devora focas pías y de casco, y aprovecha los restos de morsas, belugas, narvales y ballenas. A veces también comen pequeños mamíferos, pájaros, huevos y vegetales, si no encuentran otra cosa. (Salvat, 1985: 101)

Las osas polares se aparean después de los cinco años de edad y se han registrado alumbramientos en hembras de 21 años. Las osas cavan en la nieve su refugio llamado "osera", gestantes buscan el abrigo para dar a luz a sus cachorros.

La mayoría de las veces, las madrigueras son excavadas en la parte superior de una rampa de hielo, a más de 2/3 de altura, con una inclinación de 15-25°...Estos refugios consisten en su mayor parte de una cámara casi circular, con un diámetro de aproximadamente 1.5m y una altura de un m, unida con la superficie externa por medio de un conducto de 2 o 3 m de largo, y con un diámetro de 60-80 cm...El techo de la madriguera tiene generalmente un espesor de 50 cm a un m, pero a menudo pueden ser también de pocos centímetros, o de 3m. En primavera, cuando abandonan el refugio invernal, los osos acostumbran a menudo romper esta cubierta sin

BIOMÍMICA

utilizar la entrada, generalmente orientada a hacia arriba. Así la cámara se encuentra un poco más alta que la entrada; lo que es muy importante para la conservación de una temperatura relativamente alta en la cámara. Datos telemétricos provenientes de la isla Wrangel demuestran que la temperatura interna de estas madrigueras es superior a los 5-8 °C, o a veces hasta 15°C menos que la temperatura externa (Nueva Enciclopedia (mamíferos 3), 1985:99).

Aunque se han llegado a observar hasta 40 osos polares compartiendo un gran botín de comida, este enorme mamífero es solitario, exceptuando a las osas polares que crían a sus cachorros.

El oso polar es capaz de caminar y nadar grandes distancias para alcanzar un lugar donde encontrará comida abundante.

Los osos polares cuyas aptitudes natatorias y buceadoras son asombrosas, se impulsan en el agua con las vigorosas y amplias extremidades anteriores, remolcando las posteriores, mientras avanzan a una velocidad de casi 10 kilómetros por hora. A lo largo de esta actividad mantienen solamente la cabeza fuera del agua, e incluso se sumergen totalmente, asomando para respirar con un ritmo perfecto cuando el mar está muy batido. Tan sorprendente como la velocidad de cruce del oso en sus travesías marinas resultan las grandes distancias que recorre, habiéndose descubierto osos polares a más de trescientos kilómetros de la costa más cercana en un mar desprovisto completamente de témpanos flotantes, hazaña que, indudablemente está relacionada con el hecho de que los osos puedan descansar, e incluso dormir, flotando en el mar. Durante las grandes travesías a nado que efectúan las osas con sus crías, si los oseznos se cansan se instalan sobre el lomo de su madre, que no por ello deja de nadar con su ritmo infatigable. Al salir del agua, los osos polares sacuden su espeso y engrasado pelaje como

BIOMÍMICA

hacen los perros, con los que como Úrsidos que son, están emparentados (Salvat, 1985:106).

La característica más sorprendente del oso es que su pelambre que a simple vista parece blanco o blanco – amarillento, en realidad es transparente y hueco. En su interior, cada pelo contiene una delgada capa de aire y en el espacio existente entre cada pelo sucede lo mismo. Esta adaptación permite al animal mantener la temperatura de su cuerpo muy arriba de la temperatura ambiente que llega a registrar hasta 70 grados bajo cero o más. La piel del oso polar es negra, el pelo transparente refleja el calor del sol sobre la piel, y ésta última por el color oscuro y por ley física se encarga de transmitir el calor ganado al interior del cuerpo del oso. Es así como el animal se mantiene a salvo de las temperaturas gélidas del viento polar.

Imagen 24. Contrario a lo que se creía, el pelo del oso no es blanco, es transparente y hueco. En su interior contiene pequeñas porciones de aire que al calentarse con el sol, e irradiar su calor a la piel negra del oso polar, contribuye a mantener caliente el cuerpo del animal.



2.1.5.2 Termorregulación del Zorro ártico

Existen dos formas de defensa que los animales polares pueden utilizar para protegerse de las bajas temperaturas a las que están expuestos, una es el incremento del metabolismo para producir calor; esta opción requiere de grandes cantidades de alimento, el cual no es fácil de conseguir en dicha región. Otra es el perfeccionamiento del aislamiento para evitar el enfriamiento del cuerpo. El zorro ártico o polar ha optado por perfeccionar esta última.

BIOMÍMICA



Imagen 25. El zorro común tiene orejas largas para perder calor.

Imagen 26. El Zorro ártico posee extremidades más pequeñas, ello le permite disminuir la pérdida de calor durante la exposición de su cuerpo a su medio ambiente.



El aislamiento se consigue principalmente mediante el pelaje y los acúmulos de grasa subcutánea, pero presenta otros muchos aspectos de detalle. Así, por ejemplo, el simple aumento de tamaño disminuye la relación superficie-volumen, por aumentar mucho más rápidamente el segundo, con lo que se hace proporcionalmente menor la superficie de irradiación. También se puede conseguir esta disminución acortando la longitud de las extremidades, y así el zorro ártico tiene cola y patas más cortas que nuestros zorros; pero donde se hace más notable esta reducción es en el tamaño de las orejas, en las que existe una verdadera gradación desde las enormes orejas de los zorros desérticos, como el fenec, que necesita perder mucho calor por irradiación para no conseguir la escasa agua, pasando por las medianas de los zorros rojos, hasta llegar a las pequeñas y redondeadas de los zorros árticos. Mediante los diferenciadísimos mecanismos termorreguladores, los zorros árticos consiguen tan buen aislamiento que, en pelaje invernal,

BIOMÍMICA

puede mantenerse confortable a cincuenta grados bajo cero sin incrementar su metabolismo. Experimentalmente se ha mostrado que sobreviven a temperaturas de 80 grados bajo cero. Otra interesante adaptación de las extremidades de los zorros árticos son sus plantas cubiertas de pelo para facilitar la marcha sobre la nieve y el hielo (Salvat, 1985:111).

Haciendo una comparativa entre el zorro común y el zorro ártico, en éste último es notable la abundancia de pelo, las patas más cortas y orejas donde se observa una completa gradación. Dichas modificaciones fueron hechas para mejorar el aislamiento térmico que evita la pérdida de calor por radiación.

2.2 Aerodinámica para la reducción del consumo de combustible

Cuando se pretende disminuir los consumos de combustible aprovechando al máximo la energía de un motor, un adecuado coeficiente aerodinámico es útil. La resistencia aerodinámica es la fuerza que opone resistencia al desplazamiento de un cuerpo mediante un fluido. Para efectos de esta investigación, nuestro cuerpo es un automóvil y el fluido es el viento.

Los cuerpos sumergidos en una corriente de aire experimentan una fuerza según la dirección de la corriente, que tiende a oponerse al movimiento, es la denominada resistencia aerodinámica. El conocimiento de dicha fuerza resulta de gran interés para diversas aplicaciones, tales como la aerodinámica de cuerpos móviles (aeronaves, automóviles, trenes, barcos, etc. ...es importante porque un adecuado diseño permitirá reducir significativamente la energía necesaria para su movimiento... (Bardera, 2004: 10).

Para que los cuerpos móviles puedan alcanzar su máximo desempeño, debe considerarse el consumo energético que este requiere para moverse.

"La aerodinámica de vehículos ... tiene como misión la reducción de la fuerza de resistencia aerodinámica porque ésta está relacionada con la energía que necesita todo vehículo para moverse en el seno del aire" (Bardera, 2004: 12).

Al momento de generar diseños que contribuyan a disminuir el consumo energético que el cuerpo requiere para su movimiento, la forma de éste juega un papel importante y diversos factores pueden contribuir a lograr el

AERODINÁMICA

objetivo: cuanto menor sea el volumen del cuerpo; menor será la superficie que tenga fricción con el aire, cuanto más bajo sea el perfil de este cuerpo; la resistencia al desplazamiento puede ser menor y la probabilidad de hacer maniobras a altas velocidades sin comprometer demasiado la seguridad de los ocupantes de un automóvil es mayor; debido a que el centro de gravedad está más próximo al piso. De esta manera se reduce la necesidad de frenar el auto al momento de hacer alguna maniobra que para un vehículo común representaría un riesgo elevado.

Imágenes 27 y 28: El porcentaje de utilidades que algunas variables obtienen, puede ir en detrimento de otras; un mayor volumen y peso implica mayor consumo de combustible, un menor volumen del cuerpo puede implicar menor peso de este e incrementar la fuerza de sustentación, es decir; aumenta la fuerza que podría ocasionar que el vehículo se levante del piso. Un buen diseño busca el equilibrio entre las fuerzas de sustentación y las cargas.



“La resistencia aerodinámica está relacionada en gran medida con la forma de los cuerpos, por lo que ésta constituye un aspecto crítico de la fase de diseño, ya que debe ser modificada y ensayada hasta conseguir los resultados perseguidos. Su cálculo resulta muy complejo, por lo que hay que recurrir a medidas experimentales como principal método para la obtención de la resistencia de un perfil o cuerpo determinado” (Bardera, 2004: 10).

AERODINÁMICA

Los automóviles de carreras alcanzan velocidades mayores a los 300 kmph; la potencia del motor, las rápidas maniobras y la velocidad del viento pueden ocasionar que el vehículo se sustente. Para evitar esto se aplica la carga aerodinámica, la cual ayuda al vehículo a mantenerse adherido al suelo.



Imágenes 29 y 30:
Al cuerpo del automóvil se le agregan superficies llamadas alerones, éstas tienen la función de desplazar el viento en una dirección que permita ejercer la fuerza que mantenga al vehículo lo más próximo al piso.

Cuando el vehículo está en movimiento el viento ejerce tres tipos de fuerzas que afectan a éste: A) **Fuerzas Verticales** también llamadas "**FZ**", pueden ser descendentes o ascendentes y generar carga o sustentación respectivamente. Esta fuerza es utilizada para dar mayor adherencia y control al vehículo y se trabaja con ellas en función de los resultados deseados. B) **Fuerzas Frontales** o "**FX**", al moverse un cuerpo el aire choca de frente a éste ocasionando la resistencia al desplazamiento, las FX pueden

AERODINÁMICA

transformarse en “FZ” mediante los alerones. C) **Fuerzas Laterales** conocidas como “FY”, estas fuerzas afectan al automóvil por los costados.

De estas tres fuerzas que perturban de manera directa al automóvil, dos de ellas lo afectan en mayor proporción, las FX y las FZ. A continuación se describe como trabajan las FZ.

2.2.1 Carga aerodinámica

La carga aerodinámica está determinada por las fuerzas FZ (verticales) y FX (frontales). Dicha carga es empleada para aprovechar al máximo las prestaciones de un vehículo de acuerdo al uso que éste tendrá. En un automóvil de competencia (Formula 1) por ejemplo; cuando se corre en una pista con rectas cortas y curvas pronunciadas, la carga aerodinámica se incrementa aumentando el ángulo de inclinación de los alerones, esto se traduce en una mayor transferencia de la tracción del auto a través de las ruedas hacia el asfalto. Lo cual logra que se tenga un mayor control del vehículo al acelerar y frenar, teniendo la posibilidad de pasar más rápido por una curva. Sin embargo se sacrifica la velocidad máxima del auto dado que se incrementa la resistencia aerodinámica; no olvidemos que al aumentar la inclinación de los alerones, al automóvil le cuesta más trabajo desplazarse. En rectas largas y curvas suaves se tiende a disminuir la carga aerodinámica y los efectos son los contrarios a los anteriormente descritos.

AERODINÁMICA

Imágenes 31 y 32: El ángulo de inclinación de un alerón puede contenerse entre los 90° y los 180° , cuanto más próximo este a los 90° mayor carga se genera al tiempo que se incrementa la resistencia al desplazamiento. Por el contrario, si lo que se quiere generar es sustentación, el ángulo de inclinación será igual o mayor a 180 grados.



El aumento de la velocidad del aire genera un incremento en la presión que éste desarrolla sobre un cuerpo. Las fuerzas FZ tienen dos variantes: ascendentes y descendentes. Las descendentes contribuyen a mantener el vehículo adherido al piso presionándolo contra él, y las ascendentes favorecen para despegarlo.



Imagen 33: Estela en túnel de viento. Cuanto más rápido se desplaza el cuerpo del automóvil, mayor será la velocidad del aire que está en contacto con éste. El aire que circula por la parte baja del cuerpo, es mucho más rápido que el que circula sobre él, debido a que el primero describe un trayecto recto.

Si el aire que circula por debajo del auto genera la suficiente presión, el vehículo se sustenta, es decir: se despega del piso. Para ello es necesario que las presiones

que se generan en la parte superior del vehículo, sean mayores que las que se generan por debajo de este.

Para poder diseñar una correcta distribución de las presiones, es importante tomar en cuenta el peso del vehículo, dimensiones, forma y materiales.

2.2.2 Medida de la Resistencia Aerodinámica

"La resistencia aerodinámica de un cuerpo inmerso en una corriente fluida tiene dos contribuciones; por un lado se tiene la llamada resistencia de rozamiento que representa la integral del esfuerzo cortante sobre toda la superficie del cuerpo y por otro lado está la resistencia de presión resultado de integrar todas las fuerzas normales a dicha superficie del cuerpo.

El cálculo de la resistencia resulta muy complejo, por lo que hay que recurrir a medidas experimentales como principal método para la obtención de la resistencia de un perfil o cuerpo determinado.

La determinación experimental de la resistencia de un cuerpo en un túnel resulta inexacta en muchas ocasiones, debido a la gran cantidad de interferencias presentes, por lo que en tales casos se puede recurrir a métodos basados en la distribución de velocidad en la estela, el cual es el único método posible en muchas ocasiones(Bardera, 2004: 16) .

La resistencia de rozamiento es la fuerza que oponen dos cuerpos al deslizarse uno sobre otro. El rozamiento se da de sólido a sólido, de sólido a líquido, de sólido a gas, de líquido a líquido, de líquido a gas y de gas a gas. Este rozamiento puede ser disminuido o aumentado según se requiera. En el caso de la aerodinámica del automóvil, se requiere que esta resistencia sea menor, con la finalidad de facilitar el desplazamiento del automóvil.

AERODINÁMICA

Para medir este y otros factores que integran la resistencia aerodinámica, son las necesidades de la industria las que determinan las formas de utilizar los instrumentos correspondientes y las aplicaciones de la aerodinámica. Las fuerzas se logran medir con: balanza, con estela y con la medición de presiones sobre un cuerpo.

2.2.3 Medición de fuerzas aerodinámicas

a) Balanzas. Las balanzas son instrumentos que sirven para medir la presión que una fuerza ejerce sobre un cuerpo. Un sensor se encarga de medir la deformación que actúa sobre la balanza las cuales al convertirse en señales eléctricas proporcionan la medida de estas fuerzas.

“La balanza se diseña con una geometría adecuada a los esfuerzos a medir, en una dirección específica cuando aquella se somete a cargas. Los esfuerzos se miden por medio de extensímetros que se encuentran pegados al cuerpo de la balanza. El extensímetro es un elemento sensor cuya resistencia varía debido a la deformación, provocada por los esfuerzos de las cargas” (Bardera, 2004).

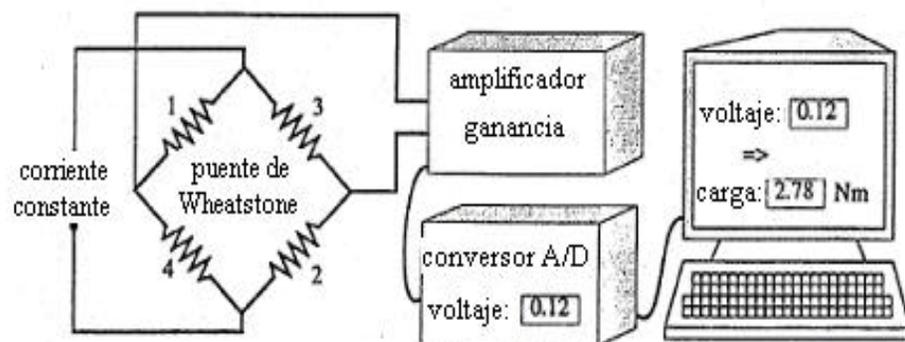


Imagen 34. Sistema de medida con balanza.

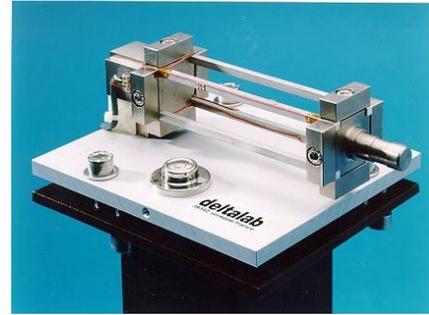


Imagen 35. Balanza para la medida de fuerzas.

b) Estela. El cálculo de la resistencia a través de la estela, está basada en la pérdida de la cantidad de movimiento de ésta.

