



Trabajo Fin de Grado

Diseño de un Controlador de
Humedad Ambiental Bioinspirado

Bioinspired Design of an
Environmental Humidity Controller

Autor/es

Marta Meléndez Rújula

Director/es

Ignacio López Forniés

EINA / Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2016



**DECLARACIÓN DE
AUTORÍA Y ORIGINALIDAD**

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D^a. _____,

con nº de DNI _____ en aplicación de lo dispuesto en el art. 14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster) _____, (Título del Trabajo)

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, _____

Fdo: _____

DISEÑO DE UN CONTROLADOR DE HUMEDAD AMBIENTAL BIOINSPIRADO

.RESUMEN

El objetivo principal de este proyecto es el control de la humedad.

Se comenzó el trabajo estudiando las nieblas y el exceso de humedad en las carreteras, datos que sirvieron para un mayor conocimiento del agente atmosférico y de sus reacciones ante diferentes métodos para disiparla.

El estudio también demostró la existencia de otros problemas que ocasiona la humedad en la vida cotidiana (el deterioro de edificios y objetos, el incremento de los niveles de polución en la atmósfera, problemas de salud como alergias, osma...).

Para buscar soluciones, la investigación se dividió en tres vías, todas ellas asociadas a la Niebla-Humedad

- Investigación de la Conductividad Térmica Eléctrica o Magnética
- Investigación de suelos y materiales.
- Investigación de adaptaciones de seres vivos

Una vez analizados los tres enfoques, se hizo un estudio de mercado obteniendo información de patentes, productos y proyectos relacionados con el tema, para poder estudiar sus métodos de funcionamiento y conocer sus carencias.

Con los resultados obtenidos de estas investigaciones, se crea un concepto que consigue hacer frente al problema de la forma más rápida y sostenible posible, gracias a la combinación de la utilización de partículas magnéticas que atraen las minúsculas gotas de agua; de soluciones bioinspiradas, imitando las adaptaciones de plantas y animales para diseñar formas y estructuras que fomentan la captura de la humedad de forma innata; la utilización de materiales capaces de absorber y filtrar; y sistemas y mecanismos que ayudan a acelerar el proceso.

La primera opción de aplicación de este concepto era para captar la humedad en carreteras, pero se desestimó adaptándolo a un entorno más reducido y apropiado para demostrar su validez.

Una vez desarrollado, se comprobó mediante ensayos su funcionamiento con prototipos para verificar su eficiencia tecnológica.

Finalmente se determina el diseño formal y estructural, que se adapta a las formas biónicas estudiadas para su correcto funcionamiento.

Con el Controlador de Humedad Ambiental PINEBLOB! Se concluye y documenta que, una forma eficaz, económica y ecología es utilizar principios biológicos. Qué mejor manera de solucionar la captura de humedad que imitando técnicas, que producto de su evolución, han servido para sobrevivir a seres vivos.

TABLA DE CONTENIDOS

0. FASE: INTRODUCCIÓN	4
1. FASE: DOCUMENTACIÓN Y ESTUDIOS PREVIOS	
1.1. Definiciones y documentación	6
1.2. Vías de investigación relacionadas	9.
1.2.1. Relación entre niebla-humedad y conductividad térmica, eléctrica o magnética:	9.
1.2.2. Relación entre niebla-humedad y seres vivos.....	9.
1.2.3. Relación entre suelos- materiales y niebla-humedad	12.
1.3. Análisis de problemas y peligros causados	13.
1.3.1. Falta visibilidad	15.
1.3.2. Problemas de salud y el no confort	15.
1.3.3. Problemas estructurales y deterioro en edificaciones y viviendas	17.
1.4. Estudios de mercado y de soluciones a los problemas	18.
1.4.1. Ver a través	18.
1.4.2. Disipar humedad-niebla	19.
1.4.2.1. Disipación natural	19.
1.4.2.1.1. Calentamiento	19.
1.4.2.1.2. Movimientos	19.
1.4.2.1.3. Precipitación por colisión	19.
1.4.2.1.4. Condensación.....	19.
1.4.2.1.5. Absorción o captura	19.
1.4.2.2. Disipación artificial	19.
1.4.2.2.1. Calentamiento	19.
1.4.2.2.2. Movimientos o desplazamientos	19.
1.4.2.2.3. Precipitación o colisión de las gotas	20.
1.4.2.2.4. Condensación	20.
1.4.2.2.5. Absorción o captura	20.
2. FASE: IDEAS Y GENERACIÓN DEL CONCEPTO	
2.1. Ideas y conceptos para entorno al aire	22.
2.1.1. Radiador de tuberías en suelos	23.
2.1.2. Pérgolas anillos calefactores	23.
2.1.3. Aspersores y rocas porosas	23.
2.1.4. Láminas metálicas	23.
2.1.5. Uso plantas interceptoras	24.
2.1.5.1. Pérgolas	24.
2.1.5.2. Arcos	24.
2.1.5.3. Plantas artificiales aspiradoras	24.

TABLA DE CONTENIDOS

2.2. Elección y comprobación del concepto	26.
2.2.1. Sistemas tajados succionadores	27.
2.2.2. Objetos de yeso	27.
2.2.3. Sanguijuelas en la pared	27.
2.2.4. Escarabajo robot	27.
 3. FASE: DESARROLLO DEL CONCEPTO	
3.1. Controlador de humedad bioinspirado	29.
3.2. Competencia en el mercado: deshumidificadores	30.
3.3. Pruebas y cálculos: selección mecanismos, materiales y comparaciones	32.
3.3.1. Posibles mecanismos de aspiración	32.
3.3.2. Posibles materiales	32.
3.3.3. Pruebas y cálculos de prototipos	32.
3.3.4. Resultados y conclusiones	34.
3.4. Estudios sistemas eléctrico y prototipo	35.
3.4.1. Funcionamiento del producto manual	35.
3.4.2. Funcionamiento del producto automático	36.
3.5. Estudios formales y estructurales	38.
3.6. Desarrollo de piezas y procesos	39.
3.7. Montaje y secuencia de uso	41.
3.8. Imagen de marca y packaning	44.
3.9. Representaciones final	45.
 4. CONCLUSIONES	46.
5. BIBLIOGRAFÍA	47.
6. INDICE	52

ANEXOS

- ANEXO.1.: Dossier Trabajo Fin de Grado
- ANEXO.2: Planos
- ANEXO.3.: Informes de la humedad-niebla
- ANEXO.4.: Materiales y proyectos para acabar con la humedad
- ANEXO.5.: Estudios biónicos y proyectos: recaudar agua

O. INTRODUCCIÓN

La finalidad de este proyecto es el diseño de un producto capaz de solucionar los problemas que pueden ocasionar los fenómenos atmosféricos como el exceso de humedad. Se utilizará, entre otros, el diseño biónico como herramienta de trabajo creando un producto sostenible y con el mínimo gasto de energía.

PROBLEMA: Las estadísticas lanzan el dato: "una de las causas con mayor índice de mortalidad son los accidentes de tráfico en carretera causados por la niebla"

La pregunta obligada: ¿Por qué con tantas medidas de seguridad que se implantan, existe un porcentaje tan elevado de accidentes?

Muchas carreteras presentan nieblas durante todo el año, incluso en las autopistas donde el índice de siniestralidad es menor.

En España tenemos ejemplos; buscando noticias y sucesos sobre "el problema de la falta de visibilidad por nieblas en carretera" destaca un tramo en particular, el puente de la A-8 en Galicia, trayecto que discurre entre Abadín y Mondoñedo. Como única solución que se implanta cuando se da este hecho, es el corte total del puente y el desvío por otra carretera. Sucede en cualquier mes del año y puede durar hasta 5 días seguidos.

Al continuar informándose sobre el tema, se encuentra que Fomento publica en el BOE un concurso para buscar soluciones innovadoras en ese tramo en concreto.

Consistía en desarrollar un proyecto que pusiera fin a los accidentes ocasionados por la niebla y que este fuera comprobado y resultara eficiente.

Después del estudio del comportamiento de la niebla-humedad y analizar las diversas vías de investigación, como la búsqueda de soluciones bioinspiradas, se encontró que el exceso de humedad también provoca otros problemas en nuestra sociedad, como el aumento de la contaminación atmosférica, afectando a la salud, y el deterioro estructural de edificios y objetos.

Para acabar con todos estos problemas, la única forma válida y común de solucionarlos era si se eliminaba, pero quitar la niebla en carreteras, un espacio tan amplio, es un trabajo muy ambicioso y costoso (elevado gasto de ejecución y energético),

Por lo tanto, todos estos datos y estudios evidenciaron que:

- La solución más rentable, fácil y segura para el problema de la falta de visibilidad en carreteras, no consiste en eliminarla sino en ver a través de ella gracias a la aplicación de sistemas auxiliares en los vehículos.
- Buscar ideas para "Captar la humedad" presenta el potencial necesario para ser desarrollado y aplicado en entornos más reducidos, acabando con el resto de problemas causados por el exceso de humedad,

O. INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS Y ALCANCE

Los objetivos principales de este proyecto son los siguientes:

- Estudio y comprensión del proceso de saturación de la humedad-formación de la niebla.
- Investigaciones para poder encontrar soluciones, como métodos-técnicas interesantes y recursos de seres vivos para captar la humedad.
- Análisis de los problemas que causa este meteoro en la sociedad. Falta de visibilidad, contaminación ambiental, problemas respiratorios y deterioro de edificios.
- Estudio de mercado y análisis del modo en que se emplean dichas soluciones para su futura aplicación al diseño y la tecnología.
- Generación de ideas y conceptos capaces de solucionar el problema
- Selección del concepto y estimar las zonas más adecuadas para su instalación y funcionamiento.
- Resultados. La solución para la falta de visibilidad debe de abordarse tecnológicamente desde otras alternativas que el resto de problemas.
- Evolución del concepto adaptándolo al nuevo entorno donde suceden los otros problemas.
- Desarrollo de las ventajas o recursos encontrados y reproducción de éstos en el producto a realizar, de la forma más ecológica y novedosa respecto a su competencia.
- Pruebas y cálculos que determinan su funcionamiento.
- Producto final bioinspirado capaz de solucionar problemas de humedad en entornos cerrados de forma más sostenible con un mejorado diseño estético y formal.



1.1. DEFINICIONES Y DOCUMENTACIÓN

NIEBLA

Gotas de agua en la atmósfera, tan pequeñas que no se precipitan y se mantienen suspendidas en el aire. Es una nube estratiforme en contacto o cerca del suelo.

La temperatura es el parámetro desencadenante en la formación de la niebla. Cuando masas de aire caliente se enfrian, al desplazarse por la superficie y entrar en contacto con masas de aire frío, se produce la condensación y por tanto la niebla. Esto se da porque la masa de aire contiene más vapor de agua del que puede contener en la nueva temperatura a esto se lo conoce como volumen de saturación.

Además de las gotas de agua suspendidas también permanecen suspendidas partículas de sal, polvo, etc, que actúan como núcleos de condensación y también estimulan la formación de la niebla.

Este parámetro se mide con el neblinómetro.

- FACTORES PARA FORMACIÓN DE LA NIEBLA:

- Inversión Térmica
- NO movimientos verticales de aire
- Humedad Relativa 100%

Enfriamiento + adición de vapor de agua

=

Aumenta humedad relativa → condensa → niebla

- PROCESOS DE FORMACIÓN:(LA TEMPERATURA ES EL DESENCADEANTE DE SU FORMACIÓN).

Por Evaporación:

- Niebla Vapor: Aire frío se mueve sobre agua caliente y se evapora, el vapor asciende y el aire frío superior se satura.
- Niebla Frontal: Se da cuando una lluvia cae sobre aire frío con temperatura cercana al rocío, se evapora y produce niebla.

Por Enfriamiento:

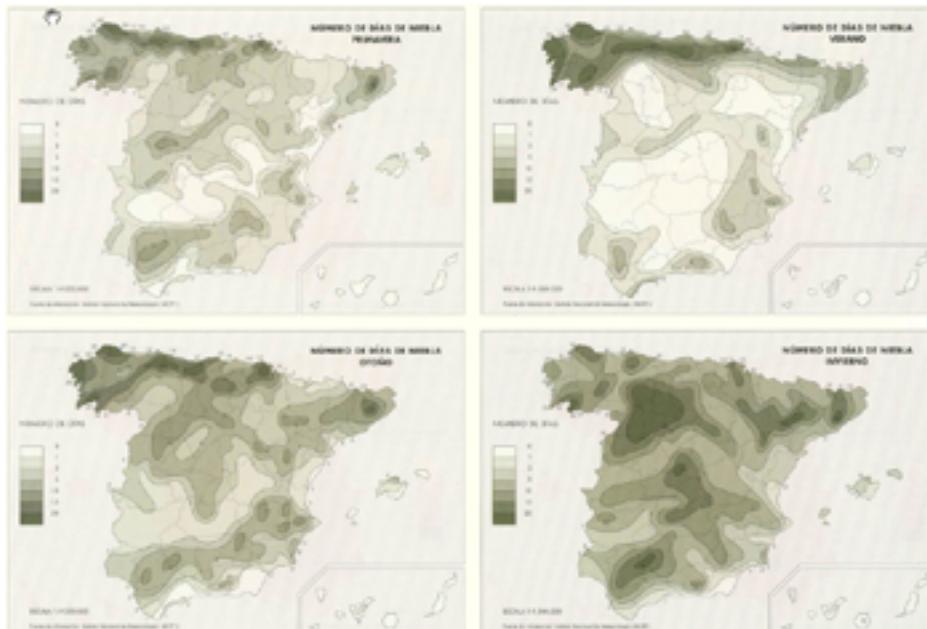
- Niebla de Radiación: Nieblas nocturnas, se enfria la capa de aire en contacto con la superficie, el vapor de agua que contiene se condensa.
- Niebla por advección: Masa de aire húmedo y cálido que se desplaza horizontalmente sobre una superficie fría.
- Niebla orográfica: Masa de aire húmedo y cálido se mueve hacia una montaña, la masa se expande y se enfria.



6.

1.1. DEFINICIONES Y DOCUMENTACIÓN

- LOCALIZACIÓN : (mayor frecuencia en el norte de la península)

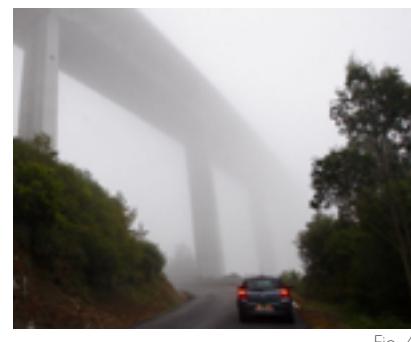


Zaragoza



Fig. 2

Galicia



Puente A-8, Galicia

Fig. 3

Fig. 4

- DISIPACIÓN NATURAL

$$\begin{aligned} \text{calentamiento} &+ \text{sustracción de vapor de agua} \\ &= \\ &\text{disminuye humedad relativa} \rightarrow \text{disipación niebla} \end{aligned}$$

- Calentamiento por radiación solar durante el día.
- Advección sobre una superficie más caliente.
- Calentamiento adiabático del aire por subsidencia,
- Movimientos descendentes o transporte turbulento de calor hacia abajo.
- La sustracción de humedad se verifica en las siguientes circunstancias:
 - Mezcla turbulenta de la capa de niebla con otra capa superior más seca.
 - Condensación del vapor de agua en forma de rocío o escarcha.
- Vientos fuertes y cambio en la dirección del viento.
- Colisionan formando la lluvia.

1.1. DEFINICIONES Y DOCUMENTACIÓN

HUMEDAD

Término referido al agua que impregna un cuerpo. Humedad del aire, es la cantidad de vapor de agua presente en la atmósfera, se puede medir y expresar mediante valores de:

- Humedad Absoluta(Kg/m³)
- Humedad Específica (gr/Kg)
- Humedad Relativa o grado de humedad(%)
- Presión (Pa)

La cantidad de vapor de agua que puede absorber el aire depende de su temperatura, el aire caliente admite mas vapor de agua.

Al llegar a zonas frías el vapor de agua se condensa y forma las nieblas o nubes. Cuando estas gotas de agua pesan demasiado caen y originan precipitaciones.

La humedad se mide con higrómetro.

BIÓNICA

Es la aplicación de soluciones biológicas a la técnica de la arquitectura, ingeniería y tecnología moderna.

Imitar adaptaciones de los seres vivos para solucionar determinados problemas.

Es aquella rama de la cibernetica que trata de simular el comportamiento de los seres vivos para mejorar y solucionar problemas por medio de instrumentos mecánicos y artificiales.