"...el cálculo de la fuerza D (resistencia) es equivalente al cálculo de la distribución de velocidades u en la estela, de forma que las medidas en la estela estarán encaminadas a la determinación directa (anemómetros) o indirecta (presiones) de velocidades en la estela"(Bardera, 2004)

c) Medidas de presión sobre el cuerpo. Para medir la presión sobre un cuerpo, es posible hacer pequeños orificios sobre la superficie del cuerpo que servirán como tomas de presión. Dentro se colocan unos pequeños tubos de latón de 1 o 2 mm de diámetro aproximadamente. Con ellos se realizan las lecturas de la presión que una fuerza ejerce sobre dicho cuerpo.

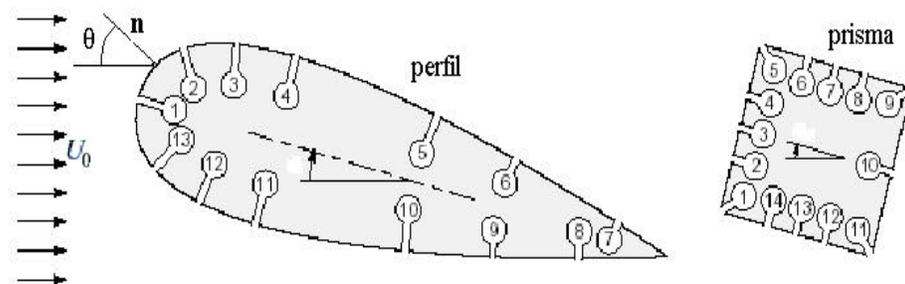


Imagen 36. Tomas de presión sobre dos cuerpos diferentes.

2.2.4 Túnel Aerodinámico

Para medir la resistencia aerodinámica de un automóvil, puede utilizarse una herramienta denominada túnel aerodinámico.

"El túnel aerodinámico permite la simulación experimental de flujos de aire, de forma que un cuerpo situado en la cámara de ensayos se encuentra sometido a la corriente de aire elegida por el investigador. El túnel dispone de un motor de velocidad variable que mueve un ventilador, el cual impulsa el aire obligándolo a pasar a través de una serie de conductos hasta llegar a la cámara de ensayos, para luego ser recogido por el difusor y ser posteriormente conducido a la salida" (Rae, 1984).

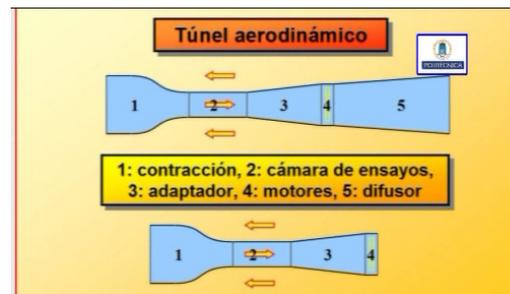


Imagen 37. Túnel de Viento.

En la imagen 37:

1. Entrada del aire "Sección 1": en ella se le da dirección al fluido con ayuda de una estructura a manera de panel, esto evita turbulencias.
2. Entre la "Sección 1 y la 2" se reduce el túnel provocando que una gran masa de aire de baja velocidad, se transforme en una masa más pequeña de alta velocidad. En la sección 2 se colocan los objetos de prueba.

AERODINÁMICA

3. En la “Sección 3” se retarda la velocidad de circulación del aire. Por último,
4. En la “Sección 4” se ubica el mecanismo que proporciona la fuerza que requiere el aire dentro del túnel. Por esta misma, se expulsa el aire al exterior del túnel.

Existen dos tipos de túnel aerodinámico:

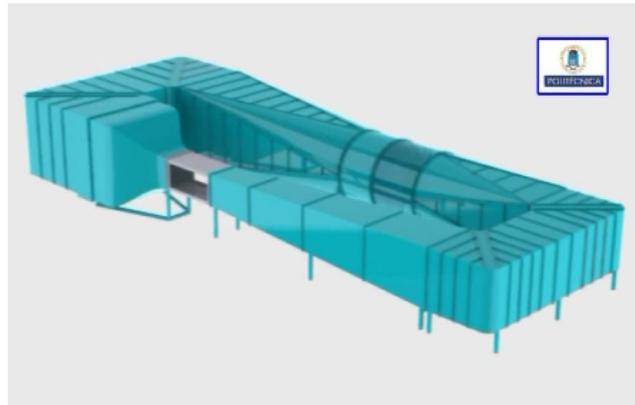
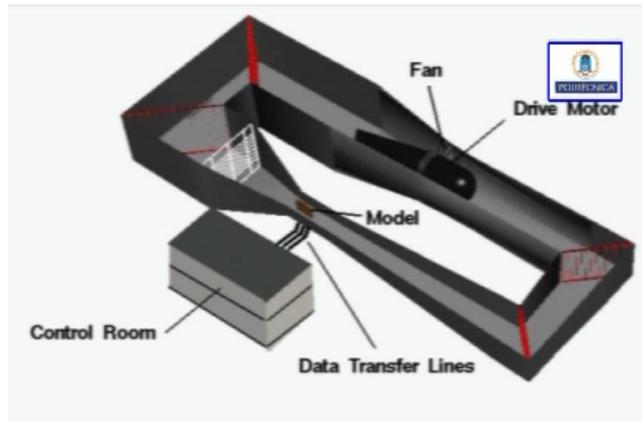
“...de circuito abierto: el aire se toma de la atmósfera y se retorna a ella. De circuito cerrado: posee un conducto de retorno...La validez de los ensayos en túnel con un modelo a escala requiere la existencia de semejanza geométrica, semejanza cinemática y semejanza dinámica entre el flujo alrededor del modelo y el flujo alrededor del cuerpo real. Además el modelo deberá ser una réplica fiel del modelo real cumpliéndose así la igualdad de ciertos parámetros adimensionales” (IPM, 2010).



Imágenes 38 y 39.
Túneles
Aerodinámicos de
Circuito Abierto de
la Universidad
Politécnica de
Madrid.



AERODINÁMICA



Imágenes 40 y 41.
Túneles
Aerodinámicos de
Circuito Cerrado.

2.3 Regulación de temperatura al interior del automóvil

2.3.1 Aire Acondicionado

Por definición el aire acondicionado es el “Sistema de ventilación de los locales que regula la temperatura y la humedad” (Espasa,1998:47). Este sistema es utilizado tanto en la arquitectura como en el sector automotriz. En este último se encarga de crear un buen clima en el habitáculo del vehículo para que la permanencia térmica de los pasajeros sea agradable.

...ventilación y calefacción... equipado con dos rejillas de ventilación permiten la circulación del aire del exterior al interior del vehículo; estas rejillas están ubicadas justo debajo del tablero, al lado de la consola vertical... estas rejillas son excluidas cuando el vehículo está equipado con aire acondicionado... Esta unidad instalada en la fábrica combina el aire acondicionado, ventilación, calefacción y descongelación en un eficaz sistema para todo el año (Chrysler, 1993:41).

Dependiendo de la empresa que los fabrique, la que los instale y del año de su creación¹ este sistema utilizará diversas herramientas para su operación.

Con el tiempo, a pesar de que sus funciones básicas no cambian, el sistema del aire acondicionado (A/C) ha mostrado importantes avances. Algunas aplicaciones que la mayoría de los fabricantes de automóviles contempla para el desarrollo del mismo, son las siguientes:

¹ El constante desarrollo tecnológico automotriz se ocupa de mejorar el sistema del aire acondicionado en cada generación de autos, o incluso en cada modelo. De todos los que componen al automóvil, dicho sistema es uno de los que mayores progresos presenta.

A/C

- Proporcionar un ambiente térmico cómodo en el habitáculo.
- Proveer ventilación por periodos cortos mientras el vehículo permanece en un ambiente viciado (contaminado).
- Evitar que se empañen los cristales e impidan una buena visibilidad.

Para ello la mayoría de los sistemas de A/C cuenta con diversos conductos de distribución de aire dentro del automóvil: la parte superior, media y baja del tablero de instrumentos y algunos canales ubicados en la consola central, transportan el aire tanto a las plazas delanteras como a las traseras en algunos casos. Con el fin de maximizar estas funciones se auxilia de la recirculación del aire disminuyendo la entrada de contaminantes y olores desagradables del exterior, sin embargo esta función provoca que el aire se vicie.

El aire viciado causa que el conductor se fatigue y reduce su capacidad de alerta, con la posibilidad de que ocurran accidentes, colisiones y lesiones graves...Utilice el botón ECON para cambiar al modo de ahorro de energía. Cuando el Botón está iluminado, el sistema de enfriamiento está apagado para ahorrar combustible... El sistema de aire acondicionado funciona mejor cuando las ventanillas y el techo corredizo están cerrados. No obstante, si el sol ha calentado el vehículo, el aire interior puede enfriarse más rápido abriendo las ventanillas para dejar escapar el aire caliente (Volkswagen, 2004: 90 a la 94).

“Conducir con el aire acondicionado encendido proporciona mayor rendimiento de combustible que si lo lleva apagado con las ventanas abiertas”... Esto se debe a que el automóvil utiliza

menos combustible para correr el sistema de aire acondicionado que si no lo utiliza, debido al rendimiento aerodinámico del vehículo al llevar las ventanas abiertas" (Redacción Tips, 2009).

Para poder funcionar, el sistema de A/C demanda energía eléctrica y mecánica del motor del vehículo y esto se traduce en un mayor consumo de combustible. Algunos estudios sugieren que el porcentaje adicional de combustible consumido por utilizar este sistema es del tres por ciento. Sin embargo esta cifra es relativa y se ve afectada por factores como la altura sobre el nivel del mar, los hábitos de manejo, el diseño de los canales de distribución del A/C y en general por el diseño del vehículo.

La altura sobre el nivel del mar afecta a cualquier motor común de gasolina. Para la combustión de gasolina se necesita oxígeno, cuanto mayor sea la altitud a la que sea operado un automóvil, menor es la presencia del oxígeno en la atmósfera terrestre y mayor será la pérdida de potencia del motor. Esta pérdida de potencia se compensa con una mayor aceleración que trae un aumento en el consumo de combustible. Bajo este razonamiento se entiende que: al activar el sistema del A/C se incrementa el consumo de combustible en un tres y hasta un 20%.

El modo de uso del A/C también puede ser un factor que incremente el porcentaje de combustible que se consume durante su funcionamiento. Los compresores del A/C tienen la función de extraer el aire caliente, condensarlo, comprimir el aire, agregar un gas que lo enfría

y expulsarlo por las rejillas. El compresor debe tener una presión de 85 lbs., cuando este valor disminuye las 55 lbs., el compresor comienza a funcionar hasta tener nuevamente la máxima presión, así sucesivamente mientras el A/C este activado. Cuantas más rejillas estén expulsando el aire, más rápido se agotara el aire frío y el compresor entrará en funcionamiento. Cuantas menos sean las rejillas en funcionamiento, la cantidad de aire frío se conserva por más tiempo en el sistema y esto ayuda a que la presión del compresor se mantenga por un lapso mayor.

2.3.2 Eficiencia del Sistema de A/C

Analizando la ubicación de las rejillas del A/C y tomando en consideración la física, encontramos que el aire frío por su densidad tiende a bajar y el aire caliente que es menos denso sube. La mayoría de los sistemas de A/C automotriz disponen sus salidas en el tablero de instrumentos, prácticamente en la parte media de la altura total del interior del vehículo. Esto supone que la efectividad del A/C se logra al máximo.



Imagen 42. Ubicación de los controles y rejillas del A/C en el tablero de instrumentos.

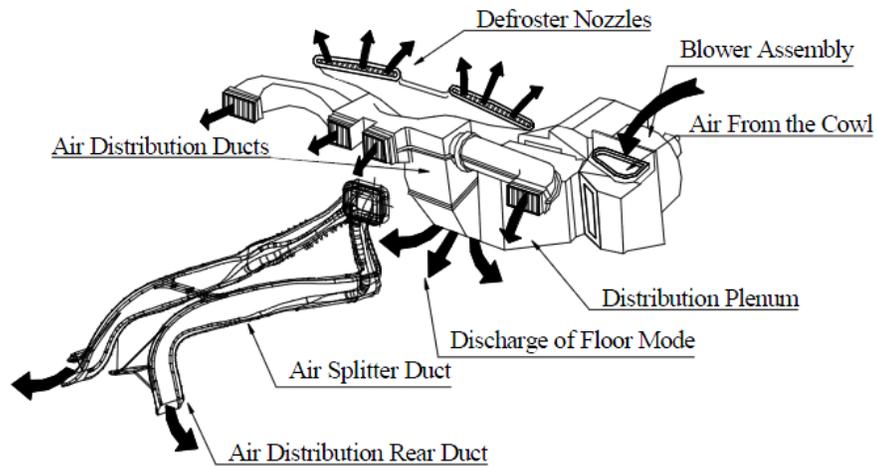


Imagen 43 .Vista general de conductos de A/C.

Al activar la función de defroster que expulsa el aire por la parte superior del tablero de instrumentos, se tendría que incrementar la eficiencia del sistema de A/C, pero el aire frío o caliente del A/C pierde parte de sus propiedades térmicas al entrar en contacto con la superficie de cristal que está directamente expuesta a la temperatura ambiente. Entonces se tiene una disminución de la eficiencia del A/C.

“La radiación térmica consta de ondas electromagnéticas emitidas por un sólido, líquido o gas en virtud de su temperatura. Todos los objetos emiten energía radiante en forma continua. A temperaturas bajas la rapidez de emisión es pequeña, y la radiación es básicamente de longitudes de onda larga. A medida que la temperatura se incrementa, la velocidad de emisión aumenta con rapidez, y la radiación predominante se corre hacia longitudes de onda más cortas” (Castañeda, 2005: 10).

Cuanto mayor sea la exposición de una superficie a los efectos de térmicos del medio ambiente, menor será la efectividad de un sistema de A/C si la temperatura del interior del automóvil no corresponde con la que requieren sus ocupantes. Por lo tanto la función “defroster” debe utilizarse únicamente para desempañar el cristal, no para regular la temperatura del aire dentro del automóvil.

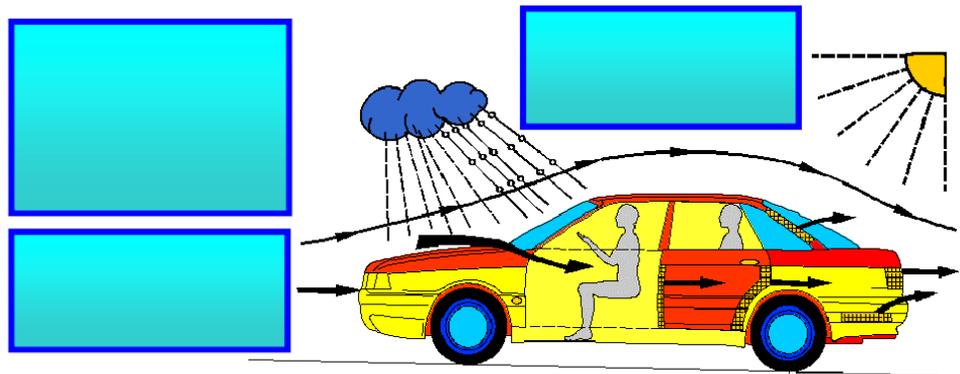


Imagen 44. Parámetros que afectan el confort de los ocupantes

La difusión de aire por medio de las rejillas que se encuentran en el tablero de instrumentos, puede ser la más utilizada por encaminar más rápido el aire hacia los ocupantes y modificar prontamente su temperatura, pero en algunos casos:

“La difusión de aire del A/C dentro de la cabina de un auto puede ocasionar molestias a los pasajeros: la corriente de aire frío en la cara, la no distribución homogénea de la temperatura alrededor del cuerpo, diferencias de confort entre la parte trasera y la delantera, provoca una sensación de inestabilidad en los pasajeros. Estos fenómenos están vinculados con la distribución del aire y el campo aero-térmico dentro de la cabina que es un parámetro esencial del

confort térmico de los pasajeros" (Paumier, 2000: 3).

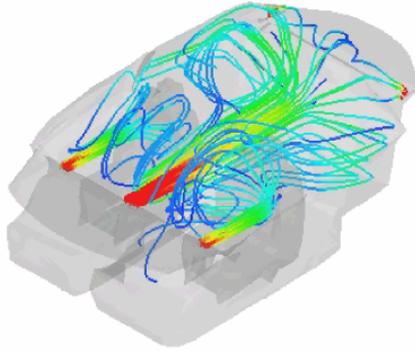


Imagen 45. Velocidad del aire. El color rojo representa la máxima velocidad del aire que expulsa el sistema de A/C. Cuanto más avanzada éste flujo, su velocidad es menor.