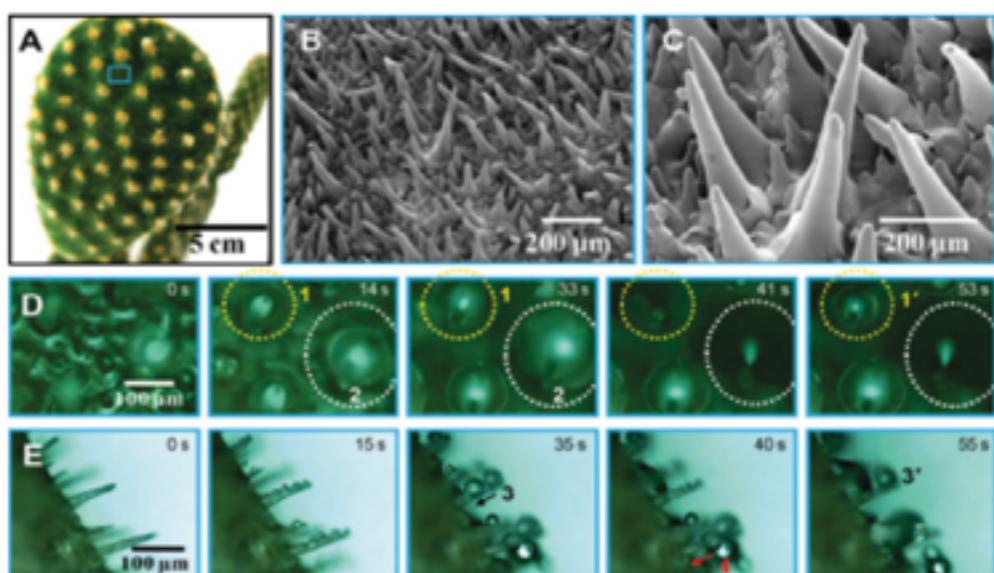


Fig. 5

8.

1.2. VÍAS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADAS

I.2.1. RELACIÓN ENTRE NIEBLA-HUMEDAD Y CONDUCTIVIDAD TÉRMICA, ELÉCTRICA O MAGNÉTICA.

- El índice de humedad depende de las condiciones térmicas de los cuerpos.
- Superficies frías condensan el vapor de agua.
- El aire caliente puede contener mayor vapor de agua que el frío.
- Los cambios de temperatura producen movimientos de aire.
- Las diferencias de presión producen movimientos
- La atmósfera y el vapor de agua que hay en ella están cargados iónicamente y puede generarse corrientes inducidas de forma eléctrica o magnética. Se consigue una atracción y acumulación de las gotas de agua suspendidas.

I.2.2. RELACIÓN ENTRE NIEBLA-HUMEDAD Y SERES VIVOS

Gracias al agua que se encuentra en suspensión los organismos que habitan en lugares de extrema sequía o en condiciones muy complicadas han sabido desarrollar técnicas para absorberla y captarla. Estas técnicas pueden ser adaptadas para encontrar soluciones a los problemas relacionados con la humedad.

• ANIMALES

TELAS DE ARAÑA

Los nudos de la tela poseen un gradiente de energía superficial y una diferencia de presión, juntos hacen posible la recogida de agua direccional.
Fig. 6



Mariposa MORPHO

Las alas poseen una nanoestructura orientada a una sola dirección lo que facilita la creación de las gotas en su superficie. Esto unido al aleteo que permite abarcar más espacio hacen de las alas un mecanismo completo para captar humedad. Fig. 7



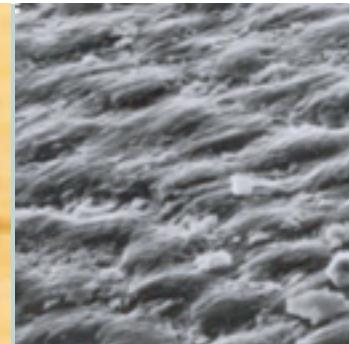
ANIMALES SUCCIONAN generando presión en sus cuerpos , mosquitos, sanguíjuelas, abejas

Fig. 8



ESCARABAJO NAMIBIA

Su caparazón tiene superficies combinadas de composición hidrofílicas (atraen la humedad) y hidrofóbicas forman la gotas). Además su forma cóncavo y un patrón de abultamientos, permiten crear perturbaciones ayudando al proceso de creación de la gota.
Fig. 9



1.2. VÍAS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADAS

• PLANTAS

Gracias a diferenciales de presión entre sus partes pueden absorber la humedad por todo su cuerpo.

Muchos árboles la interceptan y condensan entre sus ramas.

La morfología y distribución de sus hojas influye para mejorar esta captura. La distribución radial o en roseta es la adaptación más eficaz y algunos principios de la física predicen que las hojas estrechas y la cantidad y flexibilidad de las mismas contribuyen a una mejor intercepción.

CONÍFERAS: abetos, cipreses, pinos,
- Forma piramidal (resbala y escurre)
- Hojas pequeñas y de aguja
- Ramas flexibles

Fig.10



EDELWEISS:
Con pétalos cubiertos de pelos.

Fig.11



BRIOFITOS o MUSGOS,
Esponjas naturales de humedad.



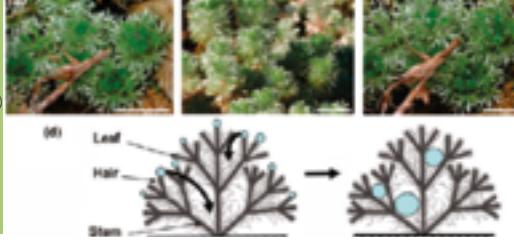
USNEA
En forma de red e hilos atrapan humedad.



PLANTA DEL TRIGO
Aristas que abren y cierra dependiendo de la humedad.



FALLAX PLANTA COTULA
Distribución jerárquica 3D formada por sus hojas y pelos.



TILLANDSIAS Y PIÑAS
-Su estructura permite capturar al máximo.
-Absorben el agua por las hojas por medio de escamas peltadas. Sus hojas elongadas, cóncavas, están agrupadas y arrosetadas en la base de la planta que es donde retienen el agua.
-Superficie de la hoja está cubierta por pelos



CACTUS
-Presentan espinas y tricomas distribuidos arbitrariamente que retienen y recolecta el agua. Al estar orientados crean gradiente de presión.(Fig.2)



-Tronco o estructura carnoso con formas cónicas que sirve de depósito. Recubierto de cera para evitar la perdida y atrapan más humedad
-Superficie rugosa y desigual que favorece la creación de gotas.

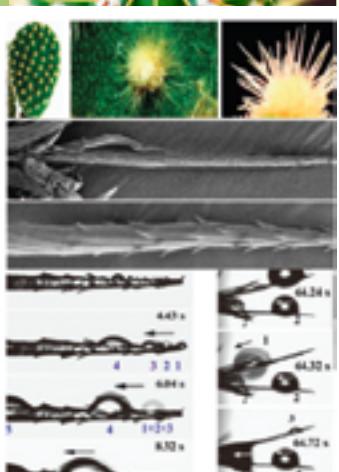


Fig. 19

1.2. VÍAS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADAS: CONCLUSIONES

INVESTIGACIONES MAGNÉTICOS - ESTUDIOS BIÓNICOS – SUELOS Y MINERALES

De las investigaciones se han obtenido los siguientes datos:

- Las partículas de humedad son atraídas por compuestos magnéticos.
- En la naturaleza podemos encontrar animales, plantas y suelos capaces de atrapar humedad con técnicas simples.

Las formas y estructuras más destacables e interesantes para posibles inspiraciones en el producto final, podrían ser:

- Agujas – escamas – pelos – tricomas – raíces aéreas: abarcar más espacio y superficie para atrapar, aumenta la condensación y formación de gotas por ser superficies irregulares.
- Formas cónicas- cóncavas, con canales o hexagonales: fomentan la formación de las gotas y caída para acumularlas, se crea presión Laplace.
- Superficies con patrones orientados en una dirección: gotas caen hacia un sentido y se acumulan más fácilmente.
- Redes hexagonales pegajosas: atrapan con más facilidad y se crea presión Laplace.
- Material absorbente: porosos, pues con los diferenciales de presión, el agua es aspirada y mantienen superficies secas.
- Superficies abultadas o desiguales con materiales de patrón hidrofóbico-hidrofilico: zonas resbaladizas y zonas absorbentes, fomentan formación gotas, atraen humedad, mantienen superficies secas.
- Materiales con partículas magnéticas: atraen las gotas cargadas magnéticamente favoreciendo el movimiento de éstas.
- Telas/redes que vibren o favorezcan ondulaciones con el aire: en movimiento es más fácil captar mayor cantidad de gotas pues abarcas mayor espacio. Además, se crea inestabilidad en el ambiente provocando colisiones entre ellas y contra los obstáculos.

1.2. VÍAS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADAS

1.2.3. REFERENCIAS A LA RELACIÓN ENTRE SUELOS- MATERIALES Y NIEBLA-HUMEDAD

Los suelos y minerales que los componen influyen en la presencia de humedades y niebla. Dependiendo de su superficie, la distribución de su estructura y sus componentes, se pueden alterar las condiciones y absorber humedades. Los seres vivos incluyendo a los seres humanos, han desarrollado técnicas aprovechándose de estas propiedades. También se han desarrollado materiales artificiales capaces de realizar la absorción, mediante polímeros y resinas.

- Suelos irregulares favorecen condensación,
- Suelos arcillosos y porosos tardan en enfriar y en calentar y captan humedad.
- Composición del suelo: materiales desecantes, siendo o absorbentes o adsorbentes.

EJEMPLOS BUSCADOS:

- Cloruro cárlico
- Gel de sílice
- Talc
- Hidrogelos (Fig. 20)
- Sepiolita de Yunclillos
- Poliacrilato de Sodio
- Resina porosa
- PCHCMs
- Yeso (Fig. 21)
- Espumas metálicas (Fig. 22)

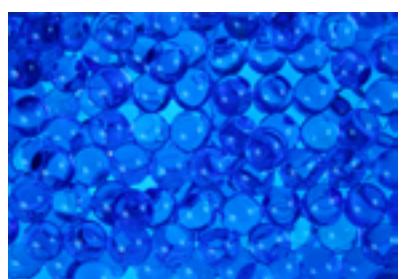


Fig. 20



Fig. 21



Fig. 22

Para ampliar información de este apartado 1.2 , consultar anexos.

1.3. ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y PELIGROS CAUSADOS

A continuación se analizarán las consecuencias más destacables que se han encontrado a causa del exceso de humedad.

I.3.1. FALTA DE VISIBILIDAD

Es uno de los grandes problemas.

La niebla crea un peligro importante por la disminución de visibilidad.



Fig. 23

En los medios marítimos y aéreos se han desarrollado soluciones más personalizadas, se colocan en los barcos y aviones aparatos o sistemas capaces de ver a través de la niebla, como radares y sistemas de pilotos automáticos que detectan la presencia de obstáculos cercanos. Esta solución únicamente se centra en este tipo de vehículos.

Por el contrario, existen miles de accidentes producidos en carreteras por causa de la niebla, es muy frecuente que la colisión en cadena se produzca al no ver obstáculos en la calzada.

A diferencia de los transportes como los aviones y los barcos, los automóviles en este tipo de entorno no tienen una tecnología o solución factible para evitar la falta de visibilidad en las carreteras. Sí existen las luces antiniebla capaces de alumbrar de forma más eficiente el recorrido pero en ciertas circunstancias no son suficientes. La solución que optan ahora, es cortar ese tramo de vía una vez que se ha detectado la densidad de la niebla para evitar posibles accidentes.



Fig. 24

De acuerdo con los resultados de una investigación subvencionada por el Ministerio de Fomento y desarrollada por la Universidad Politécnica de Madrid, el 9 % de los accidentes con víctimas y 10 % de las víctimas mortales que se registran en la Red del Estado se producen con meteorología adversa.

1.3. ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y PELIGROS CAUSADOS

Se han recogido cantidad de notas de prensa y vídeos que demuestran la cantidad de accidentes ocasionados por esta causa.

(ver anexo del dossier del trabajo)



Fig. 25

Una de las zonas de la península que más controversia ha habido acerca de los peligros de la niebla ha sido en Galicia en concreto en el puente de la A-8, tramo que discurre entre Abadín y Mondoñedo. (Figuras 4 y 26)

INFORMACIÓN DEL CASO DEL PUENTE DE GALICIA

El 26 de julio del mismo año que se inauguró, amaneció con una niebla densa en el alto de O Fiouco, en el tramo de la Autovía del Cantábrico entre Mondoñedo y Lindín. Las consecuencias de la falta de visibilidad provocaron un accidente múltiple, en cadena, de turismos y camiones involucrados. Hubo varios heridos y víctimas mortales.

El origen, y lo que las hace persistentes, es un flujo constante de aire proveniente del Cantábrico el conocido anticiclón de las Azores al norte de Galicia, que eleva la masa de aire húmedo a lo largo de los montes próximos a la costa hasta el punto más alto de la autovía A-8, con una cota de 700 metros. Donde el trazado más afectado corresponde en el puente, el Alto de O Fiouco,, durante unos 4 km.

La multitud de accidentes y colisiones a lo largo de estos años desde su inauguración ha obligado a que se realicen cortes continuos por la niebla en ese tramo, especialmente en primavera y verano, equivalen a casi tres meses cerrado. Fomento lo intentó todo, mejoró las señalizaciones acudiendo a los últimos avances tecnológicos, pero de nada sirvió.

Por ello intentan buscar una solución contra la espesura de las nieblas que suben del valle con una convocatoria pública abierta para que den ideas innovadoras que puedan resolver el problema, tan grave para el tráfico y para la seguridad.

Una vez realizada esta investigación, se decide desarrollar posibles soluciones destinadas a este puente.

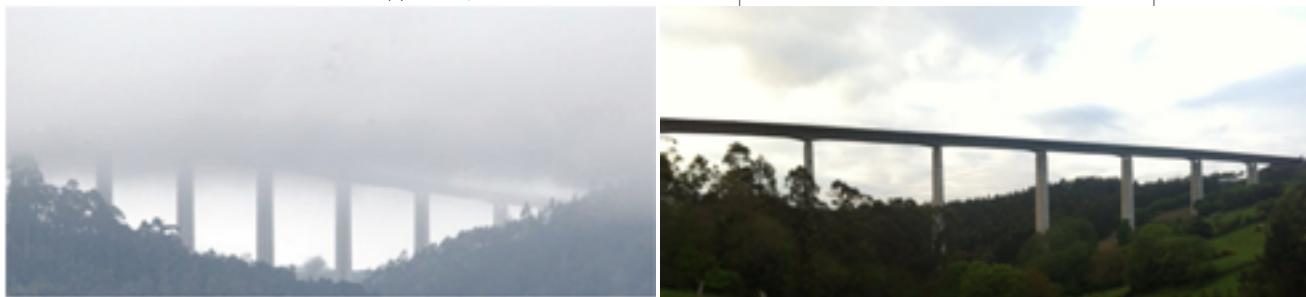


Fig. 26

1.3. ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y PELIGROS CAUSADOS

CARACTERÍSTICAS DEL PUENTE

- En la A-8 (aproximadamente entre los PK's 545+680 y 549+680),
- Km afectados: unos 4 km
- Altura del puente : unos 700 metros de altura.
- La autovía consta de dos calzadas independientes para cada sentido, de unos carriles de 3,75 metros. Desde las cámaras de tráfico se puede comprobar que exactamente en los tramos que van de PK's 545 a 552,2, se encuentra la imagen con niebla en un 26 de Julio. El resto de km que no se encuentran en esa franja la imagen es clara y no hay niebla.

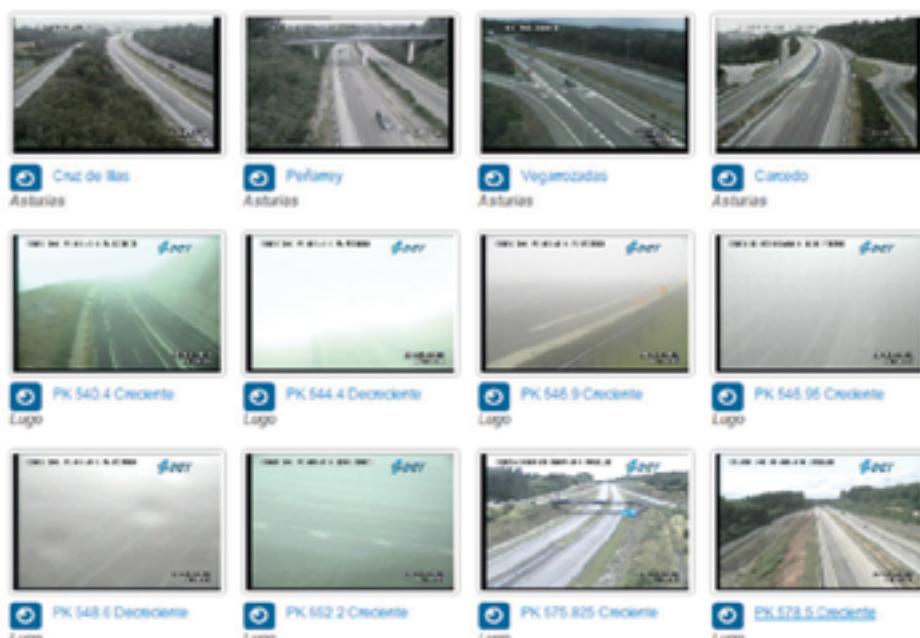


Fig. 27

I.3.2. PROBLEMAS DE SALUD Y EL NO CONFORT

La humedad en el interior de los habitáculos afecta a todos los seres vivos, personas, animales y plantas que los.

Si la humedad es excesiva se condensa agua en las superficies frías, paredes y cristales, y perjudica a los habitantes por la formación de mohos y proliferación de bacterias y virus.

La humedad producida por procesos industriales debe controlarse por instalaciones adecuadas, de magnitud industrial. Pero la producida en viviendas, oficinas y locales de residencia humana, pueden controlarse por procedimientos de ventilación, natural o forzada resolviendo los problemas de contaminación. Un hombre produce de tres a cinco litros de vapor de agua al día, a la que tenemos que añadir el vapor desprendido de los alimentos al cocinar, de los baños y duchas, lavado de ropa, desprendido de plantas, materiales, filtraciones...