Imagen 46. Este esquema representa las curvas isotérmicas. "El gradiente de temperatura parece ser muy regular, pero revela la alta estratificación a lo largo del eje X. En otras palabras, los pasajeros sentirían la variación de temperatura con un pequeño desplazamiento hacia adelante" (Paumier, 2000: 6).

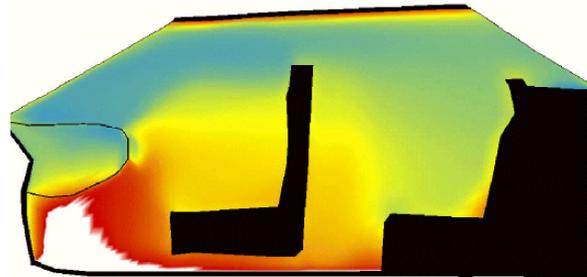
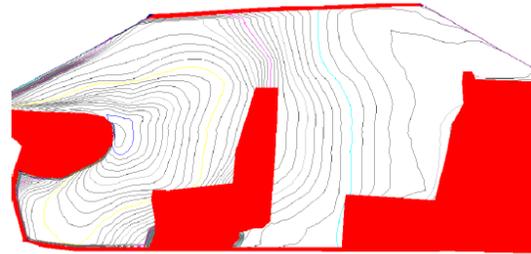


Imagen 47. "El impacto de la convección del piso es importante...El escaso flujo de aire a nivel de los pies afecta el intercambio de calor cada vez más y éste al equilibrio térmico..." (Paumier, 2000: 6)

2.3.3 Toma de lectura de temperaturas

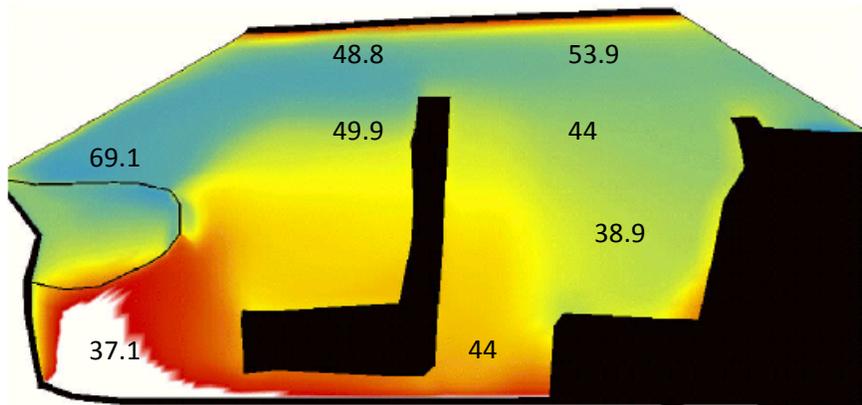
Previo a la toma de lectura de temperaturas en las cabinas de diversos automóviles, se realizó una medición de temperaturas en 8 zonas de la cabina de un automóvil para determinar los puntos en los que se registraban los valores más altos obteniéndose la siguiente información.

Los números representan el valor en grados centígrados obtenido en la cabina de un automóvil tipo Spirit R/T expuesto al medio ambiente de las 8:00 a las 19:00 hrs., el automóvil mantuvo sus puertas y ventanillas totalmente cerradas durante esta prueba.



Imagen 48. Vehículo en el que se realizaron las pruebas de temperatura.

La primera lectura se tomó a las 09:55 a.m. del mismo día y se recopilaron los siguientes datos.



Una vez identificados los puntos donde se registran las temperaturas elevadas, se procede a tomar lecturas en autos de diferentes tipos.

A continuación se muestran una serie de tablas que proporcionan la información de la temperatura que se presenta al interior del automóvil. Las lecturas fueron tomadas en autos de diferentes marcas, con interiores y carrocerías de distinto color.

PRUEBA DE TEMPERATURA SPIRIT R/T 1993 (interiores grises, carrocería verde esmeralda ASNM 2608 m.)		
Hora	Área de prueba dentro de la cabina	Temperatura ° Centígrados
9:55 a.m.	Tablero/Volante	18°
	Asiento delantero cabecera (ADC)	20.2°
Condiciones climáticas: día soleado con nubes dispersas		
10:03	Tablero	22.2°
	ADC	21.1
10:05	Tablero	24.7°
	ADC	21.7°
10:06	Tablero	25.2°
	ADC	22°

10:31	Tablero	38.4°
	ADC	28.2°
11:01	Tablero	50.4°
	ADC	36.2°
11:25	Tablero	53.8°
	ADC	40.1°
Temperatura ambiente 11°		
12:10	Tablero	59.1°
	ADC	46.2°
13:04	Tablero	64.2
	ADC	50.8
Nublado (soportes de cabecera: 47°)		
14:17	Tablero	51.1°
	ADC	51°
15:07	Tablero	54.4°
	ADC	49.9°
16:13	Tablero	38.6°
	ADC	42.5°

PRUEBA DE TEMPERATURA FORD FIESTA 2007 (interiores negros, carrocería plateada. ASNM 2707m.		
Hora	Área de prueba dentro de la cabina	Temperatura ° Centígrados
10:55	Tablero/Volante	22°
	Asiento delantero cabecera (ADC)	28.2°
Condiciones climáticas: día soleado		
11:00	Tablero	31°
	ADC	31.3°
12:00	Tablero	50.1°
	ADC	43°
12:30	Tablero	57.7°
	ADC	48°
Condiciones climáticas: nublado		
13:15	Tablero	49°
	ADC	42.8°
14:04	Tablero	45.9°
	ADC	40.9°

PRUEBA DE TEMPERATURA MERIVA 2005 (interiores negros, carrocería plateada ASNM 2608 m.)		
Hora	Área de prueba dentro de la cabina	Temperatura ° Centígrados
12:43	Tablero/Volante	45.8°
	Asiento delantero cabecera (ADC)	36.9°
Condiciones climáticas: día soleado con nubes dispersas		
13:05	Tablero	54.2°
	ADC	41.7°
13:33	Tablero	37.1°
	ADC	48.8°
14:00	Tablero	38.9°
	ADC	53.9°
Condiciones climáticas: nublado		
14:30	Alfombra expuesta al sol	44°
	Toldo	44°

PRUEBA DE TEMPERATURA SUSUKI 2009 (interiores negros, carrocería ROJA ASNM 2707 m.)		
Hora	Área de prueba dentro de la cabina	Temperatura ° Centígrados
11:00	Tablero/Volante	40.9°
	Asiento delantero cabecera (ADC)	31°
Condiciones climáticas: día soleado		
11:37	Tablero	40.8°
	ADC	36°
13:00	Tablero	57°
	ADC	48°
16:40	Tablero	38.9°
	ADC	34.6°

PRUEBA DE TEMPERATURA SIPIRIT R/T 1993 (interiores grises, carrocería verde esmeralda ASNM 2608 m.)		
Hora	Área de prueba dentro de la cabina	Temperatura ° Centígrados
8:22	Tablero/Volante	26°
	Asiento delantero cabecera (ADC)	17.5°
Condiciones climáticas: día soleado		
8:45	Tablero	38.1°
	ADC	24.4°
9:35	Tablero	55.1°
	ADC	34.8°
10:04	Tablero	61.3°
	ADC	39.4°
11:10	Tablero	70.9°
	ADC	48.9°
Condiciones climáticas: medio nublado		
12:00	Tablero	66.1°
	ADC	52.1°
Después de tener por 10 mins. 1/3 de ventanilla abajo		
12:35	Tablero	61.4°
	ADC	47.1°
Orientando el automóvil al sur		
13:02	Tablero	64.7°
	ADC	44.1°
14:00	Tablero	69.1°
	ADC	45.7°
15:09	Tablero	58.1°
	ADC	40.7°
16:18	Tablero	60.6°
	ADC	40.4°
17:10	Tablero	50.2°
	ADC	40.2°
18:06	Tablero	34.1
	ADC	36.3
19:00	Tablero	27.6°
	ADC	26.3°
20:52	Tablero	20.5°
	ADC	18.2°
22:11	Tablero	16.2°

	ADC	14.4°
--	-----	-------

PRUEBA DE TEMPERATURA JETTA 4 2009 (interiores negros, carrocería plateada ASNM 2608 m.)		
Hora	Área de prueba dentro de la cabina	Temperatura ° Centígrados
10:55	Asiento/Cabecera	26.6
	Asiento	24.1
Condiciones climáticas: día soleado		
11:15	Asiento/Cabecera	30.9°
	Asiento	30.9°
Condiciones climáticas: día medio nublado		
14:51	Asiento/Cabecera	47.9
	Asiento	49.2

La máxima lectura de temperatura se obtuvo del tablero de instrumentos a las 11:09 a.m. y su valor fue de 70.9°. El automóvil tipo Spirit estuvo expuesto al sol desde las 8:22 a.m.

Del área de la cabecera de los asientos delanteros la máxima temperatura fué de 53.9° a las 14:00 en el automóvil Meriva seguido por el Jetta 4 que registro una máxima de 47.9° en un día soleado por la mañana pero nublado al momento de tomar la lectura.

La superficie sobre la cual está expuesta un vehículo, es un factor que puede afectar al calentamiento de la cabina. En México es común que el arrollo vehicular esté hecho de asfalto. El color negro de este material ocasiona que la radiación del sol se absorba con facilidad,

incrementando por radiación la temperatura de un ambiente que está próximo a este.

En la siguiente tabla se puede apreciar la temperatura de radiación de una capa de 4 cms de asfalto. Las lecturas fueron tomadas estratégicamente a las 13:40 hrs. (hora del centro de México): cuando la posición del sol es cenital y la radiación solar es mayor; las 16:40 hrs. cuando la radiación solar está disminuyendo y comienza a liberarse el calor acumulado en el asfalto; y las 19:40 hrs. representa el momento en el que la radiación del asfalto se percibe a flor de piel por el contraste térmico con la temperatura del ambiente.

TEMPERATURA DE RADIACIÓN DEL ASFALTO							
DIA/FECHA	Distancia del Piso	13:40 hrs	Observaciones	16:40 hrs	Observaciones	19:40 hrs	Observaciones
Lunes 24 Mayo	Ambiente	30.1 °C	SOLEADO	26.7 °C	NUBLADO	23.0 °C	DESPEJADO
	22 cms	32.7 °C		28.3°C		25.3 °C	
Martes 25 Mayo	Ambiente	28.9 °C	SOLEADO	23.2 °C	SOLEADO	24.1 °C	DESPEJADO
	22 cms	36.7 °C		25.3 °C		26.2 °C	
Miércoles 26 Mayo	Ambiente	29.1 °C	SOLEADO	26.1 °C	NUBLADO	20.1 °C	NUBLADO
	22 cms	35.3 °C		21.1 °C		24.0 °C	
Viernes 28 Mayo	Ambiente	21.6 °C	LLUVIOSO	24.6 °C	SOLEADO	25.0 °C	DESPEJADO
	22 cms	18.0 °C		19.2 °C		20.1 °C	
Sábado 29 Mayo	Ambiente	28.7 °C	NUBLADO	26.3 °C	SOLEADO	25.0 °C	DESPEJADO
	22 cms	33.0 °C		29.1 °C		27.5 °C	

Tabla 2. Temperatura de radiación del asfalto.

2.4 Sustentabilidad

Los términos sustentabilidad y desarrollo sustentable parecen ser la novedad de la sociedad moderna. Todo mundo los emplea principalmente para justificar proyectos ecológicos que tiene como metas substanciales, el cumplimiento del equilibrio de objetivos económicos y comerciales con fines políticos generalmente.

Hernández Moreno en su libro titulado Diseño y manejo sustentable en edificación, menciona que:

“Existen varias definiciones acerca de desarrollo sustentable en el mundo. Cada una debe y puede aplicarse con el desarrollo o progreso de cada país; es decir, es distinto lo que se aplica como manejo sustentable de agua en los edificios, en Estados Unidos se implementan acciones como el control de los gastos por medio de muebles de bajo consumo y equipos especiales como sensores para ahorro de agua, entre otros, mientras que para el manejo de agua en Kenia, se implementan acciones como captación de agua pluvial para uso doméstico...” (Hernández, 2010: 19)

En tanto el término sustentabilidad aún no está presente en los diccionarios comunes y parece tener relación con lo sustentable que es lo “que se puede sustentar o defender con razones” (RAE,2010) y ...sustentar, es “conservar algo en su ser o estado”(RAE,2010), lo cierto es que las opiniones sobre la definición de dichos términos no muestran un acuerdo al momento de aplicarlos.

S U S T E N T A B I L I D A D

Cada sociedad en la medida que tiene poder, redefine estos dos conceptos de modo que el estilo de vida que los caracteriza no se pierda, se busca preservar el ritmo consumista que les brinda una vida cómoda, satisfaciendo necesidades inventadas que ocasionan que las oportunidades de mejoramiento de los parámetros que definen el buen estilo de vida de las personas, siga apuntando hacia las economías fuertes.

Llegar a un acuerdo común entre los significados de estos conceptos parece una tarea titánica en la que, en tanto se llega a un consenso, se sigue deteriorando al planeta que nos provee de lo necesario para poder vivir. Tal vez definir qué es lo necesario para sostener nuestro modo de vida actual y lo suficiente para vivir mejor, podría ayudar en esta labor.

La sustentabilidad entonces, implica una reflexión mucho más profunda que lo anteriormente expuesto y su definición ha ido evolucionando a medida que se investiga más al respecto. En 1987 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) emitió un documento llamado “Nuestro futuro común”, en él se define al desarrollo sustentable como la *“satisfacción de necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para la satisfacción de sus propias necesidades”*.

S U S T E N T A B I L I D A D

Para mejorar la comprensión de esta idea, utilizaremos el modelo de las tres esferas del desarrollo sustentable. Todas las actividades que caracterizan el desarrollo humano deberían estar inmersas en ellas. Hallando un equilibrio que por lo regular nunca sucede.

Como se puede observar en la siguiente figura, en la intersección de los tres círculos que representan a cada una de las esferas de la sustentabilidad, idealmente se ubica el desarrollo sustentable. Nuestro trabajo es lograr que la propuesta de diseño obtenga ese equilibrio tomando como referencia lo aprendido por medio de la biomímica y la aerodinámica.

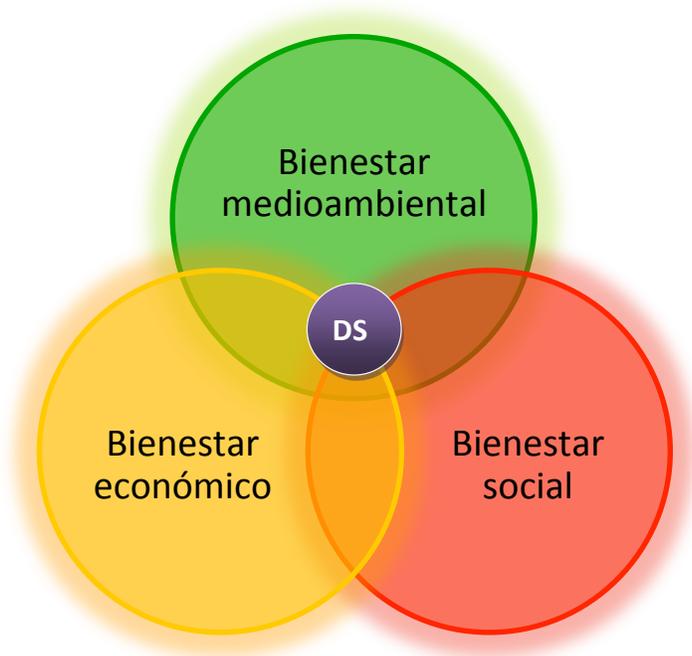


Imagen 49: Ambito del desarrollo sustentable. Como se ha dicho anteriormente, cada sociedad forma su propio concepto de sustentabilidad. Y también, cada sociedad entiende cosas diferentes de los conceptos

S U S T E N T A B I L I D A D

englobados en las esferas de la sustentabilidad, de acuerdo a su contexto y a sus experiencias. Para poder guiarnos y saber si nuestra propuesta se acerca a la sustentabilidad, podemos utilizar los siguientes parámetros.

Sin ser precisos en el orden por importancia de estas áreas; en la esfera del bienestar medioambiental están incluidos:

- Mejoramiento del ambiente y de la salud pública.
- Reducción del impacto ambiental por actividades industriales y humanas.
- Reducción de contaminación y desperdicios en el medio ambiente.
- Eliminación de sustancias y partículas tóxicas del aire, tierra y agua.
- Uso de materias primas renovables

En la esfera del bienestar social:

- Seguridad en la salud pública y de los sectores productivos.
- Beneficios a la comunidad y mejoramiento de la calidad de vida de la región.
- Mejoramiento del ambiente global del lugar o región.

Por último, en la esfera del bienestar económico:

- Avance económico regional o de país, por la creación de nuevos mercados y nuevos productos.
- Creación de nuevos puestos de trabajo.
- Reducción de los gastos de agua, materiales y energía y, por tanto ahorro económico de recursos disponibles.
- Aumento del valor agregado de cada producto (Hernández, 2010: 21,22).

S U S T E N T A B I L I D A D

Debido a los intereses políticos, sociales, económicos etc., difícilmente consigue un proyecto cumplir con todos los puntos anteriormente mencionados, para llegar al verdadero desarrollo sustentable. Lo cierto es que éstos, deberían ser los requerimientos mínimos a ser tomados en cuenta, cuando tratamos de implementar la sustentabilidad en un proyecto.

Cabe mencionar que el documento al que se hace referencia para el ejemplo de las esferas de la sustentabilidad, está enfocado a la arquitectura, y gracias a su contexto los parámetros que se aplican al diseño industrial pueden variar.

2.4.1 Sustentabilidad y diseño

Uno de los factores a tomar en cuenta cuando hablamos de diseño y sustentabilidad, es la interpretación que cada persona le da a los conceptos y a los objetos gracias a la experiencia que cada uno tiene. En este caso haciendo enfoque al proceso creativo del diseñador industrial tenemos que: Irigoyen nos habla de cuatro fases de la organización del diseño que si bien y como su nombre lo dice, están orientadas al diseño, son una herramienta valiosa para entender al mismo, por qué un diseño mejor entendido, puede tener un enfoque más cercano a la sustentabilidad, no solamente al momento de su conceptualización, también al momento de su consumo.

S U S T E N T A B I L I D A D

Las cuatro fases del diseño que propone Irigoyen en el libro *Filosofía y Diseño*, son las siguientes:

- a) Prefiguración
- b) Figuración
- c) Configuración
- d) Modelización

Prefiguración: *“es el momento en el que se asimilan elementos, factores, determinaciones, condiciones, opiniones, conceptos, ideas, posiciones, imágenes, criterios, información, evocaciones, etcétera, es decir, todo con lo que se inicia el proceso de diseño. Es el momento cuando la demanda del objeto se organiza. Es cuando se definen actitudes, voluntades e intereses para aplicar métodos y metodologías, consciente e inconscientemente. Es el momento de encuentro entre dos universos, de cosas pertenecientes a dos órdenes totalmente distintos: el contexto material y el pensamiento. Relación primigenia promovida y promotora, al mismo tiempo, de la creatividad. Prefigurar es establecer los términos de ésta relación basamentaría en el diseño, sumamente importante y compleja” (Irigoyen, 2008: 198).*

Figuración: *“inicia la formalización. Se definen y deciden partes y elementos. Se desata el intercambio simbólico, sobreviene la interpretación de imágenes y se ejercen las analogías. Signos y símbolos se entrelazan dando cuerpo a la materia inicial, por mediaciones voluntarias o involuntarias, conscientes o inconscientes. Las representaciones son interpretadas, comprendidas y luego transferidas. Lo que representa una cosa se transfiere a otra. La abstracción, fiel guardián del proceso, ratifica su vocación: da por terminado su papel y cede el paso a la lógica de lo concreto” (Irigoyen, 2008: 198).*

Configuración: *“Lo que en un inicio eran relaciones, paulatinamente se va transformando y ahora son estructuras y esquemas. Los deseos, objetos y objetivos adquieren orden lógico y, por*

S U S T E N T A B I L I D A D

tanto, sentido: se concilian y admiten entre sí, se conforman, se adecuan" (Irigoyen, 2008: 198) .

Modelización: *"en esta fase la estructura de las ideas cobra forma, mantiene su vocación y deja el terreno de la especulación para formalizar sus compromisos con la realidad objetual: relativamente la idealización concluye y se hace material posible" (Irigoyen, 2008: 199).*

En cada una de estas etapas, los ideales de lo que entendemos por cada objeto o concepto que es parte de nuestra vida, evolucionan hasta lograr una modelización adecuada a nuestra realidad. Uno de los puntos importantes de este proyecto será transmitir con la resultante la información adecuada al usuario, que tiene en sus manos, un diseño que tomó como una de las referencias estas cuatro fases.

¿Pero que tiene esto que ver con el estudio de factores biomiméticos y aerodinámicos en la sustentabilidad energética del automóvil?

2.4.2 Sustentabilidad energética en el automóvil

Pues bien, si lo que se pretende con esta investigación es contribuir al incremento del trabajo potencialmente sustentable en el funcionamiento del automóvil, es necesario discutir las bases bajo las cuales la investigación correspondiente a la biomímica y la aerodinámica, se pueden relacionar con la sustentabilidad y tomar a estos dos como herramientas para el mejoramiento del diseño.

Fundamentándonos en los textos anteriores: se puede decir que, al momento de aprender lo suficiente de la naturaleza,

S U S T E N T A B I L I D A D

para aplicarlo a la regulación de la temperatura en el interior del automóvil brindando confort térmico a sus ocupantes, se estaría contribuyendo a la disminución del consumo energético de dicho transporte, satisfaciendo la necesidad de la regulación de la temperatura del ser humano. Para potencializar los resultados, se suma la aerodinámica que está vigente cuando se trata de disminuir los consumos de combustible en los automóviles. Aquí viene el aporte importante de esta reflexión de la sustentabilidad y las fases del diseño porque se ve la problemática desde una perspectiva diferente y tenemos que: la aerodinámica no sólo está presente en el exterior del automóvil, también en su interior y mucho más cuando se trata de circular corrientes de aire que regulen la temperatura de los ocupantes.

Del mismo modo que se toman en cuenta los requerimientos anteriores, que giran en torno a la sustentabilidad, biomímica y aerodinámica, el comportamiento del ser humano ante este fenómeno es importante.

Al momento de usar un sistema para acondicionar la temperatura de un espacio de acuerdo a nuestras carestías, se deberían tomar en cuenta necesidades que fundamentan el funcionamiento de dicho sistema sin alterar el funcionamiento de los demás, y lo más importante sin afectar a los usuarios.

Solucionar el exceso o falta de calor necesario, que permita a nuestro organismo desempeñarse correctamente

S U S T E N T A B I L I D A D

en sus funciones locomotoras y cognitivas cuando se ocupa la cabina de un automóvil, es tan importante que algunos fabricantes de autos lo consideran ya como un factor de seguridad.

La propuesta de un sistema alternativo que regule la temperatura de la cabina del automóvil, por medio de la biomímica y la aerodinámica, tendría que dar como resultado una disminución del consumo energético del vehículo, sin causar afectaciones a los usuarios, complementando el proceso de la sustentabilidad cuando los ocupantes de éste utilicen adecuadamente dicho sistema.

Al disminuir o eliminar el consumo de energía requerida para hacer funcionar el sistema de regulación de temperatura, se disminuye la cantidad de contaminantes emitidos por el automóvil. Lo cual traería un beneficio en la salud de quienes ocupan esta unidad de transporte y de quienes están a su alrededor, con el consecuente mejoramiento del ambiente al reducir las partículas tóxicas del aire.

Como usuarios-propietarios de un automóvil, disminuir el consumo de energía significa un ahorro económico. Lo interesante de este ahorro sería preservarlo y no utilizarlo para otras actividades, que puedan generar impactos negativos en el desarrollo sustentable.

S U S T E N T A B I L I D A D

Lógicamente una disminución en el consumo de energéticos representa una baja en las ventas de quienes las comercializan, podría darse entonces un dilema de -qué preferimos? una economía desarrollada o un medio ambiente próspero- tal vez deberíamos apostar por ambas. Al ahorrar energía, ahorramos dinero, conservamos los recursos naturales y obligamos a las empresas proveedoras y transformadoras de recursos energéticos, a una evolución acorde con el desarrollo sustentable utilizando energías renovables. La propuesta deberá ser lo suficientemente hábil para satisfacer ambas esferas. Por supuesto que esto suena muy utópico pero implementando medidas gradualmente podemos llegar.

2.4.3 El contexto de la sustentabilidad y la energía y el Perfil de las energías renovables en México

México se encuentra en un proceso retrasado en cuanto a la aplicación de la sustentabilidad por medio de las energías renovables (ER). Factores políticos, económicos, sociales y hasta culturales, no han permitido lograr el desarrollo de la economía sin depender del principal recurso no renovable que sostiene al país: el petróleo.

Si comparamos nuestro desarrollo tecnológico con el de países de primer mundo, estamos mucho muy atrasados. La calidad de vida que debiera permitir el desarrollo pleno de los mexicanos, aún no está al alcance de todos y los que la han alcanzado, piensan que por tener el mejor auto, la mejor casa, la mejor tecnología, están más cerca de la

S U S T E N T A B I L I D A D

sustentabilidad, pero no es así. Más que disponer de lo último en el desarrollo en términos sustentables, deberíamos esforzarnos por saber utilizar primero el concepto “sustentabilidad”, y luego la gran cantidad de objetos que a través de él se han desarrollado.

Los países ricos: han generado una gran cantidad de productos que ayudan a su población a tener una vida mucho más cómoda; parecen estar preocupados por la contaminación ambiental y el calentamiento global que cada vez más, nos deja sentir sus efectos; se preocupan por proponer acuerdos que salven al planeta tierra de la enorme devastación que el hombre le ha provocado; pero en su modo de vida, con la satisfacción de necesidades poco reales que dan origen a productos no necesarios, los países ricos son los primeros en faltar a estas propuestas.

No hemos entendido o encontrado aún, la manera de desarrollar la economía sin que el medio ambiente se vea gravemente afectado.

“El crecimiento económico, el metabolismo industrial y el consumo exomático, implican un consumo creciente de naturaleza – de materia y energía, que no sólo se enfrenta a los límites de dotación de recursos del planeta, si no que se degrada en el proceso productivo y de consumo, siguiendo los principios de la segunda ley de la termodinámica” (Leff, 2010:52).

Dado que el primer mundo es el mayor responsable en este problema, pudiéramos pensar que si detenemos el crecimiento de los países altamente industrializados, y fomentamos el desarrollo de los del tercer mundo, los

S U S T E N T A B I L I D A D

problemas económicos en los últimos y los problemas ambientales en los primeros, se detendrían, pero resulta que la contaminación se esparce por todo el planeta, incluso por aquellas naciones y entidades que menos responsabilidad tienen con este suceso. *“Hoy ni siquiera las comunidades indígenas más aisladas están a salvo o pueden desvincularse de los efectos de la globalización insuflada por el fuelle del crecimiento económico (Leff, 2010: 54)”*, y con ella de los problemas de la contaminación ambiental.

México, ubicado aún entre las líneas de países pertenecientes al tercer mundo, o en vías de desarrollo, está poco o nada acostumbrado a las grandes comodidades y ventajas que para la población supone el vivir en un país del primer mundo. Por ello se podría pensar que nuestra responsabilidad con el ambiente es menor y tal vez sea así, pero nuestro adeudo con la naturaleza es mayúsculo, dado que nuestro país es uno de los grandes productores de petróleo, energético que mal utilizado ha contaminado de más a nuestro planeta.

En un país como el nuestro, difícilmente se pondrá en marcha un plan energético adecuado a las necesidades ambientales globales. La excesiva dependencia de nuestra economía sobre la actividad del petróleo nos ha hecho una nación limitada en ese sentido. Sin embargo, México espera que para el año 2012 la participación de fuentes de energía renovable sea mayor, por ejemplo: se proyecta que para la

S U S T E N T A B I L I D A D

generación de energía eléctrica la participación de las ER sea del 8 por ciento a nivel nacional. Se espera que tanto el sector privado como el público incrementen su participación en el mercado de las energías renovables.

“En el contexto energético actual, los beneficios económicos de las energías renovables han adquirido creciente relevancia, pues éstas contribuyen a reducir los riesgos asociados con la volatilidad de precios, diversificando el portafolio energético; además de reducir el impacto ambiental e impulsar el desarrollo sustentable en el país... A pesar de contar con reservas de combustibles fósiles, debemos impulsar el uso de fuentes alternas de energía, aprovechando el importante potencial que tenemos para la generación de energía a partir de fuentes como la solar, la eólica, la minihidráulica y la biomasa.” (Canales, 2006: 13).

Para el año 2030, se prevé un incremento en la demanda de los combustibles como el gas natural; pero también se pronostica continuidad en el crecimiento de la demanda de las energías renovables. Por su parte, “la demanda del petróleo se estima en 3.4 millones de barriles diarios” (SENER, 2006: 35) para el mismo año, es decir; se espera continuar utilizando generosamente este recurso y cuanto menor sea la cantidad de los recursos no renovables existentes, mayor será su precio.

Con el paso de los años y gracias al encarecimiento de los energéticos fósiles, -que son la principal fuente de energía en todo el mundo-, las tecnologías para la aplicación de las energías renovables se han ido

S U S T E N T A B I L I D A D

perfeccionando y han disminuido su costo, lo cual hace cada vez más accesible a dichas fuentes.

Sin embargo, no todo el sector energético renovable presenta el mismo avance. Algunas ER son más utilizadas que otras, en tanto el resto presenta un mayor avance tecnológico para su desarrollo y aplicación. Es importante desarrollar aquellos sectores que puedan potencializar el esfuerzo que nuestro país sostiene para contribuir a esta necesidad global.

2.4.4 La Realidad de la Sustentabilidad en la Sociedad

La escasez de recursos naturales y los graves problemas de contaminación, supondrían que deberíamos dar mayor importancia a una economía sustentable para el desarrollo de nuestro país.

Sin embargo y a pesar de que el ciclo de vida de las energías fósiles está por terminar, las ER están lejos de ser una realidad que aporte desarrollo a nuestra nación y más que por falta de recursos, se debe a falta de interés y disposición de todos nosotros.

Es difícil suponer un cambio en la economía de países como el nuestro, cuando se basa el poder monetario en el sector petrolero, dado que la economía instituida se encuentra cómoda sin responsabilidad verdadera sobre el futuro energético y sustentable.

S U S T E N T A B I L I D A D

"El discurso del desarrollo sostenible asevera que la destrucción ecológica no se ha debido a fallas e imperfecciones del mercado, sino a la ineficacia y corrupción del Estado" (Leff, 2010:24). Esta lógica implica una pérdida millonaria para nuestra nación y ésta es tal vez la razón más poderosa para evitar una evolución energética, más aún cuando la pérdida va contra los intereses de algunos de los que dirigen al país. Sin embargo, la sustentabilidad no está en manos de los que más tienen, está en manos de nosotros los que consumimos.

...Refundar la economía sobre sus bases ecológicas y culturales...implica asumir...un límite al proceso de producción antinatural para generar otras vías para la satisfacción de necesidades, deseos y aspiraciones humanas...Los sistemas ecológicos también aportan algo positivo a esa nueva economía, un nuevo potencial productivo que debe ser incorporado al campo de la economía ecológica (Leff, 2010: 26).

Las grandes empresas pueden seguir fabricando productos con un ciclo de vida relativamente corto, pero si nosotros los consumidores optamos por adquirir aquellos que sean más duraderos, estaremos más próximos a la sustentabilidad.

No solo tenemos la responsabilidad de adquirir productos que ocasionen menor daño al equilibrio ecológico, somos responsables de darle un mejor uso a los bienes y servicios que adquirimos. Ello nos habrá de llevar a prolongar la vida útil de éstos, disminuyendo la posibilidad de adquirir otros. Al reducir el consumo de productos y

S U S T E N T A B I L I D A D

servicios deberíamos tener como resultado menor cantidad de productos fabricados a largo plazo y una disminución del total de materia prima utilizada, menor consumo de energéticos y una baja de la contaminación.

Por supuesto esto implica grandes cambios en nuestras vidas al verse afectadas por la disminución de comodidades, que deberían redundar en una evolución de las maneras de satisfacer las necesidades reales, entonces ¿Cómo podríamos lograr este cambio?

Existe la posibilidad de alcanzar los niveles de sustentabilidad deseados si logramos un equilibrio en el bienestar individual, éste se refiere a tener las herramientas necesarias para la satisfacción de necesidades reales.