1.3. ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y PELIGROS CAUSADOS

CONFORT

El nivel de confort en lugares frecuentados por personas, tanto privados como públicos, es importante. Según estudios de ergonomía, la humedad relativa higiénicamente recomendada es de 40 a 50 % en verano y de 45 a 65 % en invierno. Si se superan estas medidas pueden acarrear incomodidad y problemas de salud.

Un nivel superior de humedad de 65 % en el interior de edificios ocasiona problemas serios, pues se reproducen como se ha mencionado anteriormente, muchos microorganismos como ácaros, moho y bacterias, organismos alérgicos y patológicos.

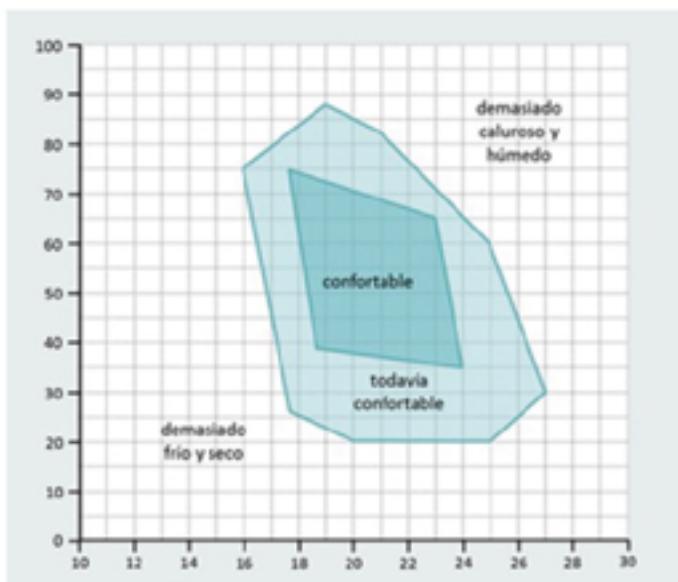


Fig. 28

El problema es que tanto los excrementos de éstos, como los propios ácaros muertos y el hongo de moho que se reproduce por esporas en el aire, son los causantes de diferentes alergias respiratorias, síntomas de asma y otras enfermedades crónicas respiratorias.

Además, la humedad también puede aumentar los problemas en personas con reuma u otras enfermedades óseas.

¿Por qué notamos confort o ausencia del mismo?

El cuerpo humano produce calor y desprende vapor de agua. Ambos se transmiten a la vez al ambiente por convección o por transpiración. Este proceso puede ser facilitado o interferido por la cantidad de agua que haya en el aire y por ello tendremos la sensación de bienestar, confort o ausencia. Esta sensación variará también según sea la actividad del cuerpo, en reposo o trabajando. Otro factor que influye poderosamente es el movimiento o velocidad del aire en el ambiente.

Un aire en reposo o bien circulado a una cierta velocidad hace variar la sensación del bienestar. Así pues, podemos concluir que Temperatura, Humedad y Velocidad del aire son los tres factores que determinan un ambiente confortable.

La humedad y la niebla aparte de ácaros y microorganismos, también capta contaminantes, pues las gotas suspendidas en el aire se mezclan con los residuos y aerosoles tales de la polución ambiental. A este suceso se le denomina "smog".

En Londres, la mezcla del humo procedente de las fábricas y la niebla que solía cubrir la ciudad casi todo el año provocó el desarrollo de este fenómeno y hubo épocas en las que ese humo tóxico llegó a provocar miles de muertes. Es principalmente frecuente en cuencas geográficas, lugares rodeados de montañas, en donde los contaminantes quedan atrapados debido al efecto de la inversión térmica. Se han dado casos en grandes ciudades.

1.3. ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y PELIGROS CAUSADOS

I.3.3. PROBLEMAS ESTRUCTURALES Y DETERIORO EN EDIFICACIONES Y VIVIENDAS

Desde el punto de vista estructural, en ocasiones la humedad queda acumulada en edificios y viviendas causando pérdidas de solidez en los muros de carga y afectando directamente a la seguridad de la construcción.

Es importante conocer la humedad que contienen los materiales de construcción por dos razones:

- Cuanto más contenido de humedad tienen, menor resistencia ofrecen al paso del calor.
- Cuando el contenido de humedad es grande y se produce una helada, el agua se congela desmenuizando la pieza.

Es común que se generen grietas en fachadas y muros, lo que facilita la entrada de más humedad a la estructura, favoreciendo la corrosión de las armaduras. Los resultados de estos problemas son la rotura y desprendimiento de material en elementos estructurales tales como vigas, pilares y muros.

Y es que la humedad que se genera asciende por las paredes incrustándose en los poros y termina no sólo afectando a superficies exteriores ocasionando caída de pinturas y revestimientos y manchas de humedad, sino también en el interior, donde acaba aflorando grietas, goteras, inundaciones, mohos, bacterias, malos olores y podredumbre de los objetos de madera.

Además, si la humedad arrastra minerales captados en el suelo o sus sales higroscópicas (sulfatos, nitratos, cloruros...), se producirán efectos secundarios aún más dañinos, como roturas y desprendimientos en fachadas, paredes y techos.

Los electrodomésticos o aparatos eléctricos también se ven afectados, pues los componentes electrónicos y eléctricos que no están bien aislados se estropean con la presencia de agua.

También afecta en la madera, los muebles de la vivienda, el parqué del suelo, los zócalos y las carpinterías. Las maderas no son afines con la humedad pues tienen una serie de componentes como la celulosa que es el responsable de la absorción del agua, esta termina oscureciéndose, deformándose o adquiriendo pelusilla. A medida que la humedad va en aumento, la madera se va hinchando.

Los objetos como libros y cuadros son afectados y el deterioro de sustancias orgánicas como los productos alimenticios.

Por lo tanto, los entornos donde se debe de colocar el producto en este caso coinciden con el problema anterior, lugares cerrados o semicerrados, ya sea públicos o privados. El producto al guardar especificaciones similares al anterior, se puede tratar ambos problemas con una misma solución.

Fig. 29



1.4. ESTUDIOS DE MERCADO Y DE SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS

Una vez analizado los problemas que causa la humedad, se ha llevado a cabo una investigación de posibles soluciones o productos que existen en el mercado.

Para facilitar y organizar la búsqueda, se han dividido en DOS investigaciones:

1- Soluciones o productos que combaten a la humedad o a la niebla sin disiparla, es decir, no intentan ni atraparla ni eliminarla. En este caso, solo se han encontrado soluciones que están relacionadas con el problema de falta de visibilidad.

2- Soluciones o productos que intentan disiparla o bien eliminándola, arrastrándola o capturándola. Estos métodos ponen solución a los tres problemas destacados.

Dentro se han encontrado diferentes métodos para solucionarlo, divididos de esta manera:

1. Por Calentamiento
2. Por Movimientos o desplazamientos
3. Por Precipitaciones por colisión
4. Por condensación en frío
5. Por absorción o captura

Algunos de ellos, darán la solución combinándose entre sí.

Se añadirán también las búsquedas de soluciones o productos destinados exclusivamente a recaudar la humedad para después utilizarla como fuente de agua alternativa.

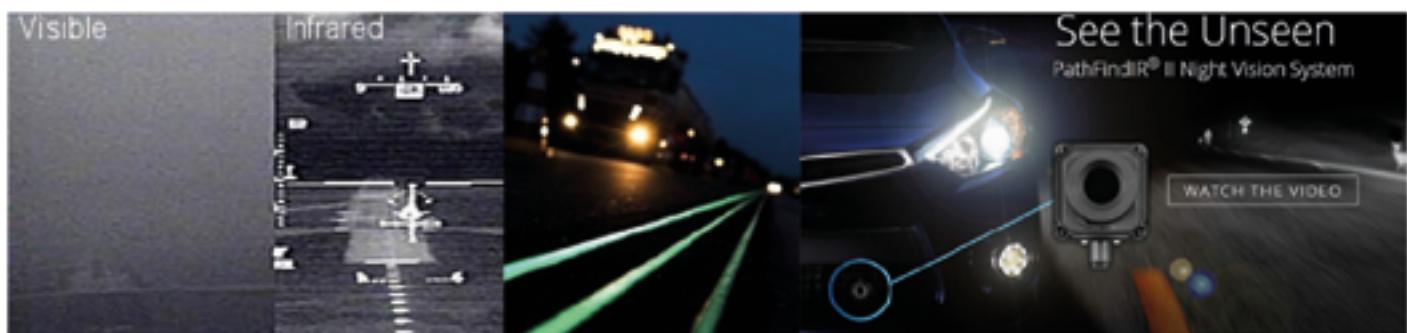
SOLUCIONES Y PRODUCTOS

Aquí se citan y muestran los encontrados:

1.4.1. Ver a través (solo falta de visibilidad)

Radares
ILS (aterrizaje aviones)
Gafas bomberos (a través del humo).
Cámaras de visión infrarroja o nocturna
Señales y luces destellantes
Lentes de poca visibilidad
Pintura inteligente

Fig. 30



18.

1.4. ESTUDIOS DE MERCADO Y DE SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS

1.4.2. DISIPAR HUMEDAD-NIEBLA

1.4.2.1. Disipación natural

1.4.2.1.1. CALENTAMIENTO: evaporación por radiación solar durante el día. La superficie de la Tierra se calienta y cede su calor a la niebla en contacto con ella, disolviéndola, ya que al subir la temperatura puede contener más vapor sin que se produzca la condensación.

1.4.2.1.2. MOVIMIENTOS de aire, creando inestabilidad o desplazamiento a otros lugares.

1.4.2.1.3. Formación de PRECIPITACIÓN POR COLISIÓN entre las gotas suspendidas gracias a la presencia de aerosoles u otros factores.

1.4.2.1.4. CONDENSACIÓN también es una forma de disipar la humedad en el aire, pero se consigue con algunas de las anteriores:

- Perdida de calor al contacto de superficies frías (el rocío).
- Movimientos de aire más fríos que fomentan las precipitaciones.

1.4.2.1.5. Reducción de humedad mediante ABSORCIÓN O CAPTURA: existen plantas y animales capaces de capturar la humedad, así como rocas y suelos.

1.4.2.2. Disipación artificial

1.4.2.2.1. CALENTAMIENTO

Entornos ABIERTOS:

- Pérgolas y túneles: aislan y protegen manteniendo el calor.
- Calentamiento en la zona afectada: las gotas se disminuyen o evaporan.

Calefactores de aire,

Dar calor al suelo,

pérgola radiador solar

Rayos láser: método óptico control meteorológico: láser de COSI2 SC cambiando humedad relativa y

láser de radiación infrarroja: mover masas de aire con neodimio.

Entornos CERRADOS: Calefactores de aire seco.

1.4.2.2.2. MOVIMIENTOS O DESPLAZAMIENTOS

Entornos ABIERTOS: Aspiradores y ventiladores que condensan

Entornos CERRADOS:

- Extractores de aire
- Ventiladores
- Ultrasonidos
- Atracción eléctrica y magnética

1.4. ESTUDIOS DE MERCADO Y DE SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS

1.4.2.2.3. PRECIPITACIÓN O COLISIÓN DE LAS GOTAS

Entornos ABIERTOS

- Expulsar agua
- Microondas;
- Aumentar vapor;
- Enfriar el aire: pulverizar hielo seco;
- Pulverizar alcohol seleccionado;
- Pulverizar gas-óil inflamable;
- Pulverizar cloruro cálcico;
- Pulverizar sal;
- Pulverizar yoduro de plata;
- Diseminar núcleos higroscópicos;
- Cargar el ambiente con gotas negativas; corrientes de aire húmedo recalentado

Entornos CERRADOS

- Ultrasonidos
- Partículas ionizadas o ondas electromagnéticas

1.4.2.2.4. CONDENSACIÓN

Entornos CERRADOS: Deshumidificadores

1.4.2.2.5. ABSORCIÓN O CAPTURA

Ambos entornos

- Deshumidificadores (desecantes y de condensación)
- Paneles de yeso o de otros materiales desecantes o filtrantes (cloruro cálcico, rocas volcánicas)
- Atrapa nieblas
- Productos inspirados en especies vegetales y animales

1.4. ESTUDIOS DE MERCADO Y DE SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS

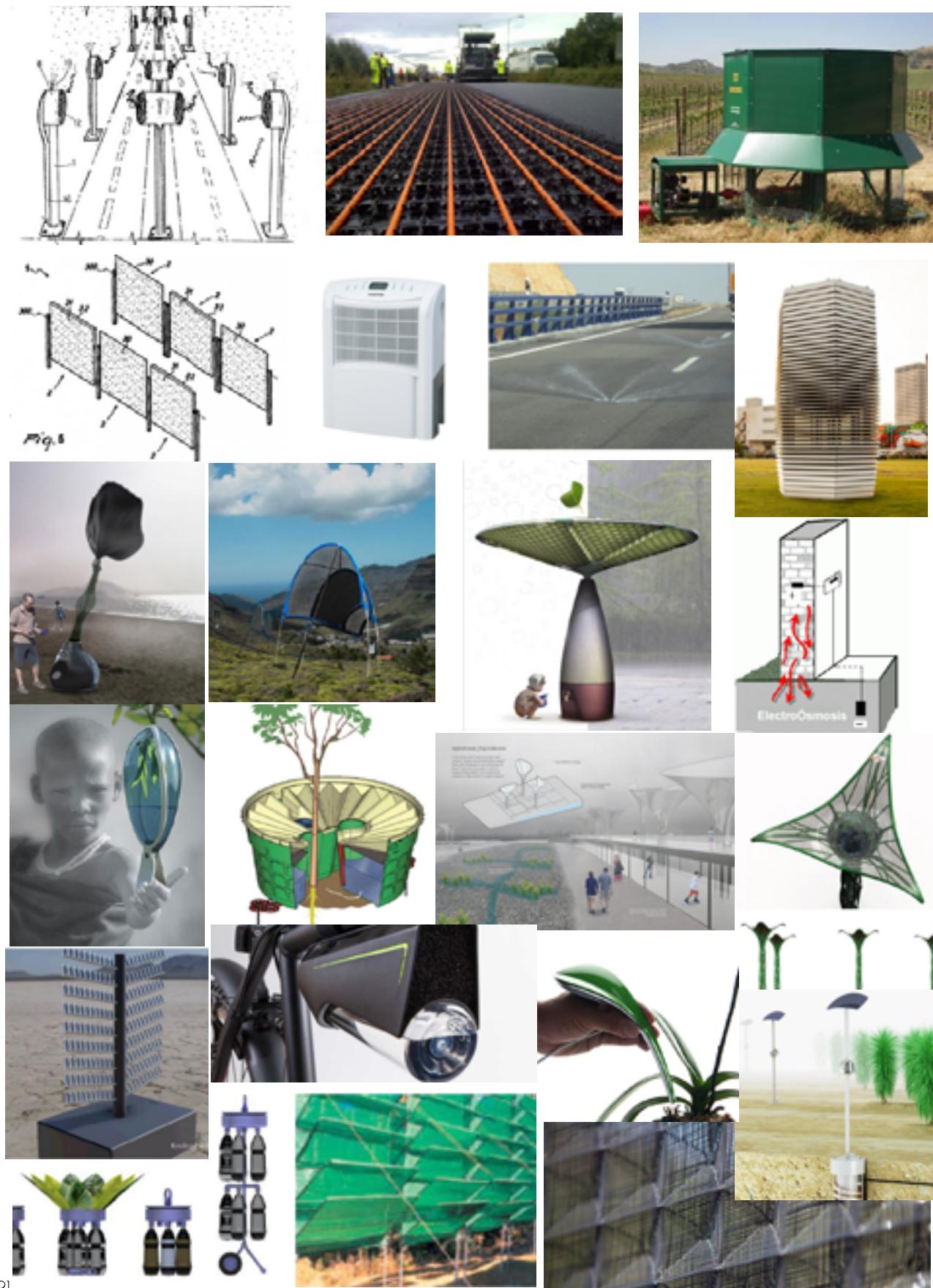


Fig. 31

2.1. IDEAS Y CONCEPTOS PARA ENTORNOS AL AIRE

Comenzamos analizando entornos abiertos considerando que solucionar el problema de humedad en éstos es más complicado y ambicioso. Si funciona en espacios amplios y abiertos, más efectivo será en reducidos y cerrados.

LIMITACIONES DEL DISEÑO

- Adaptable a todo tipo de entornos de carretera
- Instalaciones de fácil reparación
- Favorecer la seguridad vial (no obstáculos, aumentar señalización, evitar calzadas con agua...)
- Energía utilizada obtenida por fuentes de energía renovables (inaccesibilidad en algunos tramos)
- Diseño mimético con el entorno
- Entornos muy abiertos son difíciles de controlar.

PROBLEMAS EN ENTORNOS AIRE LIBRE

- Falta de visibilidad
- Carretera resbaladiza

SOLUCIONES VÁLIDAS

- Calentamiento.
- Movimiento de aire.
- Atrapar humedad. (Aspiración, Atracción Electromagnética o Estática, Absorción por cambio de presión).
- Condensación



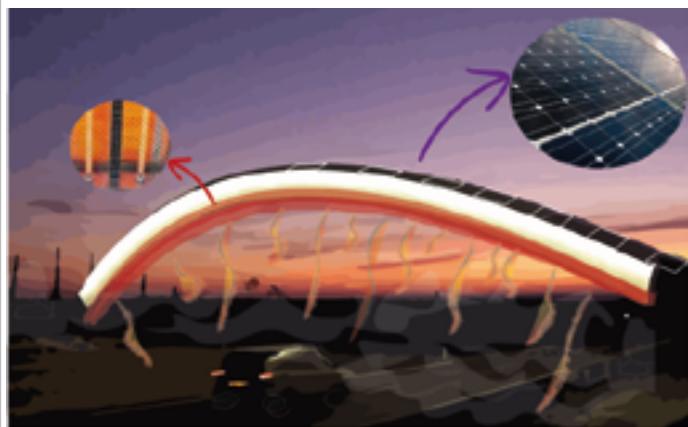
2.1. IDEAS Y CONCEPTOS PARA ENTORNOS AL AIRE



1-RADIADOR DE TUBERÍAS EN SUELOS:

Instalación de tuberías en el asfalto que absorben la energía solar y del rozamiento de los coches al pasar, se acumula y sirve para secar la vía. Su coste y mantenimiento son elevados.

Fig. 32



2-PÉRGOLAS O ANILLOS CALEFACTORES:

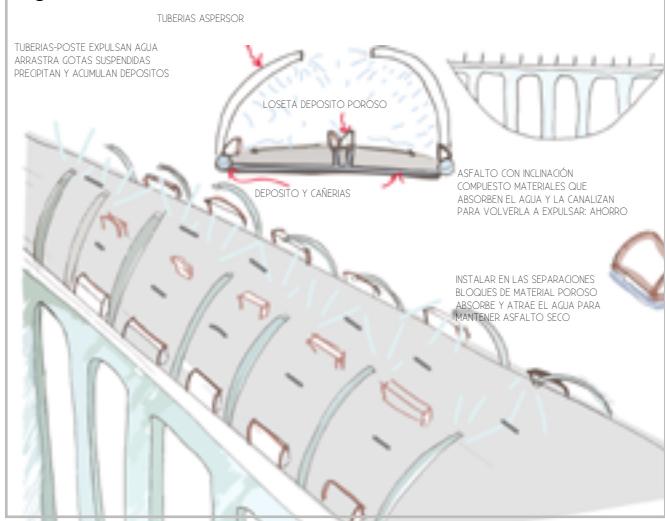
Ante la gran inversión de las Tuberías embutidas en el asfalto, se piensa en sacarlas al exterior en forma de anillos que envuelvan la carretera para que controlen todo un arco del espacio. Formados por placas solares "recolectoras" de calor. Se estudia también la posibilidad de iluminar estos anillos, la luz ayuda a disipar y da mayor visibilidad en las vías.

Fig. 33

3-ASPERSORES Y ROCAS POROSAS:

Lanzar a la atmósfera compuestos con la intención de producir lluvia al chocar con las gotas de humedad suspendidas en la misma. Lo menos contaminante es lanzar agua, pero para ello hay que preparar la carretera con inclinaciones y elementos necesarios a la eliminación de la misma.

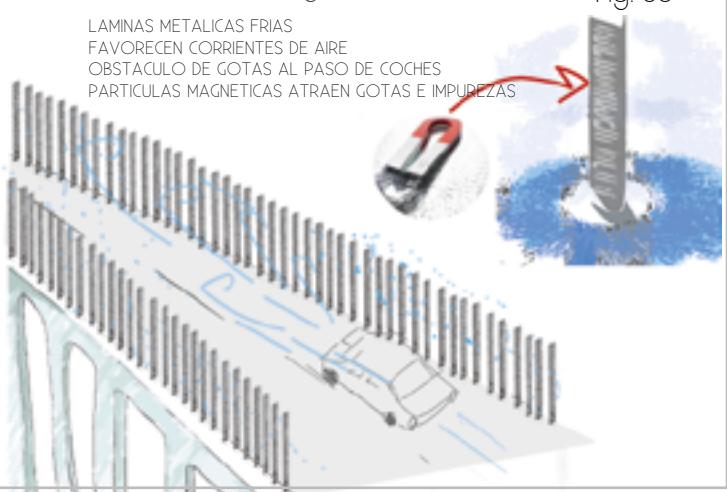
Fig. 34



4-LAMINAS METÁLICAS: la Humedad-Niebla es interceptada por los obstáculos que encuentra, si estos son fríos se condensa y se escurre. Estas láminas con una conducción térmica elevada producen variación de temperaturas e inestabilidad que seca. Se colocan en laterales controlando la niebla horizontal y favoreciendo el efecto aerodinámico fomentado con el tránsito de los coches.

La atracción magnética incrementa el movimiento del agua, las gotas cargadas se sienten atraídas o se repelen, utilizando este principio si se colocan cargas magnéticas en las láminas metálicas aumentaría la recogida.

Fig. 35



2.1. IDEAS Y CONCEPTOS PARA ENTORNOS AL AIRE

5-USO DE PLANTAS INTERCEPTORAS: las Plantas tienen estructuras ramificadas capaces de atrapar la humedad y condensarla. Las plantas que maximizan esta función son aquellas que tiene sus hojas agujadas por todo el espacio como es el caso del pino, abeto o el romero.

PÉRGOLAS:

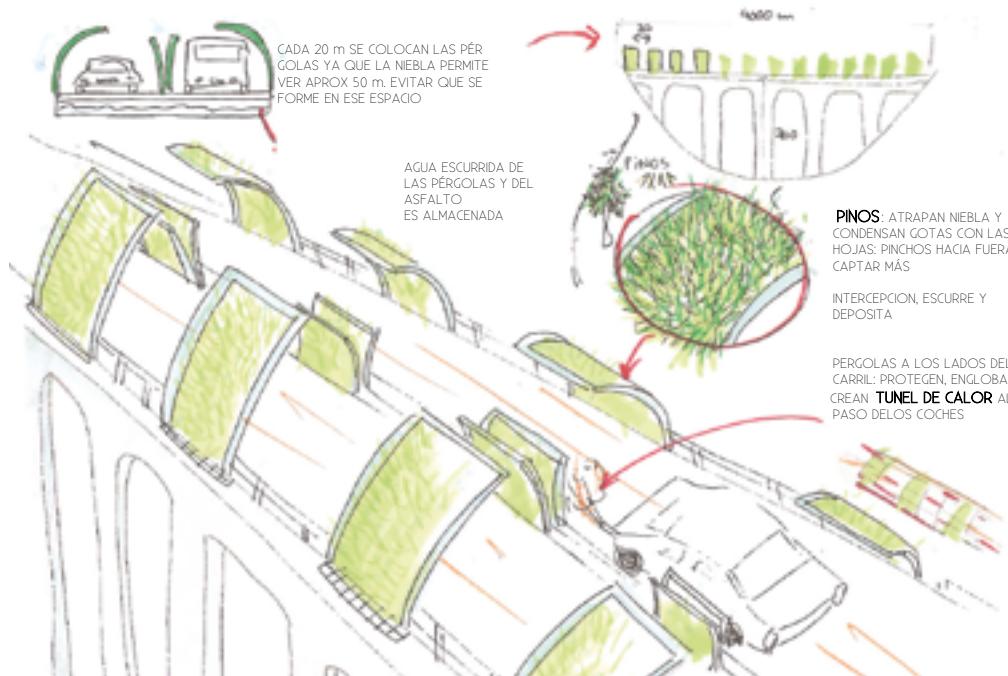
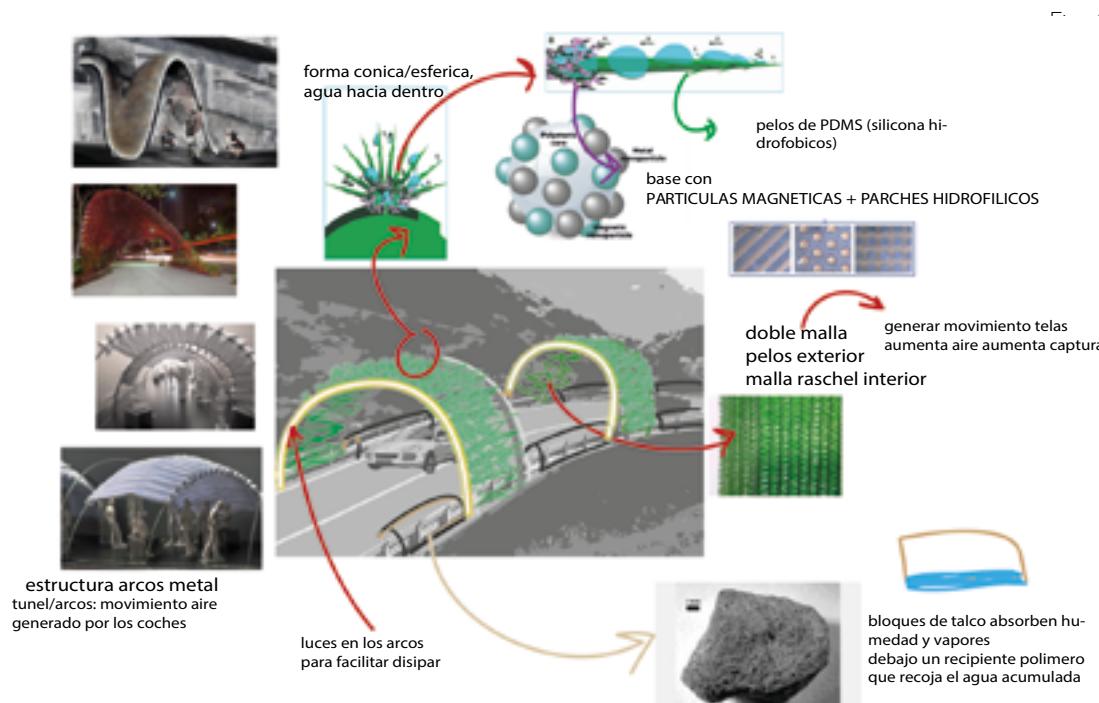


Fig. 36

ARCOS : Cubrir el espacio con arcos de mallas de plantas sujetas en estructuras arqueadas, poniendo luces con placas solares en las mismas. Utilizar partículas magnéticas.

Losetas de yeso que absorban la humedad, utilizando el principio de diferenciales de presión.



24.

2.1. IDEAS Y CONCEPTOS PARA ENTORNOS AL AIRE

PLANTAS ARTIFICIALES + ASPIRADORES

Si a la efectividad de la captación de las hojas de plantas, de materiales porosos y de la atracción magnética, se le añade la imitación de absorción de humedad de los vegetales la probabilidad de recogida aumentaría.

Por lo tanto el concepto tendría:

- Formas inspiradas en plantas como pinos, arbustos, cactus,... compuestas de hojas o agujas de materiales resbaladizos con partículas magnéticas.
- Estructuras de materiales porosos como el yeso que absorben con diferenciales de presión.
- Sistemas de aspiración artificiales para acelerar el proceso de absorción y potenciar la función de captación de los materiales utilizados.

Para el funcionamiento de estos mecanismos se ha pensado en la colocación de bádenes en la calzada que trabajen como bombas de membrana creando vacío con el paso de los coches.

Un método que realiza la aspiración de forma renovable utilizando todos los recursos del medio.

- Los dispositivos se colocarán a ambos lados de la carretera.

BLOQUEAN NEBLA LATERAL

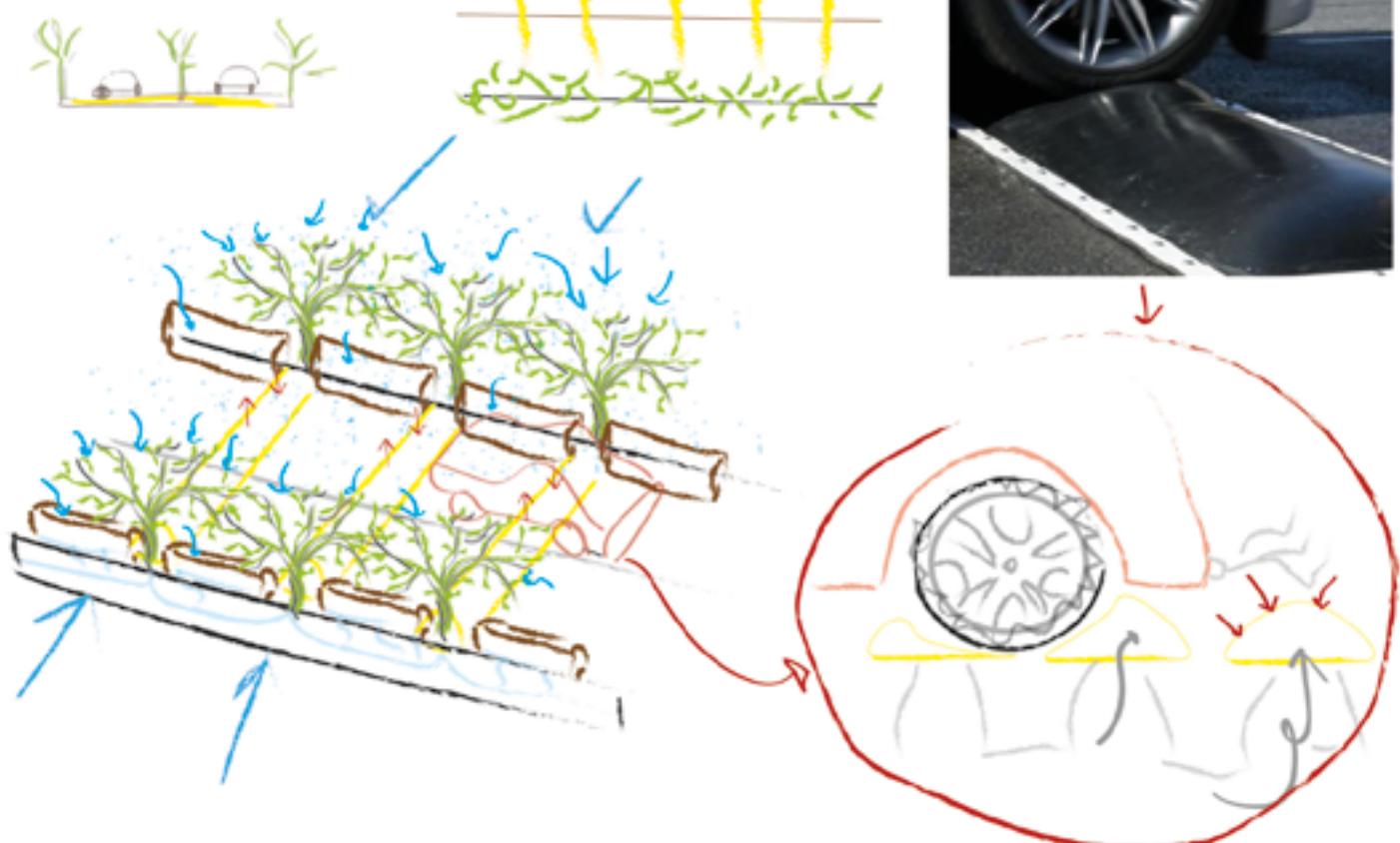


Fig. 38

2.2. ELECCIÓN Y COMPROBACIÓN DEL CONCEPTO

El concepto elegido ha sido "PLANTAS ARTIFICIALES ASPIRADORAIS", ya que ha obtenido la máxima puntuación en la tabla ponderada realizada, que figura en el dossier del trabajo.

Las carreteras eran el entorno más conflictivo y, por tanto, el que había que analizar. En estos entornos abiertos se requiere de mucha energía, fuerza y gasto para solucionar el problema debido al amplio espacio que hay que vencer.

Para el funcionamiento del concepto se necesita de la presencia y la presión de los vehículos. Por ello, se comprueba si es efectivo en este medio, comparando dos mapas de España:

- Uno con la información de carreteras-autovías y con su frecuencia de vehículos al día.
- Otro con la frecuencia de nieblas (Fig.1)

Al relacionarlos se obtienen las zonas donde se necesitaría colocar los dispositivos y la cantidad de vehículos que pasan por minuto en esos tramos.

Los resultados determinan que para que la niebla densa se absorba y permita ver a los conductores, se requiere de una cantidad de vehículos ilimitada y continua que no se da en los tramos estudiados. Otro factor negativo a tener en cuenta es que si existe niebla la intensidad de vehículos que circulan disminuye por miedo a las malas condiciones. Por lo tanto, el tipo de mecanismo de aspiración no sería el adecuado.

Si se modifica el sistema por otros más potentes se convierte en un producto energéticamente más costoso (menos sostenibles) y más difícil de ejecutar. Además tampoco se asegura la eliminación total de la niebla en carreteras.

Es un medio demasiado grande como para conseguir una limpieza visual total, así pues, la conclusión a la que se llega es que para solucionar un problema tan grave como es el número de accidentes en carreteras por falta de visión, la metodología no es disipar o eliminar la niebla-humedad, sino adaptar a cada vehículo un método o aparato que permita al conductor ver a través de ella, creando una solución universal para todos los tipos de calzadas. Por lo tanto, se adapta el concepto a entornos cerrados.

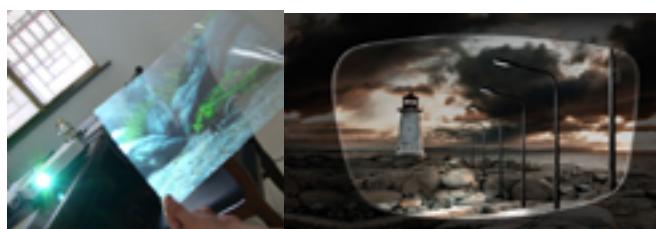
IDEA I

Los aparatos existentes en el mercado que constan de cámaras de visión nocturna para colocarlos en los vehículos presentan una serie de inconvenientes, (Fig. 30)

- No son sistemas obligatorios y el usuario debe de instalarlos por su cuenta.
- La pantalla donde se transmite la información es pequeña y se encuentra desplazada de la zona de central de visión del conductor provocando incomodidad y falta de concentración.