El bien estar individual, puede estar determinado por el equilibrio entre las tres esferas de la sustentabilidad que resuelven las necesidades básicas de los individuos, según Chapman y Gant, en su libro *Designers, Visionaries and Other Stories* la propuesta queda de la siguiente manera:

S U S T E N T A B I L I D A D

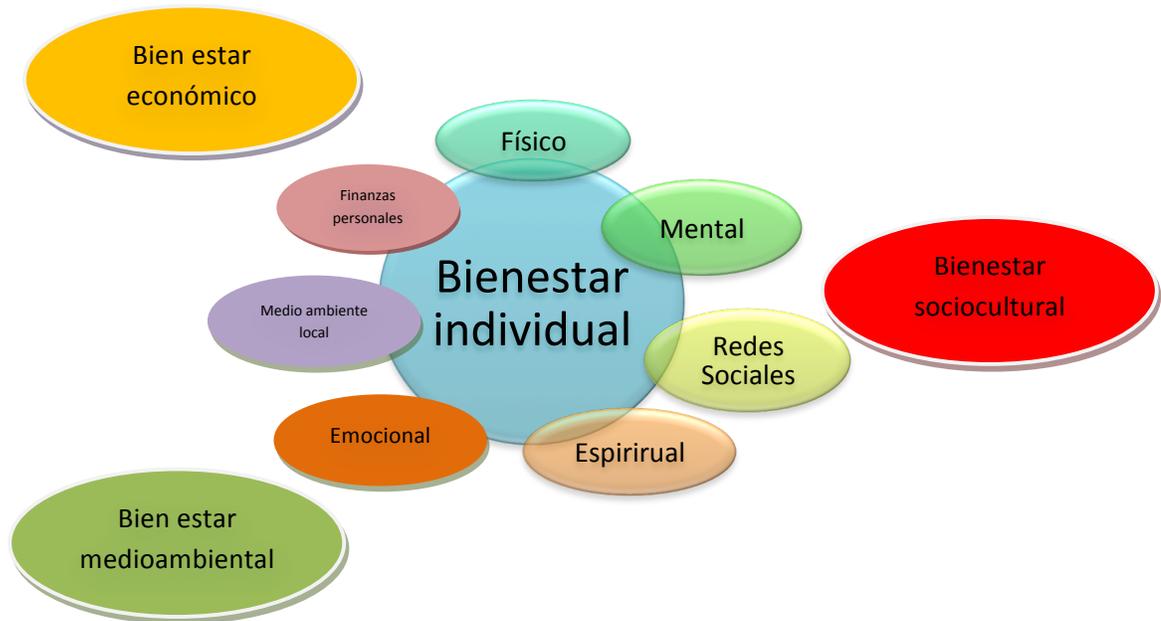


Imagen 50. Modelo de Diseño Universal.

El modelo de la figura anterior representa el ideal sobre el que los diseños actuales pudieran realizarse con la finalidad de satisfacer necesidades reales del ser humano, logrando el equilibrio en términos económicos, sociales y medioambientales que pudieran llevarnos a un mejor comportamiento para con nuestro planeta.

Un individuo emocionalmente sano puede convivir en armonía con su sociedad y su medio ambiente; un medio ambiente equilibrado puede proporcionarnos los recursos necesarios para fomentar una economía estable en beneficio de todos; y una economía estable contribuye al bienestar emocional.

S U S T E N T A B I L I D A D

Es así como la conjunción de estas tres esferas puede beneficiar al bienestar individual deseado.

Los ecologismos propuestos por unos cuantos, son una novedad que muchos adoptan pensando que ello nos lleva a cuidar el equilibrio entre el hombre y la naturaleza, pero en muchos casos sólo enriquecen la ignorancia y agravan los problemas medioambientales. La sustentabilidad que todos podemos tener implícita es el verdadero camino hacia el equilibrio hombre - naturaleza.

Existen diversas formas para contribuir a que nuestros sistemas productivos se inserten cada vez más en una tendencia sustentable, optando por tecnologías avanzadas que incorporen nuevas formas de producción donde se aproveche al máximo las materias primas, disminuyendo los tiempos de producción y en consecuencia las energías que se requieren para hacer funcionar la maquinaria. De esta manera se estaría impactando positivamente el ecosistema local y posteriormente el global, siempre y cuando esta tendencia ecológica sea aplicada por el universo de fábricas que inundan cada vez más nuestro planeta. Pero incluso esto tendría sus efectos negativos, ¿Qué pasaría con los obreros que pierdan sus empleos al ser despedidos por lograr el mejoramiento de las líneas de producción?. Tendríamos un efecto negativo de una propuesta que comenzó como sustentable por que interrumpe el desarrollo de cierto sector de la sociedad.

S U S T E N T A B I L I D A D

Antes que satisfacer todas las necesidades que caracterizan a nuestra sociedad consumista, bien valdría la pena hacer una reflexión sobre “si la satisfacción de estas necesidades son las que contribuyen a que nosotros, los seres humanos, podamos tener una vida plena”.

Habrán algunas necesidades que se deriven de la satisfacción de otras y las otras de algunas más y así sucesivamente y cuanto más lejos estemos de satisfacer una necesidad básica del ser humano, más lejos estaremos de llegar a la sustentabilidad.

Cabe mencionar el caso de la satisfacción de algunas necesidades mediante proyectos de diseño de última generación, necesidades que en un principio no eran básicas pero que en nuestro afán de tener un modo de vida más cómodo, las hemos transformado en necesidades cuasi-básicas. Como la de mantener el interior del automóvil a una temperatura cómoda para los pasajeros. Tal vez sería mejor no utilizar el automóvil y optar por el sistema de transporte urbano, pero dadas las condiciones de inseguridad pública, de tiempo e higiene; para muchos puede no ser la mejor alternativa. De esta forma seguiremos utilizando el transporte privado. Entonces, mientras asimilamos el proceso que nos lleva a ese camino de la reformulación de un adecuado sistema de transporte público sustentable, ¿Por qué no mejorar los sistemas que componen al automóvil particular?, ¿Por qué no proponer un sistema de termorregulación del aire al interior del vehículo sin que ello

S U S T E N T A B I L I D A D

implique generación de contaminantes?, o mejor aún, ¿Por qué no entender que la regulación de la temperatura no es para el interior del automóvil, sino para sus pasajeros?

PROPUESTA

3. Conclusiones

Este capítulo presenta la parte central del trabajo, la propuesta; está dividida en dos partes, la reflexión de la información por cada tema que integra el trabajo y la alternativa de solución.

De la investigación realizada podemos reflexionar los siguientes puntos por cada tema tratado:

3.1 Propuesta

- No diseñar para satisfacer necesidades inventadas. Es decir, no derivar necesidades de otras. (Si se requiere contaminar menos el ambiente con botellas de PET, la solución no es comprar refrescos o botellas de agua más grandes, si no dejar de consumir refrescos y sólo tomar lo que es indispensable para nuestro organismo: el agua.) Habrá ocasiones en las que se tenga que dar solución necesidades derivadas de otras debido a que están fuertemente arraigadas en la sociedad, si el cambio por lograrse con esta satisfacción es razonable, entonces valdrá la pena intentarlo y estará más que justificado el proyecto.
- Evitar diseñar objetos para un solo uso.
- Tomar en cuenta los materiales de fabricación: Los materiales son importantes para determinar la ganancia, la pérdida o lo inerte de un sistema hablando en términos de temperatura. Sin embargo,

PROPUESTA

no son un punto central en esta investigación gracias a que la configuración de la problemática, nos lleva a pensar que la propuesta resultante, debe funcionar independientemente del material, o del sistema al que se desee aplicar la alternativa de solución. Se está trabajando en lograr un principio de funcionamiento que nos lleve a un uso sustentable del sistema propuesto, y los materiales, y los procesos tienen que adecuarse a las posibilidades del contexto que los rodea. Es cierto, si contemplamos propiedades físicas de algunos materiales podríamos llegar más rápido a la solución, pero sería una solución diferente para cada caso, lo cual ya no corresponde a esta investigación. Si se logra que funcione el principio, la aplicación de éste no es nuestro problema. Es como el principio de la inyección, se puede aplicar para inyectar medicamentos, plásticos, concreto; los materiales para hacer los mecanismos son diferentes, las sustancias a inyectar también, pero el principio es el mismo. Pero existe algo que no debemos olvidar, los materiales elegidos correctamente -de acuerdo al contexto del proyecto-, deberán permitir al automóvil funcionar adecuadamente prolongando su vida útil. Esto es; -sí implementar una pieza plástica permite a cierto mecanismo funcionar correctamente durante 5 años, y la misma pieza metálica lo haría por 10, tal vez esta última es mucho más conveniente. Pero si es más fácil fabricarla con materiales plásticos, reciclarla, y

PROPUESTA

contaminar menos, se invierten las ventajas y la decisión final, y si los materiales para la fabricación de las piezas no se encuentran en la zona geográfica del proyecto, entonces habría que realizar las adecuaciones pertinentes.

- Considerar el ciclo de vida del producto procurando saber si es un objeto de un solo uso o de reúso. Para el reúso se necesitaran mejores materiales para incrementar su ciclo de uso.
- Hacer conciencia de que en ocasiones es mejor fabricar objetos nuevos a reciclarlos. Los objetos reciclados también contaminan al momento de reacondicionarlos.

Biomímica

Los organismos emplean diversos mecanismos para regular la temperatura de su cuerpo según sus necesidades.

El incremento de la superficie expuesta al medio ambiente, ayuda a un ser vivo a perder temperatura por convección y probablemente por radiación, siempre y cuando no se esté expuesto a una fuente de calor directa.

Es importante el color de la superficie a tratar debido a que éste ayuda a reflejar o a absorber la radiación de la luz solar. Un color claro, refleja la luz y disminuye el calor asimilado, un color oscuro funciona a la inversa absorbiéndolo.

PROPUESTA

Las superficies y conductos por los que el aire o los líquidos viajan, también contribuyen a la regulación de temperatura.

Regulación de temperatura en el ser humano

El ser humano tiene la capacidad de autorregular su temperatura por medio de mecanismos relativamente sencillos.

Para ganar calor el ingerir alimentos funciona, gracias a que se activa el metabolismo. Del mismo modo sirven el movimiento voluntario y el titiritar del cuerpo. La piloerección (erección de los bellos) ayuda a mantener una delgada capa de aire tibio cerca de la piel. Adoptar la posición fetal ayuda a disminuir la superficie expuesta al ambiente, el resultado es una menor pérdida de calor por contacto, radiación y convección. La vasoconstricción cutánea disminuye el flujo de la sangre por los vasos próximos a la superficie de la piel, disminuyendo la pérdida de calor por radiación, convección y contacto.

Para perder calor pequeñas gotas de agua llamadas sudor salen del cuerpo perdiéndose así un porcentaje de temperatura. El sudor al quedarse sobre la piel y entrar en contacto con el aire del ambiente, refrigeran al cuerpo humano. De esta forma se pierde calor por convección y por contacto.

PROPUESTA

Hojas de árboles

Las hojas de los árboles tienen su sistema vascular en el envés de su cuerpo por donde hacen circular la sabia. A pesar de estar hablando de dimensiones muy pequeñas, el cuerpo de la hoja puede ayudar a disminuir la temperatura de la sabia contenida en esos vasos leñosos, al ser utilizada para dar sombra al mismo sistema circulatorio.

Los vasos leñosos tienen doble función, llevar sabia a la hoja y darle estructura, -una estructura hueca, ligera y fuerte relativamente-. La disposición del sistema vascular en forma de "V", contribuye para que la hoja pueda soportar fuertes vientos sin desprenderse del cuerpo del vegetal al cual está unido por un peciolo, el cual se flexiona logrando que la hoja reciba la fuerza del viento por su parte más fuerte.

Cuando la hoja transpira, saca de ella vapor de agua, mecanismo que sirve para perder temperatura por la pérdida de un líquido que se encontraba dentro del cuerpo de la hoja, líquido que al estar en contacto con el exterior del cuerpo, y al ser tocado por el aire del ambiente, potencializa la refrigeración del vegetal.

Las hojas al estar dispuestas en diversos niveles y no estar unidas unas con otras, permiten que el aire caliente contenido en los huecos entre hoja y hoja, pueda subir y escapar. De esta forma las hojas dan sombra al cuerpo del vegetal refrescándolo simultáneamente.

PROPUESTA

Mecanismos de refrigeración del Camello

El camello tiene extremidades largas para aumentar la cantidad de superficie expuesta al medio ambiente. En este sentido se puede deducir que a mayor superficie se gana calor, pero la realidad es que en este caso a mayor superficie se incrementa la pérdida del mismo por la relación superficie volumen (el volumen es mayor a la superficie expuesta, por lo tanto se requiere también mayor energía para modificar su temperatura). Esto tiene mayor fundamento cuando tomamos en cuenta que el camello tiene cuero cabelludo en todo su cuerpo, y el largo del cabello puede variar ayudando a contener una capa de aire entre pelo y pelo. El aire resulta ser el mejor aislante térmico.

El cabello del camello sirve también para darse sombra a sí mismo, de esta manera se potencializa la estabilidad de la temperatura contenida entre estos.

El suelo del desierto alcanza temperaturas de hasta 50°C y la cercanía de un cuerpo a esta superficie ayuda a calentar los cuerpos por radiación y muy probablemente por convección. Las patas largas del camello le sirven para mantener su cuerpo alejado del piso para de esta manera evitar el sobrecalentamiento.

Es sabido que el camello puede soportar varios días sin beber agua, hay quien piensa que esto se debe a que acumula una gran cantidad de agua en su joroba, la

PROPUESTA

realidad es que la joroba está llena de grasa. El camello puede beber hasta 100 litros de agua en un solo día en dos exhibiciones y esta se acumula en todo su cuerpo. Cuando el camello camina por días sin tener la oportunidad de beberla, el agua acumulada en su cuerpo se libera según la necesidad y se combina con la grasa acumulada en la joroba, generando nutrientes que habrán de mantener el cuerpo de camello sin beber agua durante días. Gracias a este mecanismo el camello puede sobrevivir a las altas temperaturas del desierto. Cuando el camello se topa con una planta y esta le puede aportar un porcentaje de agua, la come. De igual manera aprovecha los cuerpos de agua que encuentra a su paso.

El sistema que pretenda regular la temperatura del ser humano, deberá hacerlo por si sólo en ambientes cálidos, pero tendrá la posibilidad de auxiliarse de otros sistemas que no impliquen un aumento del consumo energético del automóvil.

No se dispondrá de pelos en la propuesta resultante, ya que estos podrían afectar la aerodinámica del automóvil. Pero si se puede aprovechar el principio que el camello utiliza en su pelaje para darse refrescarse así mismo. Un cabello largo le da sombra a otro corto.

Regulación de temperatura en el Oso Polar

El oso polar se desenvuelve en un ambiente en el que las temperaturas alcanzan los -70°C y los mecanismos o

PROPUESTA

estrategias que este animal aprovecha dependen del medio en el que se desenvuelven: hielos perpetuos, aire y agua helados.

En climas fríos las extremidades cortas pueden ayudar a disminuir la cantidad de calor perdido por exposición. A su vez, un cuerpo más grande presenta una resistencia mayor al cambio de temperatura debido a que la proporción de superficie expuesta contrastada con el volumen del cuerpo, hace que el cuerpo en cuestión requiera de un porcentaje mayor de energía externa (frío o calor ambiental) para modificar su temperatura. Por esta razón los animales polares presentan un cuerpo más grande y extremidades más pequeñas en relación a la cantidad de superficie expuesta al medio ambiente.

El incremento del metabolismo ayuda a generar calor, sin embargo esta acción requiere de un consumo elevado de víveres que son escasos en el clima polar, por lo que entra en función otra estrategia, el pelaje.

Cuando el oso está expuesto al aire del clima polar, el pelo, contrario a lo que todo mundo piensa, que no es blanco, más bien transparente y hueco cual pajilla, ayuda a regular la temperatura del animal con el aire contenido en el interior de éste pelo, que al recibir los rayos del sol, se calienta. El pelo que es transparente, es tan denso que en conjunto se aprecia de un color claro, casi blanco. El blanco refleja la radiación del sol, así ese reflejo llega hasta la piel.

PROPUESTA

La piel del oso polar es negra, lo cual provoca que el calor del sol se transmita al interior del cuerpo. Pero el color negro de la piel no solamente hace que el calor sea absorbido en el cuerpo, existe la posibilidad de que un porcentaje de calor sea transmitido hacia el pelaje por contacto, por convección y radiación, gracias a que las superficies oscuras tienden a calentarse más que las de colores claros, así, muy probablemente se genera una eterna convección de particular de aire frías y calientes.

Cuando el cuerpo del oso está en contacto directo con el agua, este tendería a modificar su temperatura con mayor rapidez, con mayor probabilidad si el líquido tiene un volumen mayor al del cuerpo del oso. Bajo el agua gélida del mar, la gruesa capa de grasa que tiene este mamífero aísla el tejido muscular de la superficie del oso que es la piel. Esta capa llega a tener un espesor de hasta 10 cm, y muy probablemente la capa más gruesa puede estar próxima a los órganos vitales. De esta manera el oso polar puede permanecer durante horas metido en el mar.

Para evitar la pérdida de calor, los animales a través de su evolución, se han condicionado cuerpos que disminuyen la cantidad de superficie expuesta, las orejas, las patas y la cola son más cortas, para perderlo la incrementan, las orejas, las patas y la cola son más grandes, además el largo del pelaje es mayor en invierno, y menor en primavera y verano.

PROPUESTA

Regulación de temperatura a través del agua

El agua en grandes cantidades funciona como regulador de temperatura. Los océanos durante el día absorben la radiación de la luz del sol que posteriormente es liberada por las noches regulando la temperatura nocturna del planeta.