Lo ideal sería que el propio cristal delantero tuviera un filtro de visión nocturna o una emisión directa, mediante un proyector, sobre el cristal. Que tuviera sensores que detectaran de forma automática la falta de visibilidad, permitiendo al conductor ver de forma cómoda, clara y segura lo que tiene delante.

Fig. 39



2.2. ELECCIÓN Y COMPROBACIÓN DEL CONCEPTO

NUEVO CONCEPTO ADAPTADO Y ESCALADO: ELEGIDO

Todos estos estudios y datos, demuestran que el potencial que tenía el concepto de PLANTAS ARTIFICIALES ASPIRADORAIS sería más idóneo y útil trasladarlo para solucionar los otros problemas graves, problemas de humedades en edificios y aumento de la polución generando problemas de salud en personas.

Así pues, la idea de realizar un aspirador de humedad bioinspirado para carreteras, deja de ser el objetivo principal, marcándose como nuevo fin utilizar el concepto en entornos cerrados.

Aunque se desarrollaron más conceptos destinados a entornos cerrados, el concepto PLANTAS ARTIFICIALES ASPIRADORAIS, volvió a tener la máxima puntuación en la tabla.

El concepto presentará las mismas funciones y métodos que el original pero se escalará y adaptará al nuevo medio. Al ir destinado a entornos cerrados, existen menos limitaciones, siendo el gasto de energía menor es más fácil adaptarla a la corriente eléctrica, utilizando mecanismos como extractores, motores, compresores... Que dan mayor fiabilidad y lo hacen de forma continua



Fig. 40

ENTORNOS CERRADOS

LIMITACIONES DEL DISEÑO

- Adaptable a todo tipo de entornos (privados y públicos)
- Transportable
- No ser un obstáculo, facilitando el tránsito de personas
- Diseño que se mimetice con el entorno

SOLUCIONES

- Calentamiento
- Movimientos de aire
- Atrapar
- Condensar : superficies frías, corrientes pro-

PROBLEMAS EN ENTORNOS CERRADOS

- Enfermedades en seres vivos : humedad favorece la contaminación del aire, tanto de partículas perjudiciales como la proliferación de organismos que causan alergias
- Estructurales en edificios: la humedad ocasiona el deterioro de los materiales que componen los edificios, además de los objetos que hay en su interior.

Al cambiar la ubicación del problema del exceso de humedad, surgieron nuevas ideas y conceptos.

2.2. ELECCIÓN Y COMPROBACIÓN DEL CONCEPTO

OTROS CONCEPTOS (NO SELECCIONADOS):

1 SISTEMA TEJADOS SUCCIONADORES (Fig. 41)

Aspiración de la humedad y filtrado por tejados gracias a fenómenos de presión generados por contrastes de temperatura.

El tejado contaría con placas caloríficas que crearían corrientes de aire, de manera se generaría la aspiración y por consiguiente la captura de humedad en filtros colocados en el interior de las viviendas

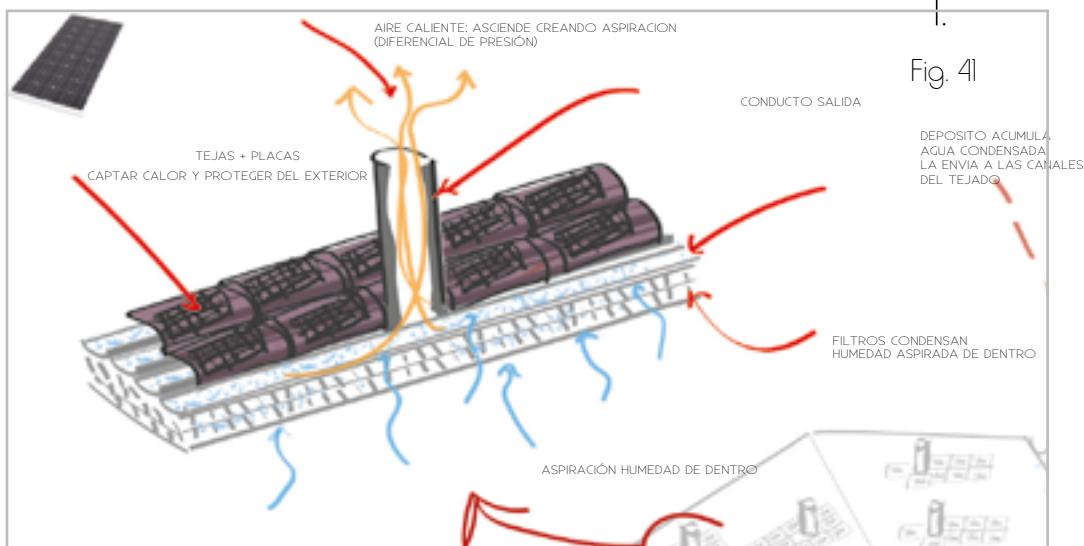


Fig. 41

2-OBJETOS DE YESO

Objetos cotidianos de materiales porosos o yeso potenciados con algún tipo motor de aspiración. Capturarán la humedad en su estructura.

(Se muestra en anexos)

3-SANGUJUELAS EN LA PARED (Fig. 42)

Estos animales utilizan sistemas y métodos para agarrarse y succionar, por lo que el producto realizarían lo mismo pero succionando humedad de la pared.

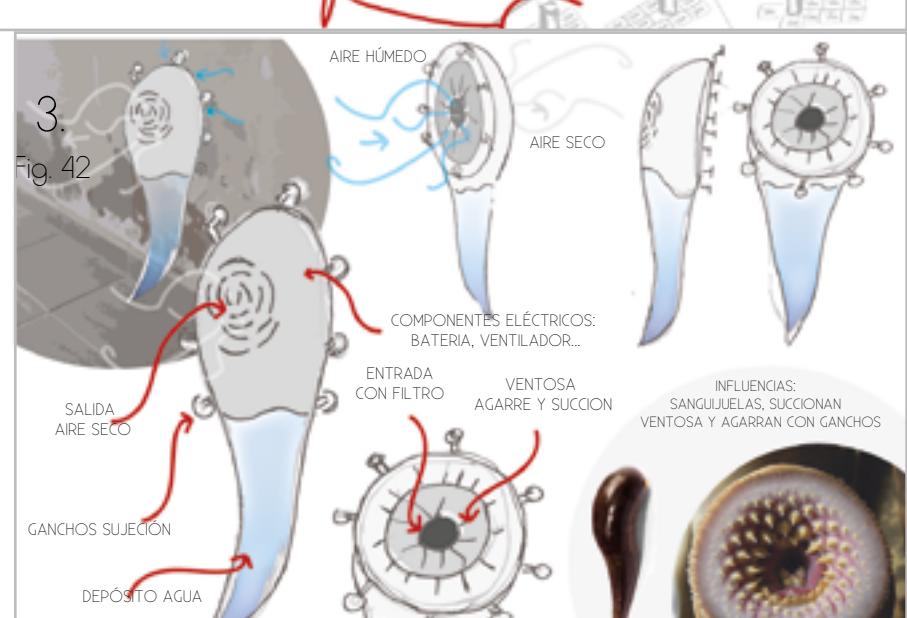
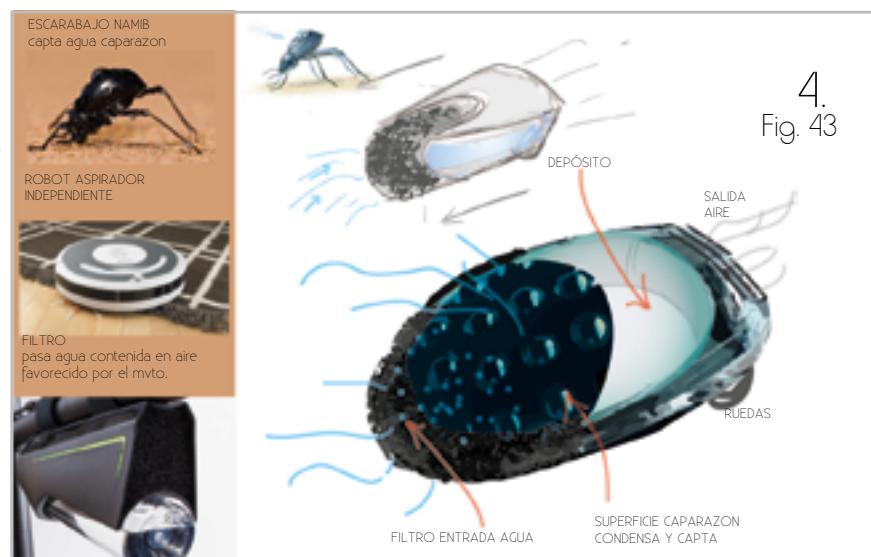


Fig. 42

4-ESCARABAJO

ROBOT (Fig. 43)

El escarabajo de Namibia es capaz de capturar mediante la estructura de su caparazón humedad. Si se le aplica esta composición a un producto que esté en movimiento captando y aspirando a su paso, se consigue atrapar a mayor velocidad, más cantidad de agua por espacio.



4.
Fig. 43

3.1. CONTROLADOR DE HUMEDAD BIOINSPIRADO

DEFINICIÓN

El producto a desarrollar es un dispositivo bioinspirado, cuya función es controlar la humedad del ambiente, capturándola y aspirándola para luego condensarla en líquido y eliminarla.

PROBLEMAS QUE SOLUCIONA

Al atraparla, también se purifica el aire solucionando dos problemas graves que ocasiona el exceso de humedad en ambientes cerrados, deterioro de edificios y objetos, y enfermedades en personas, como alergia, asma... Entre otras.

COMPETENCIA

Su competencia directa son los deshumidificadores, son aparatos especialmente concebidos para dar una solución inmediata, rápida y eficaz a todos los problemas originados por el exceso de humedad.

FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento es el siguiente, solo con su diseño y sus formas inspiradas en plantas adaptadas a capturar niebla, consigue atrapar y condensar las gotas en su superficie aun cuando no está encendido. Estas gotas se filtran y a su vez aumentan de tamaño para finalmente ser almacenadas en el depósito interno.

Además para aumentar su eficacia y rapidez de captura, se le añade un sistema de aspiración en su interior. La aspiración se consigue haciendo vacío en el depósito, pero más adelante se estudiarán los componentes y mecanismos más adecuados, dependiendo del tamaño, el gasto energético, presión de aspiración... A lo largo de esta fase se irá comprobando y concretando su funcionamiento definitivo.

FORMAS

Las formas bioinspiradas le dan al producto una ventaja respecto a sus competidores, ya que siempre está en funcionamiento, capturando sin necesidad de energía. Además le aporta un valor estético y natural. Consiguen mimetizar el producto con el entorno a diferencia de los deshumidificadores, camuflándose pareciendo una planta más. Se concretará la forma valorando lo funcional y lo estético.

MATERIALES

Como materiales a utilizar, se realizará un estudio de los más idóneos, pero como esenciales se requiere de, una superficie fría y resbaladiza, mezclada con una cerosa y atrayente, partículas magnéticas para favorecer la captura, material poroso que haga de filtro absorbente y materiales que soporten y permitan los cambios de presión.

ENTORNO Y ESCALAS

Dependiendo del entorno donde vaya ubicado, se seleccionará una escala u otra, de manera que podrá adaptarse a todo tipo de entornos cerrados. Si son lugares muy espaciosos como la mayoría de entornos públicos, sería recomendable colocar varios dispositivos consiguiendo crear corrientes y movimientos aumentando la eficacia, pero la forma y distribución de estos deberá ser fluida y favorecer el tránsito de personas.

CONCLUSIÓN

Uniendo, las formas bioinspiradas de plantas que consiguen atrapar la humedad del aire, materiales que favorecen este hecho y los procesos mecánicos de aspiración, se conseguirá un producto capaz, efectivo, innovador, económico y todo ello con un carácter ornamental, que realizará la función mejorada de un deshumidificador.

3.2. COMPETENCIA EN EL MERCADO: DESHUMIDIFICADORES

Realizado el estudio de mercado se comprueba que la competencia directa del producto la tiene en los llamados Deshumidificadores.

Estos son aparatos cuya función es controlar la humedad que existe en ambientes cerrados donde se coloca. Tienen un aspecto similar a los de los aires acondicionados, contribuye a "sacar" el agua del ambiente y almacenarla en un depósito. Dada la diversidad de modelos, sistemas, capacidades y potencias, el gasto energético viene determinado por el sistema escogido y las condiciones en las que deba trabajar. No necesitan una instalación si son equipos domésticos. También existen algunos que se utilizan en procesos industriales con mecanismos de gran potencia.

Solucionan muchos problemas domésticos en zonas húmedas, evitan daños en aparatos electrónicos y eléctricos y mejoran el mantenimiento de los enseres. Son grandes aliados de las personas alérgicas, reduce de manera considerable el crecimiento de ácaros y hongos, previniendo los olores que se deriva de estos, y enfermedades respiratorias.



Fig. 44

ENTORNOS

Se colocan en viviendas, salas de espera, centros comerciales, centros de trabajo, Bibliotecas, hospitales, gimnasios, centros deportivos..., en lugares donde hay afluencia de personas.

También se colocan en almacenes de todo tipo, de telas, papel, cuero y en sectores industriales en los que hay determinados procesos de fabricación donde se exige un control en el porcentaje de humedad. Trabajando en este capítulo se ha observado que ninguno de los deshumidificadores se mimetiza con el entorno, son electrodomésticos demasiado visibles rompiendo la armonía de la estancia.

Este factor será tenido en cuenta, se quiere conseguir un producto cuidado tanto en el diseño formal como funcional.

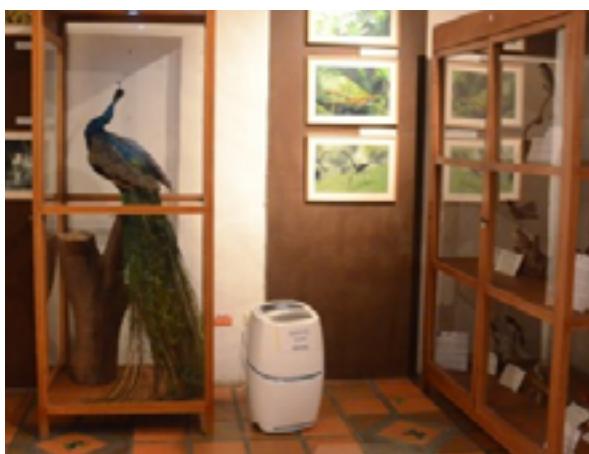


Fig. 45

30.

3.2. COMPETENCIA EN EL MERCADO: DESHUMIDIFICADORES

TIPOS (Fig. 44)

Condensación:

Utilizan el principio de condensación.

El aire húmedo es aspirado por un compresor y se hace pasar una zona enfriada con una bomba de calor y se convierte en agua acumulada, el resto se hace pasar por una zona caliente donde es recalentado y expulsado de nuevo al ambiente siendo aire seco.

Se utiliza un refrigerante, lo comprime y bombea para forzar su circulación por todo el sistema. Al utilizar un refrigerante los cambios de temperatura son más pronunciados.

- Ventajas: Funcionamiento eficaz y rápido, para estancias ampliar con alto grado de humedad.
- Desventajas: Costo energético alto, nocivo en cierto grado para el medio ambiente, estéticamente poco atractivos.

Desecantes:

Regula la humedad del aire por mediación de una sustancia química que es capaz de absorber la humedad (más común Gel de Silice). Pueden ser

- Eléctricos : Se hace circular el aire húmedo enfriándolo a su paso al ser aspirado por un rotor impregnado en material desecante.

- NO Eléctricos: Están compuestos por unas pastillas de material desecante, que absorben y filtran la humedad.

- Ventajas: No tienen gasto energético, no utilizan refrigerante, no ruidosos, diseños más atractivos.

- Desventajas: menos eficaces, funcionan más lentos, estancias pequeñas.

FACTORES DE DISEÑO:

- Cantidad de litros que puede almacenar
- Donde se ubica
- Tamaño del aparato
- Capacidad de Absorción

- Consumo, gasto energético
- Precio
- Diseño estético y estructural
- Ruido que genera

CONCLUSIONES

-Los aparatos de condensación son eficaces, consiguen el proceso en poco tiempo pero utilizan sistemas costosos y nocivos . Los Desecantes Eléctricos no son tan rápidos pero consiguen absorber y condensar con métodos más simples. De esta manera, el producto deberá tener un sistema de aspiración del aire húmedo para facilitar su captura y superficies frías o intercambiadores de calor (filtros) para aumentar la condensación, evitando productos nocivos, utilizando sistemas sencillos.

-Los desecantes se basan en la aplicación de sustancias absorbentes por lo tanto es interesante buscar materiales que cumplan esta función (materiales porosos facilitan cambios de presión y facilitan la absorción).

-El de Condensación se coloca en espacios más grandes que el de Absorción, por lo que el nuevo producto se realizará de una forma escalable para que se adapte a todo tipo de espacios.

-Las formas estéticas de estos productos son básicas, parecidas a los de aire acondicionado o calefactores. Si se utilizan soluciones biónicas para el nuevo producto se puede conseguir un diseño atractivo y decorativo a la vez que funcional consiguiendo atrapar más humedad.

PRINCIPIOS del nuevo producto:

- La aspiración se realiza en toda la superficie para abarcar mayor cantidad espacio.
- Superficies de materiales fríos (metales) para aumentar la condensación.
- Material absorbente entre las superficies frías y el depósito, (efectividad incrementada con aspiración)
- Saldrá aire seco saldrá una vez filtrado.