Comentarios Generales de Biomímica

En general, la regulación de temperatura vista en este apartado tiene que ver con la exposición de los organismos a la radiación del sol, con el calor generado gracias a la actividad física y con mecanismos que ayudan a regular la temperatura mediante la no exposición, o mesurada exposición de un cuerpo a un medio cálido ó frío. Los mecanismos que se pudieran aplicar en el automóvil son:

- Exposición controlada de las superficies a la radiación del sol para ganar o perder calor.
- Aislar temperaturas controlando la cantidad de aire atrapado entre las distintas superficies y volúmenes de los cuerpos que conforman un sistema.
- Controlar la cercanía a volúmenes que puedan proporcionar o restar calor por radiación al automóvil.
- Aumento o disminución del volumen de los cuerpos, para disminuir o ganar calor respectivamente.
- Aumento o disminución de superficies expuestas de los cuerpos para ganar o perder calor.

PROPUESTA

- La circulación de líquidos por el volumen de los cuerpos, puede contribuir de dos maneras a la regulación de temperatura: a) sustrayendo o introduciendo temperatura desde un sistema mayor, a la superficie o volumen del cuerpo en cuestión por contacto y convección; b) por no exponer directamente las superficies o volúmenes a los cambios de temperatura.

Aerodinámica

La resistencia aerodinámica es la fuerza que opone resistencia al desplazamiento de un cuerpo a través de un fluido. Cuanto mayor sea el volumen del cuerpo mayor será la superficie y la fricción de este con el fluido (aire). La resistencia aerodinámica será mayor. En otras palabras, el automóvil necesitará de mayor potencia para poder desplazarse.

Las fuerzas que afectan un cuerpo cuando éste está en movimiento son tres:

- a) FX o fuerzas frontales: al moverse el cuerpo el aire choca de frente a este provocando resistencia al desplazamiento.
- b) FY o fuerzas laterales: afectan al cuerpo por los costados.
- c) FZ, estas pueden ser ascendentes o descendentes cuando el viento sopla por debajo o sobre los cuerpos: las FX pueden transformarse en FZ

PROPUESTA

ascendentes o descendentes aplicando superficies que transforman la fuerza del aire en carga o sustentación.

Si se pretende que el automóvil disminuya los consumos de combustible, a través de un sistema de regulación de temperatura que no toma como base al motor del mismo, aprovechando las condiciones aerodinámicas del vehículo, el sistema tendrá que contemplar las siguientes recomendaciones:

- No generar resistencia aerodinámica a través del incremento de las superficies (carrocería, interiores).
- El volumen del automóvil deberá estar distribuido de tal manera que el centro de gravedad esté lo más próximo al piso.
- Si debe incrementarse la distancia entre el automóvil y el suelo, no debe generarse una fuerza de sustentación mayor a la que se tendría con un automóvil de condiciones normales. (el aire que circula por debajo del auto alcanza una velocidad mayor que el aire que circula sobre este, entonces es importante lograr equilibrio entre estas fuerzas; sustentación y carga, ambas FZ, ascendentes y descendentes respectivamente)
- El aire contenido entre los volúmenes y las superficies del automóvil, no deben disminuir la capacidad aerodinámica original del cuerpo.

PROPUESTA

El aire al tener contacto con una superficie de ángulos rectos -una barda por ejemplo- : colisiona frente a ella empujándola generando un remolino que ocasiona que el aire suba hasta lo más alto de la barda y al bajar del otro lado ese remolino continúa generando una fuerza que la succiona, pudiendo ocasionar que la barda caiga.

Cuando el aire choca con una superficie esférica, se generan los mismos efectos pero en menor proporción. La superficie esférica tiene menos resistencia al aire, sea que esté en movimiento o se encuentre estática.

Cuando el aire tiene contacto con una superficie de forma similar a una gota de agua deformándose al caer, el aire circula a través de ella con mucha menor resistencia, es decir; si el cuerpo ésta en movimiento, la energía que se requiere para esta acción será menor, y si el cuerpo se encuentra estático, el aire fluye a través de él con mucha menor resistencia.

Esto lleva a pensar que una combinación de superficies rectas con superficies esféricas o circulares pudiera generar un sistema que optimice la circulación del aire si lo que se pretende es generar una convección de partículas para termorregular de forma rápida el aire interior del propio sistema. Ahora bien, si este sistema resulta estar conformado por módulos, de tal manera que estos le permitan crecer o decrecer tanto como se requiera para cubrir determinada

PROPUESTA

superficie, la propuesta tendrá que ser efectiva en volúmenes grandes y pequeños.

Así mismo, la propuesta de solución podría contemplar la posibilidad de servir a la estructura de los cuerpos -el chasis puede ayudar a regular la temperatura del auto-.

Materiales y Colores

Los materiales de que está hecho el interior de los vehículos son muy importantes para controlar la temperatura. De las pruebas hechas en los interiores de diversos vehículos podemos deducir lo siguiente:

- De los colores y las texturas depende que la radiación, la conducción y la convección de partículas de aire caliente se propaguen en menor o mayor cantidad. Contrario a lo que se pudiera pensar, una superficie negra no calienta tanto el interior de un automóvil al momento de recibir la radiación de la luz solar. El tablero de instrumentos de color negro capta el calor incrementando la temperatura al tacto, pero curiosamente la radiación en ese mismo instante no es tanta, de tal forma que: un tablero de instrumentos de color gris, con una superficie con textura pero hecha de materiales plásticos duros, puede alcanzar una temperatura de hasta 70° centígrados contrastado contra los 57° grados que alcanza un tablero negro. Esto puede atribuirse a que el color negro de la superficie logra que el calor se absorba sobre la

PROPUESTA

misma, mandándola a la parte baja del volumen del cuerpo. El tablero de color gris, al reflejar el calor hacia el parabrisas, incrementa la temperatura rápidamente.

- Las vestiduras de tela se calientan menos que unas de piel lisa, la textura de una superficie es importante por qué se puede ganar o perder energía más rápido gracias al incremento de superficie expuesta, por tal razón la piel podría calentarse o enfriarse demasiado, independientemente del color de la misma (Una piel de color oscuro se calienta con mayor prontitud que una de color claro, probablemente la gamuza ayuda a disminuir este efecto.)
- El volumen de un cuerpo es importante para controlar el gasto de energía al modificar la temperatura del mismo. Cuanto mayor sea el volumen, mayor será la energía requerida para calentarlo, pero a mayor volumen: mayor superficie expuesta, y mayor ganancia o pérdida de calor o frío en la superficie que posteriormente será conducida al interior del cuerpo, (la proporción volumen superficie hace que un volumen mayor se caliente menos.)
- Por cuestiones de mercado, el color de la carrocería y de los interiores del automóvil difícilmente podrán unificarse a tonos que permitan la pronta termorregulación del aire al interior del vehículo, por esta razón, la propuesta de solución debe estar

PROPUESTA

razonada de tal forma que funcione sin necesidad de estos.

Aire acondicionado

Las salidas del aire acondicionado están dispuestas en el tablero de instrumentos. Por lo regular se tienen cuatro salidas al frente de éste, dos debajo de, una para cada espejo retrovisor externo y todo un sistema de salidas apuntando hacia el parabrisas.

Esto hace del aire acondicionado un sistema eficiente que ayuda a regular la temperatura del interior del vehículo al tiempo que mantiene libres de paño parte de las ventanillas y del parabrisas.

La disposición de las rejillas es muy importante a la hora de maximizar el trabajo de este sistema.

El uso que le damos al A/C tiene mucho que ver con la cantidad de energía que se requiere para hacerlo funcionar. Los autos cuentan con una serie de recomendaciones incluidas en el manual del propietario que advierten de que manera el sistema puede dar mejores resultados. Pero aún y con esta serie de recomendaciones se le da un uso incorrecto. Y valdría la pena cuestionar si es por qué las mismas están mal ubicadas, mal diseñadas, o el sistema es inadecuado.

PROPUESTA

Las salidas que se ubican en la parte superior del tablero tienen como función mantener el parabrisas libre de paño cuando la diferencia de temperaturas entre la atmosfera interior del auto y la del ambiente es tanta que lo genera, obstruyendo visibilidad.

Unos cuantos minutos de esta acción son suficientes para lograr el objetivo. Pero cuando esta misma función se utiliza para regular la temperatura del habitáculo, el tiempo necesario para la termorregulación es mayor, debido a que una parte de la energía que sería utilizada para enfriar o calentar a este último, se pierde al estar termorregulando una superficie de cristal que está expuesta a las inclemencias del tiempo, incrementando la cantidad de energía necesaria para termorregular el interior del vehículo.

En este caso sería mejor utilizar el A/C activando las salidas que están en la parte central del tablero, en dirección a los usuarios. Pero investigaciones recientes revelan que cuando los conductos plásticos del A/C se calientan, por su propia actividad o por el calor del sol, se libera un gas tóxico llamado benceno. Aun cuando el automóvil este desocupado pero con el sistema funcionando, este gas se impregna en las vestiduras, y al sacudirlas o sentarse, estas micro partículas se desprenden ocasionando daños a la salud.

Tal vez los conductos ubicados en dirección a los espejos retrovisores laterales, y los ubicados en dirección al piso del

PROPUESTA

automóvil son los menos dañinos al no lanzar el aire directamente a la cara del usuario. Pero resultan insuficientes para termorregular el aire rápidamente.

Pero no todo es malo con esta propuesta, cuando el aire frío es dirigido a través del parabrisas hacia la parte superior del automóvil, éste por acción física y gracias a que es más denso que el aire caliente, tiende a bajar. Lo que supone que la regulación de temperatura sería mucho más uniforme utilizando éste método gracias a que se termorregularía todo lo que el aire roce. Pero ¿Qué caso tiene termorregular algo que no es tan necesario como los asientos, las alfombras, las cubiertas de las portesuelas? Tal vez sería conveniente disminuir las superficies del interior del vehículo para optimizar el funcionamiento del A/C, cuanto menor sea la superficie expuesta, más rápido se termorregula el ambiente gracias a que la relación superficie-volumen de los cuerpos es favorable para el objetivo, tanto si se requiere enfriar o calentar el ambiente.

Ahora, no olvidemos que una de las características que tienen los materiales del interior de un automóvil y que ayudan a la regulación de temperaturas cuando se requiere de un local más tibio, es precisamente la textura, una piel lisa por ejemplo es más fría o caliente que una de tela. Al final de cuentas esta energía calórica, por radiación, convección o contacto afecta a los pasajeros del automóvil, incrementando o disminuyendo su temperatura corporal, obligando a demandar un mayor trabajo del A/C.

PROPUESTA

Entonces será necesario no exponer superficies “no necesarias” al calor o al frío para que éstas al entrar en contacto con el usuario no lo incomoden. Y será necesario exponer las superficies adecuadas al calor y al frío para lograr el mismo efecto pero a la inversa.

El 20 de marzo del año 2011, en una visita que se realizó al museo Franz Meyer de la ciudad de México, se exponía un tapete decorativo el cual era utilizado en la antigüedad de la siguiente manera: durante el día se exponía al calor directo del sol, cuando la temperatura de la casa lo requería, el tapete decorativo se ingresaba a la casa para calentar el ambiente.

Dato interesante, si se incrementa la superficie expuesta al ambiente, hablando en términos de la efectividad del aire acondicionado en el automóvil, se disminuye su aerodinámica al utilizar materiales con textura. Y esto incrementaría el trabajo del sistema de A/C por el incremento de la fricción del aire con las superficies.

La densidad, volumen o disposición de los materiales ayuda a que las superficies y los cuerpos se calienten o enfríen. Un asiento normal expuesto al sol, se calentaría más que uno que tiene una menor superficie, y si ésta menor superficie está dispuesta de tal manera que no se pierda comodidad al sentarse, podría contribuir a la ventilación de los cuerpos por la relativamente menor cantidad de volumen en

PROPUESTA

contacto y podría contribuir a la menor transmisión de temperaturas por la misma razón.

Sustentabilidad

El concepto de sustentabilidad está mal entendido y por lo tanto mal aplicado en el diseño. Se cree que diseñar y fabricar objetos que disminuyan el consumo de energía durante su uso, es suficiente para ser sustentable. O que los materiales que deben utilizarse para su fabricación deben ser amigables con el ambiente o biodegradables.

Dado que la palabra biodegradable quiere decir que: "puede ser degradado por acción biológica" prácticamente todo lo que contiene este planeta es biodegradable. Entonces no es suficiente con hacer las cosas biodegradables, es necesario hablar en términos de tiempo, sobre cuanto tardaran en biodegradarse.

Con esto queda expuesto que existe una confusión de significado entre lo que contemplan los conceptos "ecológico" y "sustentable", y que entre estos dos pudieran existir muchas más diferencias de acuerdo a las conveniencias de las sociedades que los aplican.

Lo ecológico está más enfocado a una sola de las esferas que forman parte de la sustentabilidad, estamos hablando de la esfera medioambiental.

Procurar que los diseños cumplan con las condiciones que sólo el ambiente exige, no es malo, pero tampoco permite

PROPUESTA

que el proceso se complete. El ecologismo es la relajación de la forma de vida que tenemos, que mantiene nuestra consciencia tranquila sabiendo que lo que hacemos no perjudica al ambiente, aunque no sea totalmente cierto. Y no es que es esté mal éste concepto, pero en la práctica necesitamos más que eso, y se debe evolucionar para aproximar al diseño a la sustentabilidad, enfocándonos en las tres esferas de la misma: la social, la medioambiental y la económica, para que no sea sólo cuestión de diseño, producción y materiales, sin tomar en cuenta el uso sustentable de los objetos que se deriva de un razonamiento que nos permite entender, que a pesar de que la sustentabilidad no existe, -y sin que esto sea contradictorio-, más bien se mantiene como un ideal al que podemos aproximarnos a través del diseño.

Pongamos un ejemplo: cambiar una lámpara incandescente por un foco ahorrador se traduce en un ahorro de consumo de energía eléctrica (66 % aproximadamente) durante la vida útil del foco. Un porcentaje muy bueno, pero nos hemos puesto a pensar de que materiales esta hecho este foco ahorrador?, ¿En qué país se fabricó?, ¿Qué se necesitó para traerlo hasta nuestro territorio? ¿Qué cantidad de energía se requirió para fabricarlo y así saber si fue menor que la energía requerida para fabricar uno incandescente en México? ¿Qué cantidad de contaminantes se agregaron al ambiente durante su fabricación y transporte?.

PROPUESTA

Cambiar los focos incandescentes por ahorradores parece ser amigable con el ambiente, pero si respondemos las preguntas anteriores para conocer los efectos reales de ésta acción, y el impacto ambiental es mayor a utilizar un foco tradicional, los resultados pueden invertirse y llevarnos a saber que lo que menos contamina es utilizar focos incandescentes hechos en México. ¿Y qué pasa si los focos ahorradores son mexicanos?, el proceso puede estar más próximo a la sustentabilidad.

Retomemos los problemas del agua potable que se viven en gran parte del planeta. Podremos diseñar mecanismos para ahorrar agua en casa y en las oficinas entre otras cosas pero esa no es la solución al problema real. Imaginemos que en el estado mexicano de Tabasco por tener una de las regiones que mayor cantidad de agua posee a nivel mundial, se den el lujo de desperdiciarla.....verdad que no es lo adecuado? ¿Qué sucede al diseñar dispositivos que ahorran agua al ducharnos, si la ducha la tomamos en una hora?... no hay un ahorro real, no hay una aproximación real a la sustentabilidad y gran parte de ello se debe a que no utilizamos los sistemas adecuadamente.

Con el automóvil pasa algo similar, podemos lograr que los sistemas que lo componen contaminen menos durante su funcionamiento, pero será necesario saber usarlos, por qué un uso excesivo de ellos podría contaminar lo mismo que los sistemas de un automóvil normal. Estamos hablando entonces de un consumo sustentable que no sólo tiene que

PROPUESTA

ver, con que al momento de conceptualizar los objetos el diseño sea sustentable, sino con la vida útil del producto.

Para lograrlo no sólo es necesario realizar pruebas que nos indiquen de que manera los autos funcionan mejor, a que temperaturas, a que altitudes sobre el nivel del mar, con que colores de pinturas y vestiduras se regula mejor la temperatura del interior, con o sin aire acondicionado. Debemos hacer énfasis en los beneficios económicos, sociales y medioambientales que tendríamos si respetamos los parámetros de funcionamiento de los sistemas que lo componen. Es decir, de la recomendación de un fabricante de autos (que muchos entendemos como opcional), pasaríamos a la conciencia de uso del consumidor final.

Lograr esto sin afectar la comodidad de las personas resulta difícil gracias a la variedad de entendimientos que cada uno de nosotros posee. Entendimientos que tienen su base en las experiencias que ganamos a lo largo de nuestra vida y que nos llevan a percibir de manera distinta los conceptos, los objetos y obviamente a su modo de uso.

Por bien diseñado que éste un objeto, si la persona creció con la idea de un uso poco propio, el objeto no funcionara adecuadamente.

Entonces es necesario entender que las cuatro fases del diseño propuestas por Irigoyen (prefiguración, figuración, configuración y materialización) pueden ser aplicadas no solo al momento de proponer soluciones al problema, si no

PROPUESTA

desde que se está tratando de entender al mismo. Lo cual nos da una perspectiva distinta de las circunstancias.

De ésta forma podemos llegar al siguiente razonamiento: la necesidad primera que trata este estudio es la regulación de la temperatura del ser humano. Si el ser humano quiere regular su temperatura dentro del auto, en una casa, en un espacio abierto o en cualquier otro lugar, la propuesta, de cualquier forma debe funcionar.

Entonces debemos considerar diversos factores para lograr este objetivo acercándonos a la sustentabilidad, para ello será necesario lo siguiente:

3.2 Requerimientos de la alternativa de diseño

No necesariamente se debe llegar a la propuesta de una nueva forma de automóvil, ya que esto supondría estudios mayores de aerodinámica, procesos de producción, materiales y normas. Sin embargo esta limitación la podemos transformar en oportunidad para generar un diseño innovador.

Podemos pensar en una propuesta que ayude a la termorregulación de los cuerpos mediante su misma estructura. Algo que permita exponer o no las superficies al calor o al frío según se requiera. Que de estructura a los cuerpos y disminuya la absorción de calor o frío que posteriormente serían transmitidos a los cuerpos (humanos) que entren en contacto con éstas. Al disminuir esa

PROPUESTA

transmisión, se lograría una menor necesidad del sistema de A/C para termorregular los ambientes.

De esta manera se cumpliría algo muy importante para la sustentabilidad: “a pesar del mal empleo de los sistemas, el uso del objeto sería sustentable por medio de su buen diseño, ya que ese buen diseño disminuiría la posibilidad de su mal uso”. Entonces la sustentabilidad no estaría en el diseño o la producción del objeto sino en nosotros al momento de utilizarlo, a pesar de no hacerlo correctamente. Claro que si actuamos correctamente, estaríamos más cerca del ideal de la sustentabilidad.

El proyecto trata de regular la temperatura tanto en climas cálidos como en fríos, por lo mismo la alternativa de solución se vislumbra más difícil en su conceptualización. Pero tomando como referencia lo aprendido con la biomímica y la aerodinámica, se alcanzará el ideal de la siguiente manera:

- El sistema resultante no consumirá ningún tipo de energía para poder funcionar.
- El diseño basado en las características que el oso polar tiene para defenderse del frío incluirá: estructuras cilíndricas transparentes con la capacidad de almacenar aire en su interior (el aire es el mejor aislante térmico), la base que contendrá a estas estructuras será de color negro por una de sus caras y blanca por la otra para lograr que la temperatura

PROPUESTA

acumulada en una se transfiera a la otra sin captar una mayor radiación que incremente la temperatura del sistema.

- Tomando como referencia el mecanismo del camello para defenderse de las inclemencias del sol, el diseño podría incluir: dos longitudes distintas para las estructuras cilíndricas con la intención de que cada una de ellas sirva a la otra para hacerse sombra en caso de estar expuestas directamente al sol, a pesar de ser transparentes. Esto auxiliará a que el aire frío se ubique en algunos cilindros cortos que según la orientación del sistema serían los más próximos a la base colindante con la temperatura más fría, el aire caliente se mantendría en el resto de los cilindros retardando su convección. Al mismo tiempo el área expuesta de los cilindros ayudará a conservar o perder temperatura por simple exposición a su medio ambiente.
- La reducción de áreas expuestas disminuye la pérdida de calor, entonces el calor circulante por el sistema deberá hacerlo por estructuras que tengan una superficie relativamente menor a las que se utilizarán para hacer enfriar el aire. De no ser necesario perder este calor, en teoría el sistema se mantendría térmicamente estable. Esta idea nos lleva a tener que planear la convección del aire frío con el aire caliente de tal forma que se logre el equilibrio térmico deseado.

PROPUESTA

- El aire frío tendrá que circular lo más alejado de las superficies expuestas al calor del sol pero al mismo tiempo teniendo contacto con la superficie a enfriar.
- Las superficies por las que el aire tendrá que circular deberán ser lisas para agilizar su desplazamiento y disminuir la fricción. Cuanta menor fricción exista se podrá reducir la posibilidad de ganar calor y al alcanzar una velocidad mayor; entonces el aire podrá enfriarse. El sistema podrá hacer un circuito cerrado de convección de pequeñas masas de aire frío y caliente, por lo tanto el diseño de la estructura evitara entorpecer este suceso.
- Se debe buscar incrementar la velocidad del aire termorregulador para estabilizar la temperatura lo más rápido posible.
- El planeta tierra tiene zonas calientes y frías, las masas de aire provenientes de cada una de estas zonas, convergen y estabilizan la temperatura, entonces, ese lugar de convergencia debe estar lo más próximo a los usuarios sin exponerlos a las zonas calientes y frías. En otras palabras, necesitamos zonas calientes y frías dentro del sistema para generar convección y termorregular el aire o evitar la pérdida o ganancia de aire frío y/o caliente.

3.3 Alternativa de Solución

Se ha formulado un panel compuesto por cuatro paredes, dos en el exterior y dos en el interior. Las paredes externas

PROPUESTA

son lisas con la finalidad de no exponer superficie adicional que calentaría o enfriaría el interior del sistema con mayor prontitud. La pared que estará expuesta directamente al calor, será cubierta con una capa de pintura de color blanco en su cara externa para repeler el calor, el lado interno estará pintado de negro para atraer el calor del interior del sistema y contribuir a disiparlo en el exterior del mismo.

Las paredes intermedias tendrán una serie de cilindros, estos tienen la función de hacer que el aire caliente se desplace siempre hasta la parte superior del sistema.

Los cilindros incrementan la cantidad de superficie expuesta al aire interno del sistema, lo cual debe ayudar a incrementar la resistencia a los cambios de temperatura haciéndolo más estable.

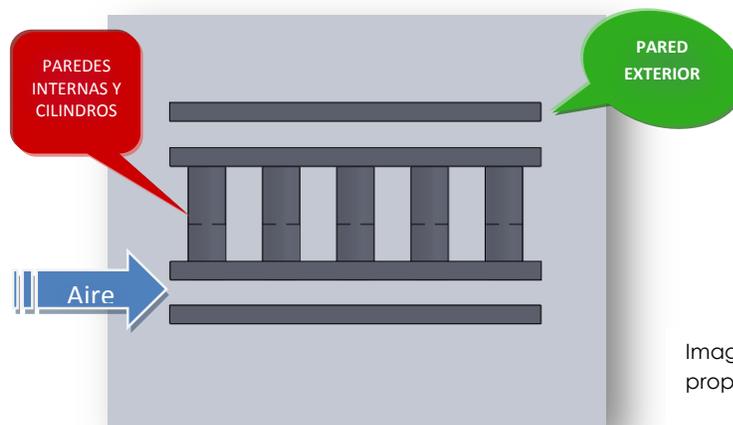


Imagen 51. Corte del sistema propuesto.

PROPUESTA

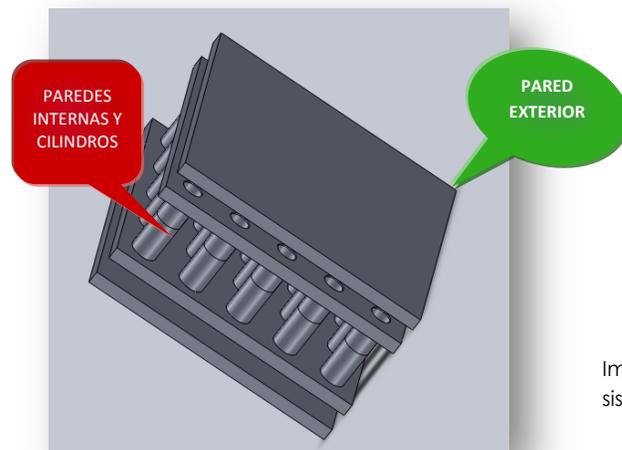


Imagen 52. Isométrico del sistema.

El sistema estará completamente cerrado y lo comprendido en su interior deberá permanecer con una temperatura estable entre los 19 y los 23 grados centígrados.

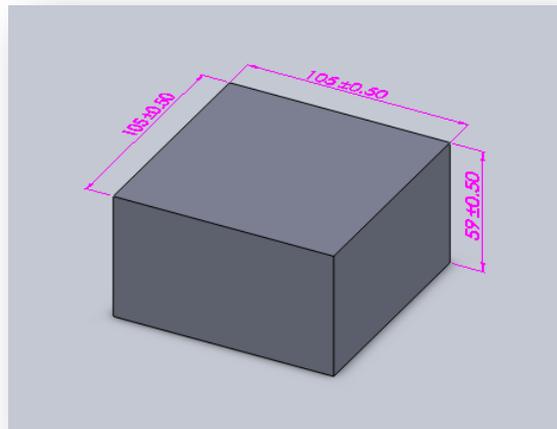


Imagen 53. Sistema Cerrado.

Al igual que sucede en la naturaleza:

Los cilindros serán transparentes, en teoría esto nos ayudara a no atraer o repeler calor. En el cuerpo de cada cilindro se

PROPUESTA

podrá mantener un porcentaje de aire, que ayudara a mantener estable el sistema al no hacer convección de forma rápida con el aire atrapado en el resto del cuerpo.

Cuando la temperatura del sistema incremente, los cilindros tendrán la función de disminuir la fricción del aire, evitando incrementar el calor existente, haciendo fluir el aire más rápido para una convección acelerada que buscará equilibrar la temperatura.

La propuesta no es que todo lo que se requiera mantener a una temperatura confortable, este dentro del sistema. Más bien, que el sistema completo pueda rodear a los cuerpos para ayudar a termorregularlos. De esta forma se podrían construir paneles completos para insertarlos en los toldos, puertas y demás componentes del automóvil.

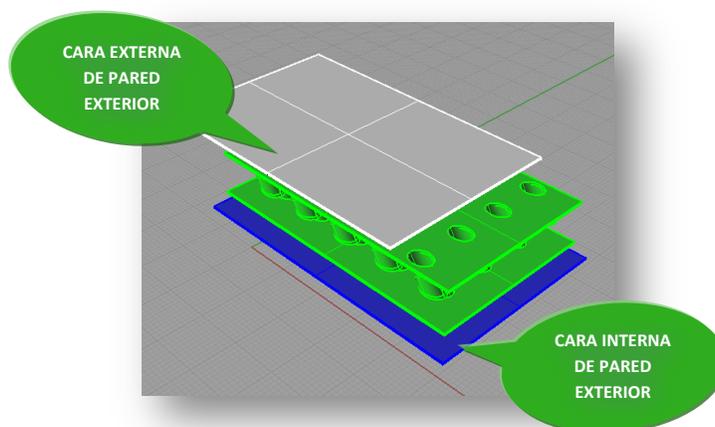


Imagen 54. La cara externa del sistema está cubierta de una capa de pintura blanca. La cara externa es de color negro (para apreciar el detalle, en esta imagen se muestra en color azul).

En esta imagen se puede apreciar en color blanco la pared exterior que estaría expuesta a una fuente de calor cualquiera. Esta es la región del sistema que mayor cantidad

PROPUESTA

de calor acumularía, ya que el aire caliente, menos denso que el frío, tiende a subir. El color blanco disminuye la posibilidad de ingreso del calor al sistema. En la parte inferior de la imagen, en color azul se aprecia la cara interna de la otra pared exterior del sistema, cerca de ella se ubica el aire más frío. El color oscuro de esta pared contribuye a atraer el calor del interior del sistema para transferirlo al exterior, que esta pigmentado de color blanco.

Las capas exteriores tienen como función aislar el calor y el frío del resto del sistema para mantenerlo estable térmicamente utilizando el mejor aislante térmico, el aire.

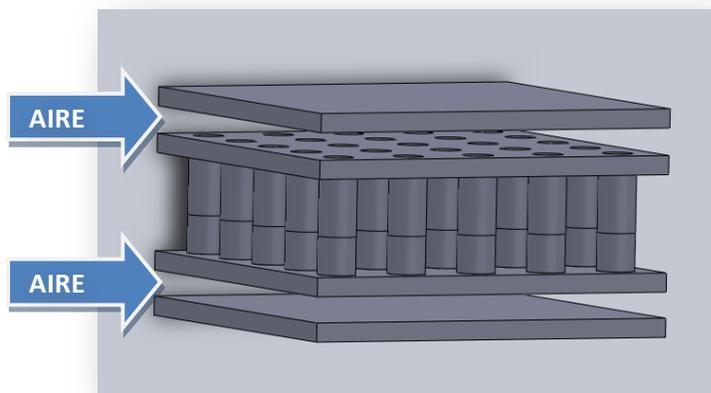
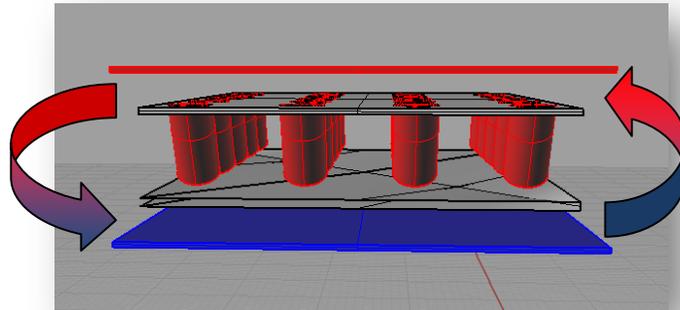


Imagen 55. Corte del Sistema.

La convección de aire frío y caliente tienen como resultado la homogenización de la temperatura del aire. Es decir, la temperatura dentro del sistema es la misma, independientemente de la zona a la que los cuerpos a termorregular, estén más próximos.

PROPUESTA

Imagen 56.
Convección de
aire en el interior
del sistema.



El aire caliente que se encuentra en la parte superior del sistema buscará una salida, al no encontrarla gracias a que el sistema está cerrado, éste genera presión que le permite descender gracias a la convección que se realiza con el aire frío. En otras palabras, el aire frío sube por presión del aire caliente, cuando éste último desciende. Este intercambio tendrá lugar en todo el sistema, pero al llevarse a cabo en su parte media (lugar donde se encuentra una mayor porción de superficie expuesta), el aire tendrá mayor resistencia al cambio de temperatura logrando una estabilidad térmica.

3.4 Modelo Funcional

El modelo funcional que se utiliza para realizar la prueba de funcionamiento, es construido de acuerdo a las especificaciones de diseño que arroja ésta investigación.

Las pruebas realizadas mediante la fabricación del modelo, sugieren que la diferencia de temperaturas dentro del modelo, en contraste con la del medio ambiente, será de

PROPUESTA

cuando menos 6 grados centígrados y que los cilindros del panel interior deberán estar inclinados para favorecer la convección del aire frío y caliente.

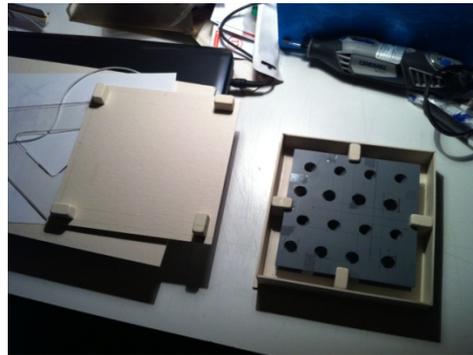


Imagen 57. Fabricación del Modelo Funcional

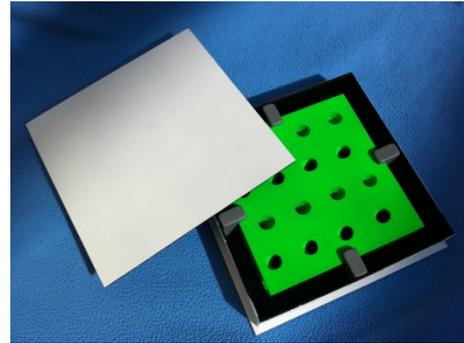
Durante la primera prueba, el modelo es expuesto a la luz del sol desde las 10:30 de la mañana en un día totalmente despejado y es sometido a temperaturas de hasta 35 grados centígrados. Para alcanzar este rango, la prueba es realizada bajo un domo de cristal totalmente cerrado que se encuentra a una distancia de 3.5 m. del modelo en cuestión.

La temperatura máxima de 35°C se logra a las 11:30 de la mañana y el modelo registra una temperatura interior de 27.1 °C como máxima. La prueba se desarrolla a lo largo del día cuidando que el modelo esté siempre expuesto al sol y lo más próximo al calor del domo.

Una vez realizada la primera prueba, se procede a dar los acabados de pintura con lo que se espera un mejor funcionamiento del sistema.

PROPUESTA

Imagen 58. El modelo es terminado con las especificaciones que arroja la investigación.



Tal y como se proyectó, el modelo logra un mejor funcionamiento una vez terminado. Al realizarse la segunda prueba, se expone el sistema diseñado a la luz directa del sol. El ejercicio se realiza sin el panel interior. Al termino de unos cuantos minutos, la diferencia entre la temperatura ambiente y la del interior del modelo es apenas de un grado centígrado. Durante la tercera prueba se coloca el sistema completo a la luz del sol y se demuestra que el panel interior incrementa la resistencia al cambio de temperatura. Esta ocasión la diferencia entre la temperatura interna del modelo y la del medio ambiente es de hasta once grados centígrados.