3.3. PRUEBAS Y CÁLCULOS: SELECCIÓN MECANISMOS, MATERIALES Y COMPARACIONES

Antes de seleccionar el mecanismo de aspiración final y los materiales que intervienen en la captura de humedad del producto, se realizó una búsqueda de posibles candidatos.

3.3.1. POSIBLES MECANISMOS DE ASPIRACIÓN

Para conseguir una aspiración de aire de un lugar a otro, se requiere un diferencial de presión y por tanto tendencia a crear vacío. Hay diversas maneras de crearlo:

- Movimientos Manuales : Jeringuillas, peras de presión, fuellés, infladores...
- Movimientos Automáticos : Accionados por motores

-BOMBAS DE CALOR

-BOMBA DE VACÍO

-BOMBAS DE AIRE

-BOMBA ASPIRANTE

-BOMBAS DE MEMBRANA

-EXTRACTORES

-BOMBA ROTATIVA

-COMPRESOR

3.3.2. POSIBLES MATERIALES

Listado de posibles materiales dependiendo de las partes, su función y sus características

- HOJAS-PELOS-RAMAS:

- Función: atraer, interceptar, condensar, canalizar
- Características: fuerzas atractivas, abarcar espacio, frias e irregulares, hidrofóbicas, canales
- Materiales: partículas magnéticas, silicona, nylon, aluminio, cobre

- ESTRUCTURA FILTRANTE:

- Función: absorber, filtrar, canalizar, condensar, resistente, dar estabilidad
- Características: absorbente, porosidad, canales, frío, hidrofílicas
- Materiales: yeso, espumas metálicas, talco, escayola

3.3.3. PRUEBAS Y CÁLCULOS DE PROTOTIPOS (Ver más en el anexo del dossier)

Para elegir los mecanismos y materiales más idóneos, para aumentar la eficacia y para comparar con otros productos sus resultados, se han llevado a cabo una serie de experimentos. Algunos de ellos han sido encontrados en estudios ya realizados pero otros se han desarrollado específicamente para este proyecto.

HOJAS: PDMS y Partículas MAGNÉTICAS

EL PDMS es un material transparente, inocuo, viscoelástico, flexible, adaptable, flexible e hidrófobo, permite la fusión con el polvo magnético antes de su secado, como las partículas de cobalto.

En los estudios encontrados al hacer un PDMS imantado se conseguía no solo que tuviera esa fuerza de atracción sino que permitían redirigir la orientación de los pelos sintéticos ampliando la zona de trabajo de captura. Se comprobó que se ampliaba la recogida ya que el agua es un elemento de carga neutra y se siente atraída si se acerca una cargada,

Si se colocaba este material en las hojas metálicas como si fueran pelos, también serviría para aumentar la superficie de captación y debido a su poco peso no se apreciaría en el producto. Sería la protección en los esquinas metálicas.

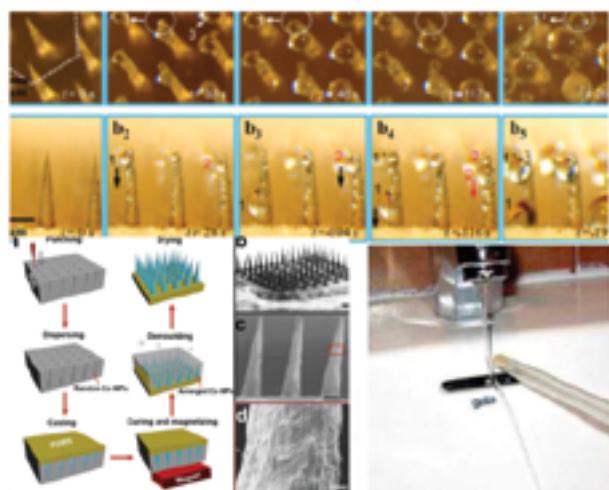


Fig. 46

3.3. PRUEBAS Y CÁLCULOS: SELECCIÓN MECANISMOS, MATERIALES Y COMPARACIONES

EXPERIMENTOS: ELECCIÓN MATERIAL ESTRUCTURA Y MECANISMO: algunas imágenes de muestra



Fig. 47

EXPERIMENTOS: COMPARACIÓN CON OTROS EN LAS MISMAS CONDICIONES



Fig. 48

EXPERIMENTOS: AUMENTAR EFICACIA

Para saber cual era el tamaño máximo que permitía absorber mayor cantidad de agua para el caudal del sistema de aspiración del mecanismo del prototipo, se prueban tres volúmenes.



Fig. 49

3.3. PRUEBAS Y CÁLCULOS: SELECCIÓN MECANISMOS, MATERIALES Y COMPARACIONES

3.3.4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

	GASTO	TIEMPO (H)	ENTORNO(m ³)	RECAUDADO (ml) aprox.	TAMAÑO PRO-DUCTO	CONSUMO/ RECAUDADO
REFRIGERANTE	280W	1	6	80	30x15x70 cm	0,29
DESECANTE	Postilla semanal	1	6	6	15x15x20 cm	-
PROTOTIPO	48W	1	6	19	filtro= 188 cm ³	0,39
PRODUCTO FINAL	20+otros= 40 o 50 W	1	6	90-100	filtro=11300cm ³ total 80xØ40cm	2

Fig. 50

MECANISMO ASPIRACIÓN DEFINITIVO:

MÁS CAUDAL = MÁS FUERZA DE ASPIRACIÓN = MÁS ESPACIO ABARCAR

Gracias a los experimentos y cálculos realizados (en el anexo del dossier), se decide que el mecanismo de aspiración idóneo, ya que posee un alto caudal y su consumo energético no es elevado, es el EXTRACTOR. Comparado con el compresor de 48W utilizado, el extractor mejora con menos gasto su caudal aumentando la recogida. El extractor junto con otros componentes eléctricos que necesitará el producto final tiene un gasto alrededor de 50W. También se ha buscado un ejemplo de extractor en el mercado, con estas características: INFORMACIÓN DEL EXTRACTOR SELECCIONADO

El extractor posee:

- CAUDAL: 150m³/h
- Funciona a 20W
- Nivel sonoro entre 28- 35 dB. (similar a los productos del mercado)



Fig. 51

MATERIALES DEFINITIVOS:

HOJAS METÁLICAS CON PELOS : fritas, imantadas, resbaladizas, abarcar espacio, canalizadas...

-PELOS: PDMS+PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

-ESTRUCTURA DE LA HOJAS: ALUMINIO anodizado: Es un metal no ferromagnético. Es ligero, tiene alta conductividad térmica y eléctrica, es anticorrosivo, es blando y maleable, es polivalente y económico, la capa anodizada permite aplicar colores. Es el adecuado para poder realizar las hojas con diseño biónico necesarios en el producto.

ESTRUCTURA FILTRANTE: Se requiere estabilidad y soporte para las hojas, además debe permitir el paso de aire de la aspiración y la absorción del agua a través de su cuerpo

-ESPUMAS METÁLICAS DE ALUMINIO: son materiales porosos que tienen una relevante combinación de propiedades físicas y mecánicas, tales como alta rigidez conjuntamente con un peso específico muy bajo, capacidad de filtrado, la retención de partículas, la facilidad de limpieza, la resistencia a la corrosión y bajo coste.

3.4. ESTUDIOS SISTEMA ELÉCTRICO Y PROTOTIPO

3.4.1. FUNCIONAMIENTO DEL PRODUCTO MANUAL

La humedad es interceptada por las superficies bioinspiradas del producto. Para favorecer la captura es atraída mediante las partículas magnéticas. El frío de las superficies y la composición de las espumas metálicas facilitan el cambio de estado de aire con humedad a agua líquida, sus formas fomentan la colisión de las gotas al canalizarlas. Pasaran por el filtro hasta el depósito. Cuan el aparato se enciende por medio de un interruptor aumenta el proceso de captura al ser aspirada por un extractor conectado al depósito de agua, en el cual se hace el vacío. Si el aparato esta encendido, una luz verde se iluminará.

Mientras el depósito no exceda su límite, el extractor funciona con normalidad y la luz azul estará encendida informándonos que está captando y almacenando humedad.

Para evitar que el agua acumulada se desborde, en la parte superior del depósito se colocará un sensor flotador que informa del nivel del agua.

Cuando la bolla flotante del sensor asciende, el extractor se apagará para que deje de absorber y la luz azul dejara de lucir. De esta manera se indica que aunque el producto este encendido (luz verde iluminada) hay que vaciar el depósito.

Como sistema de seguridad, si el usuario quita el depósito para vaciarlo sin apagar el producto, se ha planteado disponer de pulsadores en donde va colocado el depósito, así que cuando no se encuentre en su lugar, los pulsadores desactivaran todo el aparato.

Una vez que se ha colocado el depósito en su lugar, si el usuario no lo había apagado volverá a encenderse la luz verde, el extractor comenzara a aspirar y la luz azul indicará que se esta capturando humedad, ya que los pulsadores están presionados y el sensor de nivel no detecta el exceso de agua.

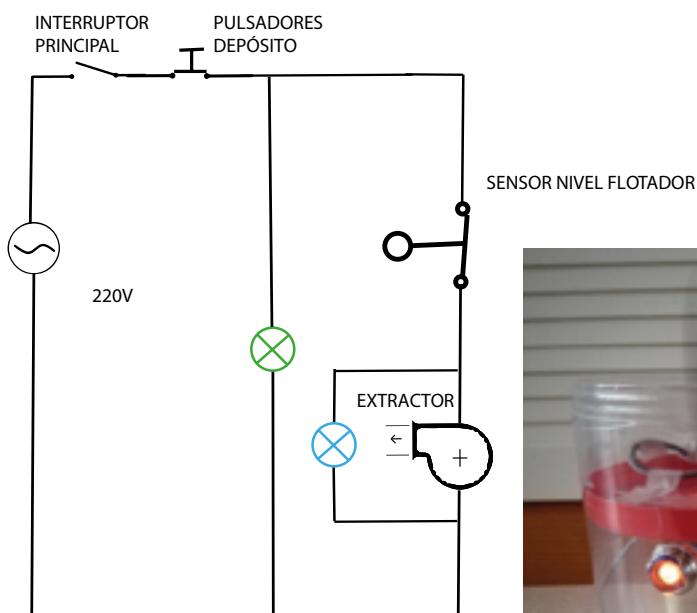


Fig. 52

3.4. ESTUDIOS SISTEMA ELÉCTRICO Y PROTOTIPO

3.4.2. FUNCIONAMIENTO DEL PRODUCTO AUTOMÁTICO

Si el lugar donde se instala presenta salida a desagüe, se puede colocar el producto de funcionamiento automático. Útil cuando se necesita en entornos de uso espaciosos y públicos, siendo de mayor tamaño. Este modelo presenta más componentes eléctricos.

Si el depósito está conectado a una salida al desagüe, deberá de tener una electroválvula conectada al sensor de nivel que permita el vaciado automático. Y para que esta electroválvula se cierre cuando el depósito esté seco, otro sensor de humedad. Para el correcto funcionamiento, estos componentes estarán conectados a una placa de arduino.

La placa será la encargada de accionar un relé cambiando el sentido del circuito dependiendo de los valores obtenidos por los sensores.

- Cuando el sensor de nivel flotador detecte llenado, el relé cambiará para activar la electroválvula.
- En sentido contrario, cuando el sensor de humedad detecte seco, el relé cambiará para activar el extractor junto con la luz azul.

Otro componente que haría al producto más independiente, es añadirle un sensor de humedad exterior.

Cuando ese detecte que los niveles de humedad son excesivamente elevados, se encenderá el producto haciendoolo autónomo.

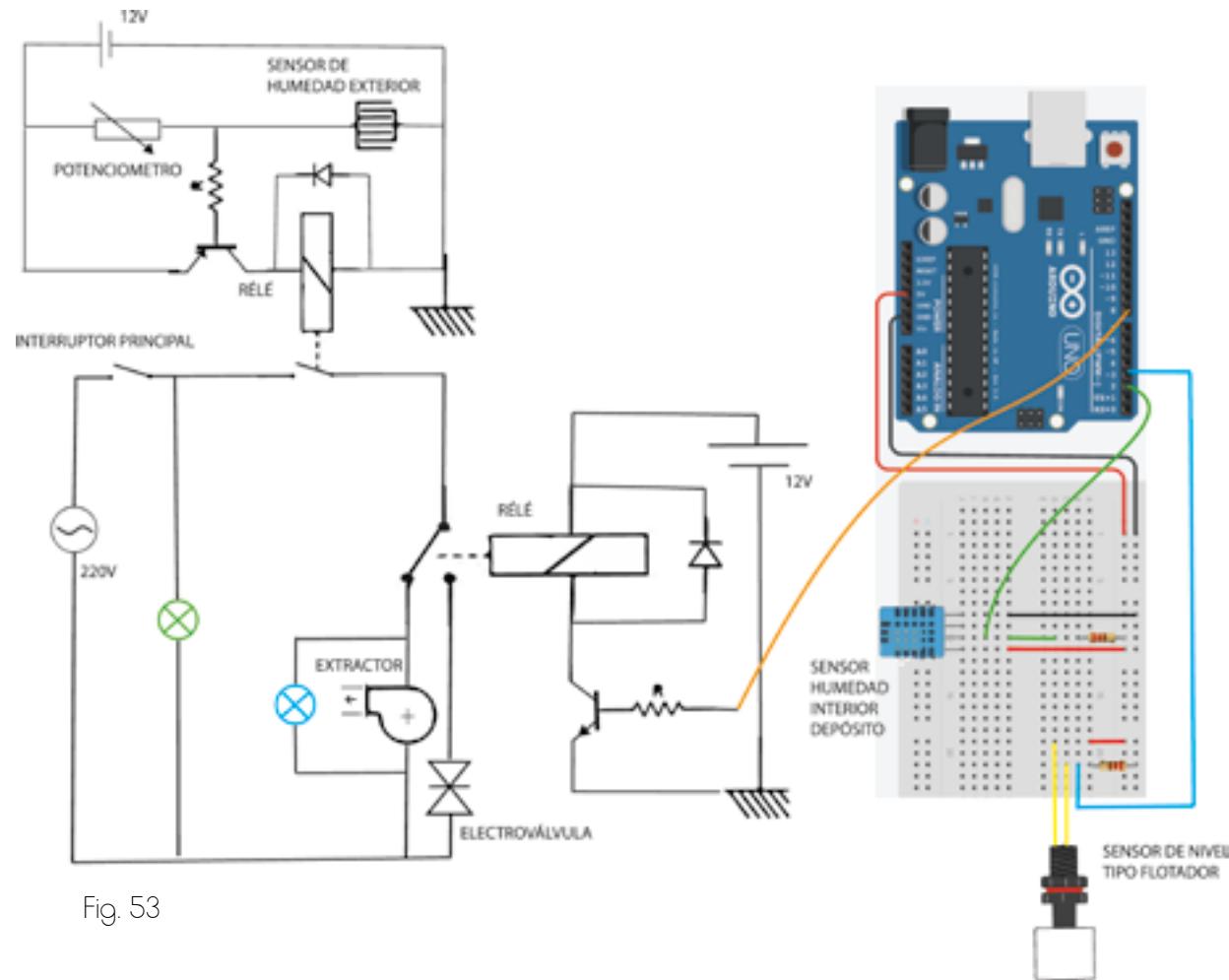


Fig. 53

3.5. ESTUDIOS FORMALES Y ESTRUCTURALES

Superficie

- Abultamientos superficie desigual y Patrón orientado en una sola dirección : canales, nervios
- Patrón hidrofobia-hidrofílico
- Superficies frías
- Porosas
- Resbaladizas, escurre al drenaje rápido

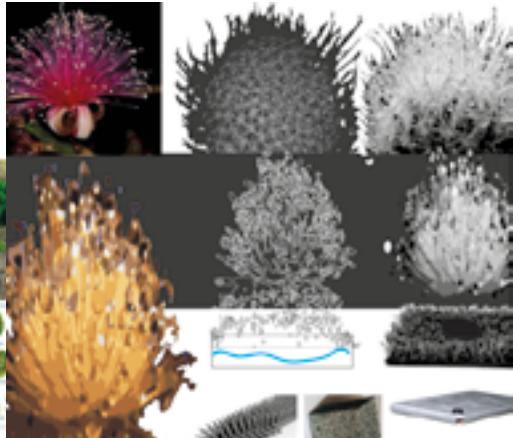
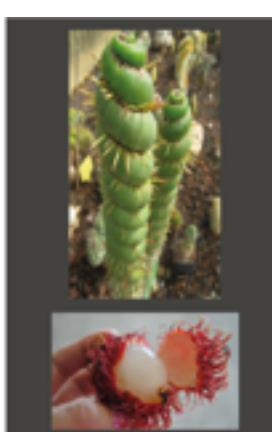