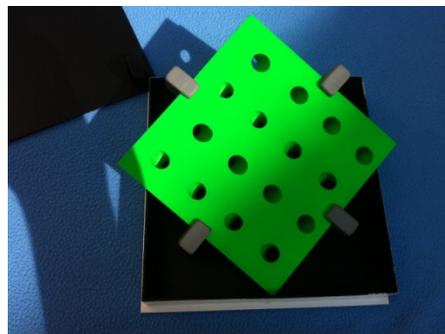


Imagen 59. El panel (color verde en esta imagen) incrementa la superficie expuesta a la radiación del calor del sol. Con ello se logra disminuir la temperatura del interior del modelo.

PROPUESTA

Resumen de la última prueba realizada al modelo funcional			
Hora	Condiciones climáticas	Temperatura Ambiente	Temperatura al interior del Modelo
10:56	Soleado	21.3° C.	20.7 °C.
11:18	Soleado	31.9 °C.	23.1 °C.
11:27	Soleado	34.7 °C	24.9 °C.
12:00	Soleado	37.0 °C.	26.3 °C.
12:33	Soleado	38.3 °C	28.2 °C.
13:47	Soleado	37.3 °C	29.5 °C.
16:00	Nublado	31.7 °C.	30.8 °C.
17:14	Nublado	24.9 °C.	28.4 °C.
19:32	Nublado	21.9 °C.	24.3 °C.

Tabla 3. Resumen de la última prueba realizada al modelo funcional.

Las pruebas realizadas sugieren que cuando el aire entra a un cuerpo por un diámetro mayor al que encuentra en su salida, éste gana velocidad. Dicho efecto contribuye a lograr una convección rápida de aire frío y caliente. Entonces, los que en un principio eran cilindros en el cuerpo del sistema, ahora serán conos.

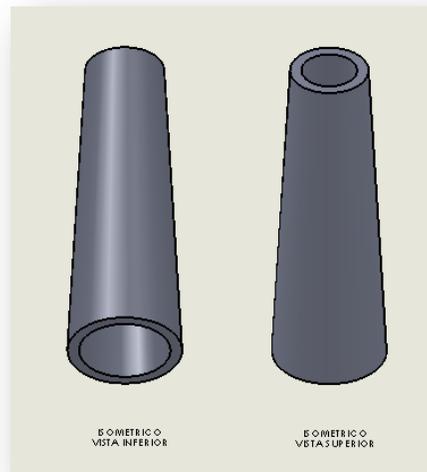
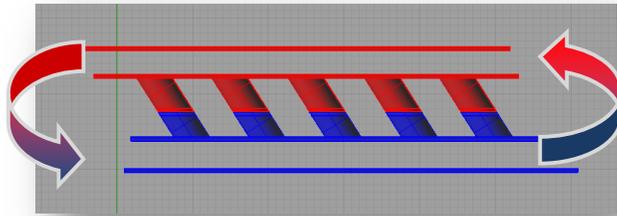


Imagen 60. Conos propuestos para el interior del panel.

PROPUESTA

Estos conos tendrán una inclinación de 20 grados, con el fin de lograr que el aire caliente se desplace a la parte superior del sistema, no importando si éste último tiene una posición horizontal o vertical.

Imagen 61. En la parte central del cuerpo se llevará a cabo la mayor parte de la termostatación del aire, gracias a la mayor presencia de superficies.



Glosario

Anastomosarse: Unirse formando anastomosis.

Anastomosis: F. Bot. y Zool. Unión de unos elementos anatómicos con otros de la misma planta o del mismo animal.

Envés: Cara inferior de la hoja, opuesta al haz

Homeotérmico: Pertenciente o relativo a la homeotermia.

Pecíolo: Pezón que sostiene la hoja.

Xilema: Tejido leñoso de las plantas vasculares, que transporta principalmente agua y minerales de una parte a otra de estos organismos.

Mesografía

- Aguilar, Luis. Contaminación del Aire. <http://aire-contaminacion.blogspot.com/17/11/2009>
- Alvarez Vallejo, Alberto. Asesoría concedida a mi persona durante mis estudios de maestría. UAEMex. 2010
- Alvarez Vallejo, Alberto. Apuntes de Filosofía y Espistemología del Diseño elaborados por Juan Miguel Portilla Aguilar. UAEMex. 2009.
- Arts, T. " Pressure Transducers". Introduction to Measurement Techniques. Von Karman Institute for Fluid Dynamics. Lectures Series 1994-01 (II). Rhode Saint Genese. Belgium 1994. Citado en Bardera Mora, Rafael. Aplicación del PIV a la medida del coeficiente de la resistencia aerodinámica. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Físicas. Madrid. 2004.
- Bardera Mora, Rafael. Aplicación del PIV a la medida del coeficiente de la resistencia aerodinámica. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Físicas. Madrid. 2004.
- Biomimicry Institute. Why biomimicry? <http://www.biomimicryinstitute.org/04/10/2009>
- Ibid.
- Blackett, Thom. Honda entrega el primer automóvil de hidrógeno a una familia Oceanside CA. http://local.kbnt.com/Honda_entrega_el_primer_auto_a_hidrogeno_a_una_familia_Oceanside_CA-r1092695-Oceanside_CA.html fc 10/10/2009
- Benyus, Janine. - Traducción de What Do You Mean by the Term Biomimicry? A Conversation with Janine Benyus, Diciembre de 2008 material de difusión del Biomimicry Institute. <http://www.terra.org/articulos/art02184.html> 13/05/2010

- Canales Clariond, Fernando. Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México. Secretaría de Energía. Mexico. 2006
- Casa, Douglas J. McDermott, Brendon P. Lee, Elanie C. Yergin, Susan W. Armstrong, Lawrence E. Maresh, Carl M. Cold Water Immersion: The Gold Standard for Exertional Heatstroke Treatment.
<http://www.medscape.com/viewarticle/559753>
(Douglas J. Casa; Brendon P. McDermott; Elaine C. Lee; Susan W. Yergin; Lawrence E. Armstrong; Carl M. Maresh Authors and Disclosures Posted: 07/24/2007; Exerc Sport Sci Rev. 2007;35(3):141-149. © 2007 American College of Sports Medicine).
- Castañeda, Erwin Gonzalo. Informe de la Exposición de Transferencia de Calor. Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia. 2005. Pp.10
- Chrysler. Manual del Propietario Spirit R/T. México. 1993.
- Daimler Chrysler. Mercedes-Benz presentó el concepto de vehículo Bionic Car, con formas inspiradas en un pez.
www.daimlerchrysler.com.br/noticias/Junho/Bionic_Car/popexpande.htm
20/10/2009
- Díaz, José Luis. La mente y el comportamiento animal. UNAM. México. 1994. Pag. 87.
- Domínguez Vergara, Nicolás et al. Transición energética de combustibles fósiles a renovables.
http://www.foroenergia.uam.mx/2009/MESAS_01/MESA_2/TRANSICION_ENERGETICA_DE_COMBUSTIBLES_FOSILES_A_RENOVABLES.pdf 19/10/2009
- El Universal.
http://www2.eluniversal.com.mx/pls/impreso/noticia.html?id_nota=65154&tabla=ciudad 14/05/2010
- Leff, Enrique. Discursos Sustentables. Editorial Siglo XXI. México 2008. Pps.24,26,52,54.
- Espasa Calpe. Nuevo Diccionario Enciclopédico Espasa Calpe S.A. de C.V. Madrid. 1998. Pp. 47.
- Ganong, William F. Fisiología Médica. Editorial El Manual Moderno S.A. DE C.V.. México, 1998. Pps. 208, 209, 210.
- G. Cunningham, James. Fisiología Veterinaria Editorial Elsevier. España. 2003 Pps. 534,535.
- Hernández Moreno, Silverio. Diseño y manejo sustentable en edificación. Universidad Autónoma del Estado de México. México. 2010 Pps. 19, 21, 22.
- IPM. Túneles aerodinámicos en las Instalaciones de Montegancedo. Túnel aerodinámico ACLA16. Texto obtenido del video de túnel de viento ACLA16. <http://www.idr.upm.es/> - ACLA16. Instituto Universitario de Microgravedad Ignacio da Riva. Universidad Politécnica de Madrid. 28/04/2010
- Irigoyen Castillo, Jaime Francisco. Filosofía y Diseño: una aproximación epistemológica. Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco. México. 2008. Pps. 198,199.
- Jarco, Roman, citado en Cold Water Immersion: The Gold Standard for Exertional Heatstroke Treatment. Douglas J. Casa; Brendon P. McDermott; Elaine C. Lee; Susan W. Yergin; Lawrence E. Armstrong; Carl M. Maresh

- <http://www.medscape.com/viewarticle/559753> 16/05/2010 (Jarcho, S. A Roman experience with heat stroke in 24 B.C. *Bull. Acad. Med.*) 43:767-768, 1967.
- Jones, John Christopher. *Diseñar el diseño*. Gustavo Gili. Barcelona. 1985.
 - López Gómez, Jorge Arturo. *¿Es confiable el aire acondicionado?*. 2006 Eluniversal.com.mx. fc25/11/2009
 - Paniagua, Victor. (Nistal, Manuel. Sesma, Pilar. Alvarez-Uría, Manuel. Fraile, Benito.) *Citología e Histología Vegetal y Animal*. Mc Graw Hill – Interamericana. Madrid. 1993. Pags. 735, 736,738.
 - Paumier, Carine. Petitjean, Pascale. Besombes, Giles. Loup Didier. *Air Diffusion Concept for Climate Comfort Improvement*. SAE 2000 World Congress Detroit, Michigan. March 6-9,2000. Traducción: Juan Miguel Portilla Aguilar.
 - Rae,W.H., Pope, A. "Low-speed Wind Tunnel Testing". Second Edition. John Wiley & Sons, Inc.USA.1984. Citado en Bardera Mora, Rafael. *Aplicación del PIV a la medida del coeficiente de la resistencia aerodinámica*. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Físicas. Madrid. 2004.
 - Real Academia Española. *Diccionario de la Lengua Española*. Vigésima Segunda Edición . Diccionario en Línea. <http://buscon.rae.es> 06/09/2010
 - Redacción Tips. *Cómo mantenerse fresco ahorrando combustible*. <http://www.alianzaautomotriz.com/tips/como-mantenerse-fresco-ahorrando-combustible/> 4/10/2009
 - Schlichting, H, "Teoría de la capa límite". Ediciones URMO. Bilbao. España. 1972. Citado en Bardera Mora, Rafael. *Aplicación del PIV a la medida del coeficiente de la resistencia aerodinámica*. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Físicas. Madrid. 2004.
 - SENER (Secretaría de Energía). *Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México*. Secretaría de Energía. Mexico. 2006 Pp. 34,35.
 - Volkswagen. *Documentación de abordo Bora*. Controles y equipamientos. Volkswagen. 2004.
 - White, F.M., "Mecánica de Fluidos". McGraw-Hill de México, SA. Impreso en EDIGRAFOS, SA. Madrid (España).1990. Citado en Bardera Mora, Rafael. *Aplicación del PIV a la medida del coeficiente de la resistencia aerodinámica*. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Físicas. Madrid. 2004.
 - Wilson, James A. *Fundamentos de Fisiología Animal*. Universidad de Ohio. México. 1989. Pags. 72, 73.
 - Zwaaneveld, J. AGARD CP-124: Aerodynamic drag. 1973. Citado en Bardera Mora, Rafael. *Aplicación del PIV a la medida del coeficiente de la resistencia aerodinámica*. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Físicas. Madrid. 2004.

Tablas

- Tabla 1. Mecanismos reguladores de la temperatura. Ganong, William F. *Fisiología Médica*. El Manual Moderno. México, 1998. Pag. 210
- Tabla 2. Temperatura de Radiación del Asfalto. Pruebas realizadas por Portilla Aguilar Juan Miguel durante la realización del presente trabajo de tesis.
- Tabla 3. Resumen de la última prueba realizada al modelo funcional.

Imágenes

- Imagen 1. Estructura de un termitero. <http://www.harunyahya.es> 02/06/2010
- Imagen 2. Edificio Eastgate, Zimbawe. <http://www.ceeim.es> 02/06/2010
- Imagen 3. Bionic Car Daimler Chrysler.
<http://www.corriere.it/gallerie/20080225.shtml>
- Imagen 4. Sudor <http://www.deproteina.com.ar> 03/06/2010
- Imagen 5. Posición fetal. <http://www.deproteina.com.ar> 03/06/2010
- Imagen 6. La hoja. <http://botanica-satamarca-natalia.blogspot.com> 03/06/2010
- Imagen 7. Sistema vascular de la hoja. <http://www.fotonatura.org> 03/06/2010
- Imagen 8 El Xilema. <http://recursos.cnice.mec.es> 03/06/2010
- Imagen 9. El envés de la hoja. <http://www.inta.gov.ar> 03/06/2010
- Imagen 10. Sombra de árbol. Portilla Aguilar, Juan Miguel. 2010
- Imagen 11. Sol cenital. <http://desarrollo.uacm.edu.mx/sitio> 03/06/2010
- Imagen 12. Hoja de palma. <http://www.bing.com/images/search> 15/05/2010
- Imagen 13. El peciolo. <http://www.webs.uvigo.es> 03/06/2010
- Imagen 14. Las grandes masas de agua. <http://www.datines.com/200803/06/2010>
- Imágenes 15,16, 17. Google scholar. www.google.com
- Imágenes 18 y 19. Portilla Aguilar, Juan Miguel. 2010
- Imágenes 20,21,22,23,24,25,26. Google Scholar. www.google.com
- Imagen 27: Autobús Mercedes Benz <http://www.michaeltaylor.ca/bus-eu/german/auto-ober-mrm-5200.html> 02/06/2010
- Imagen 28: Ferrari 458 Italia
http://www.ferrari.com/English/GT_Sport%20Cars/CurrentRange/458-Italia/Pages/458-Italia.aspx 02/06/2010
- Imagen 29: Honda F1 <http://signonsdewheels.com/autoweek/an-formula-1.php> 02/06/2010
- Imágenes 30, 31 y 32: Ferrari Formula 1 Escala 1:10. Product under license of Ferrari S.P.A.
- Imágen 33. Estela en túnel de viento.
<http://nipponpower.com.mx/foro/showthread.php?p=1262939> 02/06/2010
- Imagen 34. Bardera Mora, Rafael. *Sistema de medida con balanza. Aplicación del PIV a la medida del coeficiente de la resistencia aerodinámica.*
- Imagen 35. *Balanza para la medida de fuerzas.* Bardera Mora, Rafael. *Sistema de medida con balanza. Aplicación del PIV a la medida del coeficiente de la resistencia aerodinámica.* Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Físicas. Madrid. 2004.
- Imagen 36. Bardera Mora, Rafael. *Sistema de medida con balanza. Aplicación del PIV a la medida del coeficiente de la resistencia aerodinámica.* Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Físicas. Madrid. 2004.
- Imagen 37. Túnel de viento. Esquema obtenido del video túnel de viento ACLA 16. <http://www.idr.upm.es/> - ACLA16. Instituto Universitario de Microgravedad Ignacio da Riva. Universidad Politécnica de Madrid. 28/04/2010
- Imágenes 38, 39, 40 y 41. Universidad Politécnica de Madrid. Túneles Aerodinámicos en las Instalaciones de Montegancedo. Túnel aerodinámico

ACLA16. Imagen obtenida de video de túnel de viento ACLA16. <http://www.idr.upm.es/> - ACLA16. Instituto Universitario de Microgravedad Ignacio da Riva. Universidad Politécnica de Madrid. 28/04/2010

- Imagen 42. Rejillas del sistema de aire acondicionado en el tablero de instrumentos. Portilla Aguilar, Juan Miguel. 2011.
- Imagen 43 y 44. Flow Diagnostics Laboratory, University of Nottingham. AbdulNour B.S. Ford Motor Co. Control of Passenger Vehicle Internal Aerodynamics through Forced Air Extraction. SAE 2002 World Congress Detroit, Michigan. March 4-7, 2002. Pag 8.
- Imagen 45, 46 y 47. Paumier, Carine. Petitjean, Pascale. Besombes, Gilles. Loup Didier. Air Diffusion Concept for Climate Comfort Improvement. SAE 2000 World Congress Detroit, Michigan. March 6-9, 2000. Pag 6.
- Imagen 48. Portilla Aguilar, Juan Miguel. Vehículo de pruebas. 2010.
- Imágenes 49,50. Portilla Aguilar, Juan Miguel. Apuntes personales de la maestría en Diseño. 2010
- Imágenes 51, 52, 53, 54, 55, 56. Portilla Aguilar, Juan Miguel. Modelo tridimensional CAD. 2011
- Imágenes 57, 58, 59. Portilla Aguilar, Juan Miguel. Modelo Funcional fabricado a mano. 2011
- Imagen 60. Portilla Aguilar, Juan Miguel. Modelo tridimensional CAD. 2011