Fig. 54

DISEÑO PARTE SUPERIOR SELECCIONADO

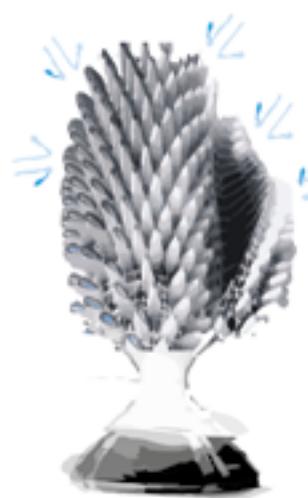
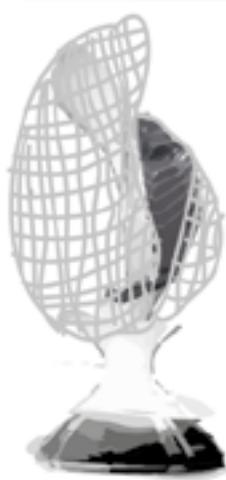
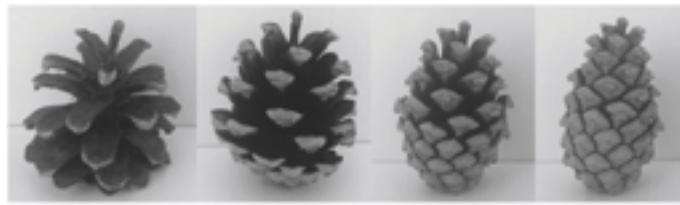
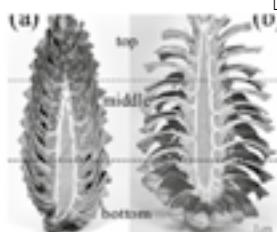


Fig. 55

3.5. ESTUDIOS FORMALES Y ESTRUCTURALES

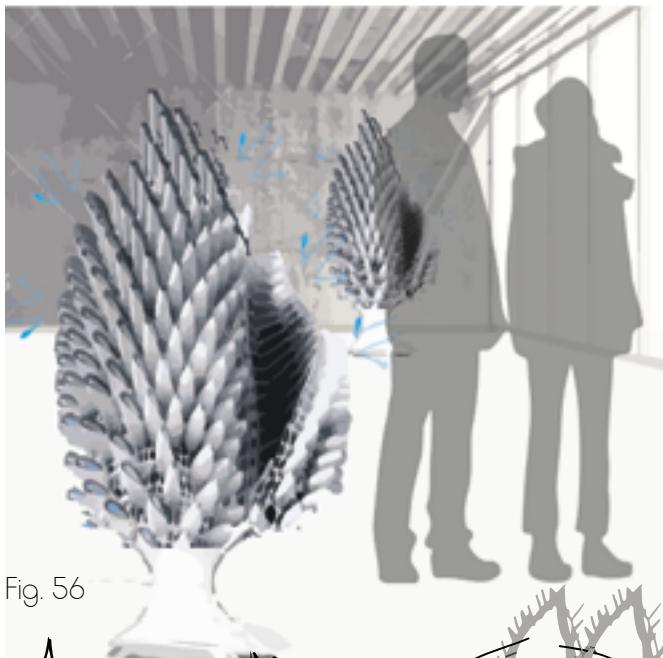
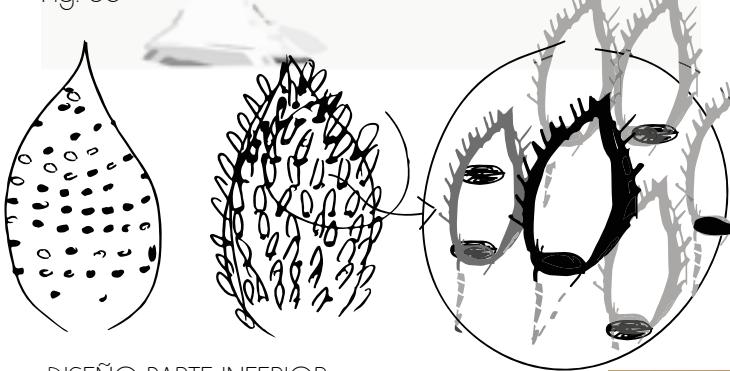


Fig. 56



DISEÑO PARTE INFERIOR

Se realizó una búsqueda de influencias para poder desarrollar la parte inferior. Finalmente sería como la maceta de la planta, y en su interior estaría el depósito y los componentes eléctricos necesarios para que el producto funcione.

Para la base se plantearon diferentes materiales, chapa de aluminio, ABS con acabado metalizado, diversos plásticos. Todos ellos le daban al producto un aspecto demasiado artificial, después de buscar otras soluciones se decide utilizar un material más ecológico y con un aspecto más natural, la madera.

Siguiendo con la misma idea de buscar elemento bioinspirados y ecológicos descubrimos el MADERON, este material está formado por una mezcla de restos vegetales como cáscaras de almendras trituradas con diversas resinas que pueden ser de origen natural o sintético. El resultado es una madera plástica que se puede moldear.



Fig. 58

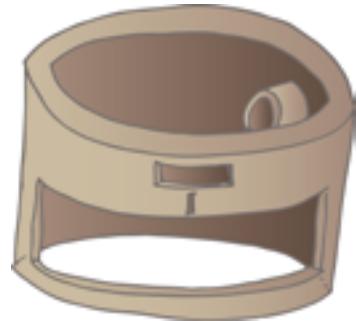


Fig. 59

Este diseño es una combinación perfecta entre tres especies capaces de aprovechar la humedad del aire solamente con sus formas y estructuras.

La forma predominante es la de la piña, son plantas que no poseen raíces y toda el agua que necesitan la capturan con sus escamas. La distribución en roseta de las escamas recuerda a las del Áloe Espiral, cuyas hojas poseen unas espinas en sus extremos que permiten abarcar más espacio.

También se ha tenido en cuenta para imitar a los pinos por sus hojas flexibles, resbaladizas y forma piramidal.

Fig. 57

3.6. DESARROLLO DE PIEZAS Y PROCESOS

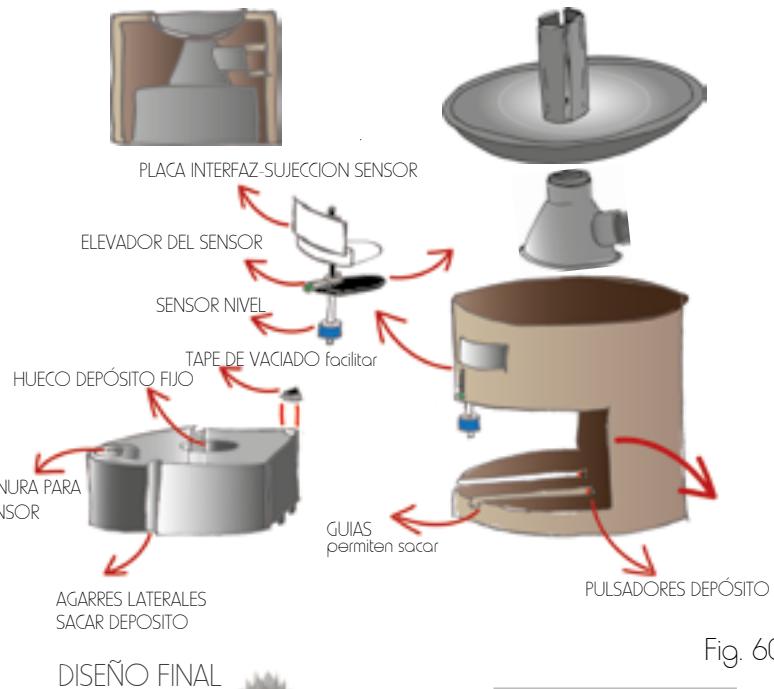
Las partes más complicadas de desarrollar fueron las relacionadas con el sensor y el depósito extraíble, pues había que tener en cuenta tanto los sistemas eléctricos como los principios ergonómicos haciendo cómodas las zonas de interacción con el usuario. Un ejemplo de ello, era el diseño de un sistema de elevación del sensor para facilitar al usuario la extracción del depósito, otro las ruedas para transportarlo o los agarres del depósito.

Para que se creara la aspiración correcta con el extractor, debían de respetarse los huecos necesarios para crear el flujo de aire y todas las piezas debían de estar selladas.

Se realizaron varios modelos 3D hasta que se llegó a la combinación y colocación deseada de las hojas, en roseta recordando a las piñas y áboles, gracias a estudios sobre las piñas.

Pensando en que el producto sea escalable y tenga la opción de ser automático (depósito vacío por desagüe), había que diseñar unas piezas configurables. Por lo tanto, para el dispositivo automático:

- Escalar algunas piezas. Y suprimir otras.
- Las piezas como el depósito o la carcasa maceta sufrirían alguna modificación, pues ya no sería necesario extraerlo.
- El sensor permanecería fijo.
- Electroválvula incorporada.



DISEÑO FINAL

Fig. 60



otros diseños

Fig. 61

Para espacios pequeños como una habitación de una casa, algunas salas de espera, museos....

- Medidas generales: 744mm x Ø 411mm
- Volumen de la espuma metálica: 11736,36 cm³
- Capacidad depósito: 6-7 litros
- Caudal de aspiración: 150m³/h
- Consumo extractor: 20W

Para espacios grandes como grandes almacenes, centros comerciales, garajes, centros polideportivos,

- Medidas generales: 1478mm x Ø 822mm
- Volumen de la espuma metálica: 23472,72 cm³
- Capacidad depósito: 13-14 litros
- Caudal de aspiración: 280 m³/h o más,
- Consumo extractor: 25W - 30W

3.6. DESARROLLO DE PIEZAS Y PROCESOS

Para el desarrollo de piezas y estudio de sus procesos, consultar en el anexo del dossier del trabajo y en el anexo de planos.

Nº PLANO	PIEZAS FABRICABLES	MATERIAL	PROCESOS
I.01.01	Base Plataforma	Aluminio anodizado	Inyección y Cortes
I.01.05	Récpiente Captador	Aluminio anodizado	Inyección y Cortes
I.01.10.01	Soporte 1 Rueda	Aluminio anodizado	Inyección
I.01.10.04	Soporte 2 Rueda	Aluminio anodizado	Inyección
I.02.02.03	Hoja	Aluminio anodizado	Inyección
I.02.02.02	Andaje	Aluminio anodizado	Inyección
I.02.01	Estructura filtro	Espuma metálica Aluminio	Inyección
I.01.08.04	Embellecedor	Maderón	Inyección y Corte
I.01.06.01	Placa Interfaz	Maderón	Inyección y Corte
I.01.02	Maceta	Maderón	Inyección y Cortes
I.01.07.04	Ascensor 1 Sensor	ABS	Inyección
I.01.07.03	Ascensor 2 Sensor	ABS	Inyección
I.01.08.05	Depósito	ABS	Inyección
I.01.08.03	Tapa superior depósito	ABS	Inyección
I.01.04	Depósito Fijo	ABS	Inyección
I.01.08.02	Ajuste Sensor	Caucho	Inyección
I.01.07.02	Tubo Sensor	Caucho	Inyección
I.01.08.01	Tape Deposito	Caucho	Inyección
I.01.10.06	Rueda	Caucho	Inyección
I.01.07.02	Tape Sensor	Caucho	Inyección
I.02.02.01	Pelos	PDMS y Partículas Magnéticas Cobalto	Inyección
I.01.06.02	Goma Interruptor	PDMS	Inyección
I.01.10.03	Cosquillo	Nylon	Inyección

Fig. 62

3.7. MONTAJE Y SECUENCIA DE USO

MANUAL

Fig. 63

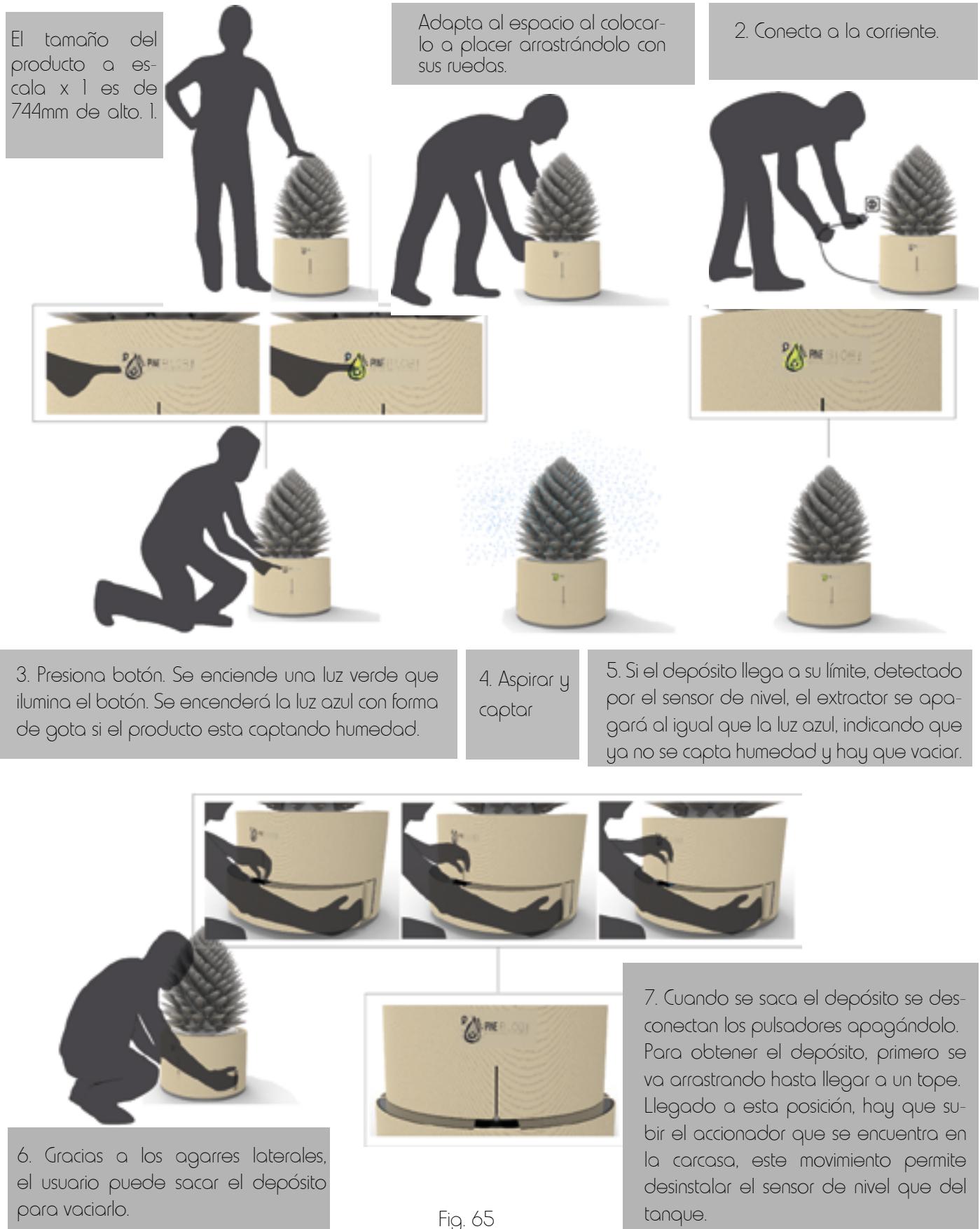


Fig. 64



3.7. MONTAJE Y SECUENCIA DE USO

MANUAL



3.7. MONTAJE Y SECUENCIA DE USO

MANUAL

Fig. 65



AUTOMÁTICO

LA PARTE INFERIOR. TAMAÑO:

LA SECUENCIA DE USO SE LIMITA A INSTALARLO Y ENCENDER EL BOTÓN DE ENCENDIDO (ver en anexo dossier)



3.8. IMAGEN DE MARCA Y PACKANING

Para que un producto sea completo debe de tener un nombre y una imagen que lo represente. Se eligió "PINEBLOB!" Nombre compuesto por "PINE" por su forma de piña y por los principios en los que se basa y "BLOB" por su objetivo, su significado, traducido es gota y por recordar al sonido de esta al caer, siendo una onomatopeya perfecta. Además para fomentar este hecho se le añadió un signo de exclamación.

Para el packaning, se ha utilizado estos recursos gráficos en la etiqueta-faja.



Fig. 67



Fig. 68

3.9. REPRESENTACIÓN FINAL



4. CONCLUSIONES

El conocer de primera mano los problemas relacionados con el exceso de humedad y las nieblas es lo que motivó a la hora de elegir un camino por donde empezar a trabajar y que ha llevado a la realización de este diseño.

Después de estudiar a fondo los mecanismos que influyen en la creación, disipación y condensación de la humedad, observar sus reacciones ante distintos estímulos y sobre todo ver como la misma naturaleza, animales y plantas, dan solución a problemas con recursos adaptados, ha sido el referente que se ha mantenido como la base de todo este proyecto.

Los resultados obtenidos han sido:

- Para evitar accidentes en carreteras por falta de visibilidad producida por la niebla, se arrojaron varias ideas, todas ellas con un elevado coste de ejecución o de mantenimiento, llegando a la conclusión que la solución podría ser dotar a los vehículos con un método o aparato que permita al conductor ver a través de ella creando una solución universal para todo tipo de calzadas.
- Se ha conseguido un producto bioinspirado y ecológico.

PINEBLOB está concebido para mejorar la calidad de vida en los espacios donde la humedad se adueña del bienestar. Gracias a su diseño formal consigue con una técnica bioinspirada atrapar la humedad e impurezas del ambiente devolviendo un aire totalmente renovado, limpio y seco. Además PINEBLOB se mimetiza en cualquier tipo de decoración. Con su imagen equilibrada y ornamental es suficiente para ser considerada una pieza con personalidad.

Desde el diseño de sus hojas hasta los materiales han sido inspirados en la naturaleza, se ha intentado que fuera un diseño sostenible y en buena medida se ha conseguido.

IMPRESIONES

Mé siento satisfecha con el resultado de este proyecto, ya que se han ido resolviendo todos los retos marcados o que han surgido en su desarrollo.

Todo comenzó con un desafío muy ambicioso y gracias al intento de ponerle solución, conseguí encontrar "la idea", la esencia de este proyecto, "El controlar el exceso de humedad utilizando recursos biológicos permite obtener mejoras energéticas".

Pero, no solo se ha conseguido aplicar esta idea en un deshumidificador, sino que se han lanzado mejoras para solucionar en un futuro el reto principal.

5. BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS.3 INFORMES DE LA HUMEDAD-NIEBLA:

- <http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/6E99A9FA3401-4029-9004-FE074EEF5FDD/132046/AMemoriadescriptivayreferencialdeencuadredelaCompr.pdf>
- https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/82E58F48-A4DD-495C-87C9-BA4D63FD85A4/131555/DPresentaci%C3%B3n-DGC_Innovacarreterasdejuliode2015.pdf
- http://www.ptcarretera.es/wp-content/uploads/2015/08/Fomento_Niebla-A8_Voz-de-Galicia.pdf.
- Se utilizaron los apuntes prestados por el profesor de climatología de la Universidad de Zaragoza, además de un libro:
“ Ingeniería medio ambiente: tratado de climatología aplicada a la ingeniería medioambiental: uso del análisis climático para los estudios medioambientales”. Mariano Seoánez Calvo
- El libro que utilizan en la optativa de física del medioambiente en la Universidad de Zaragoza:
“ ATMOSPHERIC SCIENCE AND INTRODUCTORY SURVEY”, John M. Wallace - Peter v. Hobbs.
- Libro encontrado que presenta temas sobre la niebla y la humedad:
- “ ESCUELA DE ESPECIALIDADES FUNDAMENTALES ESTACIÓN NAVAL DE LA GRAÑA,
- CURSO DE METEOROLOGÍA Y OCEANOGRÁFÍA” , C.C. Luis Antonio García Martínez
- www.cesvi.com.ar/revistas/r75/SegVialNiebla.pdf
- http://www.lavozdegalicia.es/noticia/galicia/2015/07/28/ano-occidente-niebla-puso-evidencia-a-8/0003_201507G28P7993.htm
- <http://www.lavozdegalicia.es/noticia/galicia/2014/07/26/zona-ocurrieron-accidentes-multiples-a-8-acumula-incidencias-niebla/00031406404140176812157.htm>
- <http://www.lne.es/asturias/2015/06/09/autovia-cantabrico-lleva-tres-dias/1769398.html>
- <http://www.lavozdegalicia.es/noticia/lugo/2014/07/26/muerto-numerosos-heridos-varias-colisiones-multiples-niebla-a-8-abadin-lindin/00031406373404653643245.htm>
- <http://www.elcorreo.es/sociedad/88-accidentes-trafico-en-dubai-por-niebla>
- <http://www.motorpassion.com/otros/collision-masiva-en-abu-dhabi-200-coches-implicados-6-muertos-y-300-heridos>
- <http://es.autoblog.com/2008/03/11/hasta-200-vehiculos-implicados-en-un-accidente-en-cadena-en-los/>
- http://www.heraldo.es/noticias/aragon/2015/11/09/la_niebla_afecta_varios_tramos_las_carreteras_aragonesas_616740_300.html
- <http://www.efe.com/efe/espana/sociedad/mueren-16-personas-en-un-accidente-de-trafico-al-sur-el-cairo/10004-2825940>
- <http://www.elmundo.es/elmundo/2012/01/14/barcelona/1326538463.html>
- vídeo: <https://actualidad.rt.com/actualidad/view/35603-Niebla-mortal-accidente-en-cadena-de-mas-de-50-coches-en-Alemania>
- http://elpais.com/diario/1991/12/08/espana/692146802_850215.html
- http://noticias.lainformacion.com/catastrofes-y-accidentes/accidentes-en-carretera/trafico-la-niebla-condiciona-la-circulacion-en-carreteras-de-18-provincias_ibELusVSTPevxd202ATYGI/
- <http://volandosinmiedo.com/curso-miedo-volar/dudas-y-curiosidades/vuelo-instrumental-volar-noche-niebla/>
- <http://www.elpais.com.uy/informacion/niebla-afecta-atterrizajes-aviones-transito.html>
- <http://www.elmundo.es/mundodinero/2006/12/22/economia/1166778151.html>
- <http://www.eldiariomontanes.es/cantabria/201606/10/desviado-otro-avion-cinco-20160610093757.html>
- http://www.lavozdegalicia.es/santiago/2010/08/26/0003_8690121.htm
- <http://edant.clarin.com/diario/2008/07/06/sociedad/s-01709317.htm>
- <http://www.lavozdegalicia.es/noticia/internacional/2016/03/19/mueren-62-personas-estrellarse-avion-flydubai-sur-ruvia/00031458370861621499342.htm>
- <http://www.military.com/daily-news/2015/03/11/fog-limited-visibility-at-time-of-black-hawk-crash-with-11.html>
- <http://www.elmundo.es/elmundo/2011/10/06/galicia/1317883885.html>
- <http://www.laopinioncoruna.es/coruna/2008/10/21/niebla-impide-atracar-puerto-nuevo-buque-gasero/230321.html>
- <http://www.libertaddigital.com/sociedad/la-niebla-retrosa-los-barcos-en-plena-fase-de-regreso-de-la-operacion-paso-del-estrecho-1276231486/>

5. BIBLIOGRAFÍA

- http://www.diariovasco.com/agencias/2012/12/24/economia/retrasos-cancelaciones-vuelos-barco-densa_201212241121.html
- <http://www.20minutos.es/noticia/2449383/0/niebla-barcelona/retrasos-prat/puerto-cerrado/>
- <http://www.farodevigo.es/portada-o-morrazo/2012/08/09/susto-medio-niebla riesgo-collision-barcos-can>
- <http://www.diariodemallorca.es/sucesos/2009/07/01/cinco-muertos-chocar-barcos-peru/480035.html>
- <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-B-2015-20619>
- http://www.heraldo.es/noticias/aragon/2015/11/09/la_niebla_afecta_varios_tramos_las_carreteras_aragonesas_616740_300.html
- http://www.eldiario.es/turing/Drones-rayos-laser-niebla_0_424158151.html
- <http://www.estelaquimica.com.ar/2012/04/listado-de-patentes-desde-1920-hasta-el.html>
- <https://www.youtube.com/watch?v=rw5fMHGcduo>
- <https://www.youtube.com/watch?v=xtjvxNqqBBU>
- <https://www.youtube.com/watch?v=jnWRYOGNUJQ>
- <http://noticias.eltiempo.es/2015/08/28/propuestas-combatir-la-niebla-la-8/>
- <https://actualidad.rt.com/actualidad/view/35603-Niebla-mortal-accidente-en-cadena-de-mas-de-50-coches-en-Alemania>
- <https://www.youtube.com/watch?v=lr7pJC6cCWl>
- <http://www.worldhighways.com/categories/traffic-focus-highway-management/features/smart-road-test-facility-in-virginia/>
- <http://www.worldhighways.com/categories/traffic-focus-highway-management/features/smart-road-test-facility-in-virginia/>
- <http://www.abc.es/tecnologia/redes/2014/12/01/abci-nube-toxica-londres-2014/2011012.html>
- <http://guias.masmar.net/Apuntes-Náuticos/Meteorología/Formación-de-nieblas.-Previsión.-Dispersión>
- <http://www.divulgameteo.es/aulaabierta.html>
- <http://surf.tikel0.com/formacion-de-nieblas/>
- Libro : Meteorología aplicada a la navegación Escrito por Francesc Xavier Martínez de Osés
- <http://mentescuriosas.es/agua-de-niebla/>
- <http://aguadeniebla.com>
- http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/niebla-mala-companera_640655.html
- <http://www.solerpalau.es/es-es/hojas-tecnicas-ventilacion-de-la-humedad/>

ANEXO.4 MATERIALES Y PROYECTOS PARA ACABAR CON LA HUMEDAD-NIEBLAS

- <http://www.scopus.com.roble.unizar.es>
- <http://www.asturnatura.com/mineral/talco/3394.html>
- <https://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365,m,108&r=ReP-26742->
- <http://www.gilca.es/productos-quimicos/>
- <http://www2.uned.es/cristamine/fichas/talco/talco.htm>
- <http://www.pdv.com/lexico/museo/minerales/talco.htm>
- <http://www.textoscientificos.com/quimica/espumas-metalicas>
- http://elpais.com/diario/2005/11/06/eps/1131262026_850215.html
- <http://www.scientific.net/AMR.1052.226>
- <http://www.terrainpbrightgreen.com/tapping-into-nature/>
- <http://www.abc.es/motor-reportajes/20140813/abci-visibilimetro-universidad-politecnico-valencia-20140812122.html>
- <http://www.flir.es/cs/display/?id=42107>
- http://noticias.lainformacion.com/politica/defensa/disenan-lente-que-permitira-ver-a-traves-de-la-niebla-en-el-compo-de-batallo_7vuFWHBA33JNRliiVahrnl/
- <http://www.estelaquimica.com.ar/2015/12/patentes-de-control-climatico-desde.html>
- <http://patentados.com/patentes/E01H13/00.html>
- <http://patentados.com/patentes/A01G15/00.html>
- <http://chemtrailsstoledo.blogspot.com.es/2010/11/patentes.html>
- https://www.youtube.com/watch?v=Koq4mtcL_aw
- <http://www.quiminet.com/articulos/el-uso-de-eliminadores-de-niebla-en-diferentes-industrios-2653662.htm>

5. BIBLIOGRAFÍA

- <http://www.directindustry.es/prod/the-hilliard-corporation/product-29728-l476687.html>
- <http://www.espectador.com/tecnologia/303l35/conozca-jet-sis-el-sistema-uruguayo-que-quita-la-niebla#1>
- <http://www.nevasport.com/noticias/art/l3320/Un-invento-para-acabar-con-la-niebla-en-las-pistas/>
- <http://patentados.com/patentes/A01G15/00.html>
- <http://patentados.com/patentes/E01H13/00.html>
- <http://patentados.com/patente/installacion-disipar-niebla-viales-tanto-ciudad-como/>
- <http://www.nevasport.com/noticias/art/l3320/Un-invento-para-acabar-con-la-niebla-en-las-pistas/>
- <http://twenergy.com/a/sensores-piezoelectricos-una-nueva-forma-de-energia-renovable-l545>
- <http://energialibre23.blogspot.com.es/2011/04/energia-piezoelectrica.html>
- <http://www.motorpasionfuturo.com/medio-ambiente/pavener-una-forma-util-de-aprovechar-el-calor-del-ASFALTO>
- http://www.tendencias21.net/Utilizan-las-carreteras-como-fuente-de-calor_a2013.html
- <http://www.e-hub.org/concrete-solar-collector.html>
- <http://www.elperiodico.com/es/noticias/sociedad/2009ll25/tecnicos-espanoles-mejoran-captacion-calor-del-ASFALTO/print-234256.shtml>
- <http://noticias.coches.com/noticias-motor/asfalto-con-nanoparticulas-que-advierten-del-hielo/73198>
- <http://www.worldhighways.com/categories/traffic-focus-highway-management/features/smart-road-test-facility-in-virginia/>
- http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/l31/htm/sec_11.htm
- <http://www.humitat-stop.com/como/comoquitar.html>
- <http://docplayer.es/l1945320-Diseno-en-cosmosfloworks-del-conducto-experimental-para-la-medicion-de-la-caida-de-presion-del-aire-al-paso-de-bandejas-metalicas.html>
- <http://gajitz.com/recycled-smog-algae-street-lamp-eats-smog-fuels-cars/>
- <http://www.scientific.net/KEM.683.301>
- <http://www.scientific.net/AMR.l052.226>
- <http://www.dupont.mx/productos-y-servicios/consulting-services-process-technologies/consultoria-ambiental-licencias-de-tecnologia/usos-y-aplicaciones/eliminadores-niebla.html>
- http://www.leroymerlin.es/productos/climatizacion/humidificadores_y_deshumidificadores/como-elegir-humidificador-es-deshumidificadores-y-purificadores.html
- <http://deshumidificador.org/tipos-de-deshumidificadores/>
- <http://www.deshumidificadores.com.es/tipos/>
- <http://www.uworkfit.com/gimnasios/deshumidificador/>
- <http://www.casavonen.com/lifadry&clean.htm>
- <http://www.rehabilit.com/es/humedades/humedad-condensacion/purair>
- <http://markova3011.weebly.com/blog/air-filter-designs>
- <http://zelenyishar.ru/products/l8763778>
- <http://www.cli-mate.com.au/products/portable-dehumidifiers>
- <https://conceptc>
- <http://www.di-conexiones.com/humedad-urbana-control-natural/>
- <http://www.ohashiryoki.com/products/moss/mast.htmlus.wordpress.com/2015/07/21/urbancone-health-product-design-technology/>
- <https://www.studioroosegaarde.net/project/smog-free-project/photo/#smog-free-project>
- <http://cinabrio.over-blog.es/article-una-megaaspiradora-holandesa-ayudaria-a-china-a-combatir-el-smog-120898642.html>
- <http://www.trendhunter.com/trends/usb-doughnut-humidifier>
- <https://termigoblog.wordpress.com/page/12/?archives-list=1>
- <http://www.neoteo.com/solar-wind-central-hibrida-de-energia-renovable-en>
- <http://www.coroflot.com/nicolaverreynne/Gas-Heater-Design>
- <https://www.youtube.com/watch?v=vxxQ5inYYmA>
- http://picpc.es/Bombo_de_vacio_casera.html

5. BIBLIOGRAFÍA

- <https://www.youtube.com/watch?v=4McLVw8YFs>
- <http://deshumidificador.org/tipos-de-deshumidificadores/>
- <http://www.airalia.es/deshumidificadores/deshumidificadores-de-bajo-consumo-2015/>
- <http://es.aliexpress.com/item/10-PCS-Acum-pump-micro-air-mini-vacuum-pump-air-compressor-electric-pump-12V-OR-24V/32373478016.html?spm=21i4.43010208.4.70.ASeJoH>
- <http://www.electric-airpump.com/es/air-pumps.html>

- http://www.tiendanimal.es/eheim-bomba-agua-para-acuarios-estanques-universal-p-6756.html?gclid=Cj0KEQjwnv-27BRCmuZqMg_DdmrOBEiQAg&YII32vg_cmvlRsk0mslMVClx_rOOf8adUJlmveSIU4foaAnSP8P8HAQ&gclsrc=aw.ds
- <http://es.aliexpress.com/item/FL-703-DC-12V-Electric-Diaphragm-Pump-High-Suction-Mini-Self-Priming-Centrifugal-Pump-5-5L/32597177140.html?spm=21i4.43010208.4.54.bcELDt>
- <http://spanish.alibaba.com/product-gs/dc-12v-24v-mini-refrigerator-compressor-for-automotive-fridge-60094639871.html?s=p>
- http://es.made-in-china.com/co_sporlan/product_Qdzh30g-DC-12V-Fridge-Compressor_euisgeong.html
- <http://www.tuaireacondicionadoweb.com/compresores-frigorificos-diferentes-tipos-y-caracteristicas-2/>
- <http://docplayer.es/9457755-Compresores-y-unidades-condensadoras.html>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Pojlnwb9UA>
- <http://100ciaencasa.blogspot.com.es/2013/03/bomba-de-vacio-casera.html>
- https://www.alibaba.com/product-detail/High-Efficient-Miniature-Mini-Air-Conditioner_60334807544.html?spm=a2700.7743248.51.7.Odpq0e
- <http://es.pfernandezdiez.es/?pageID=6>
- http://www.disibeint.com/web2010/suport/documents/doctec_002-c.pdf
- <http://www.salvadorescoda.com>

ANEXO.5 ESTUDIOS BIÓNICOS Y PROYECTOS PARA RECAUDAR AGUA

- [http://www.ecured.cu/Absorci_n_y_transporte_de_agua_\(Plantas\)](http://www.ecured.cu/Absorci_n_y_transporte_de_agua_(Plantas))
- http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/2esobiologia/2quincena7/2quincena6_contenidos_3a.htm
- http://www.euita.upv.es/varios/biologia/temas/tema_12.htm
- <http://dyna-gro-blog.com/how-plant-roots-absorb-water/>
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2727584/>
- <http://www.pubpdf.com/pub/19302173/Fog-interception-by-Sequoia-sempervirens-D-Don-crowns-decoupling-physiology-from-soil-water-deficit>
- http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/12/151221_ciencia_atacama_reconstuyen_record_historico_neblina_mes
- <http://jardinplantas.com/plantas-que-absorben-humedad/>
- http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/12/151221_ciencia_atacama_reconstuyen_record_historico_neblina_mes
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Bromeliaceae>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Ananas_comosus
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Suculenta>
- https://books.google.es/books?id=9pLQIQ8O1_kC&pg=PA20&lpg=PA20&dq=evitar+la+niebla+con+plantas&source=bl&ots=aRNc4VAu32&sig=BLNvbPhkilZV2pZt2cXtlHApZ5c&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjk9cS5tbLAhUJWxQKH-fzMDQ8Q6AEINDAD#v=onepage&q=evitar%20la%20niebla%20con%20plantas&f=false
- <http://aguapuragua.blogspot.com.es>
- <http://www.aguadeniebla.com/>
- <http://atrapanielbllassanjuan.blogspot.com.es>
- [https://www.researchgate.net/publication/257199788_TECNOLOGIA_PARA_LA_RECOLECCION_DE_AGUA_DE_NIEBLA_\(imágenes\)](https://www.researchgate.net/publication/257199788_TECNOLOGIA_PARA_LA_RECOLECCION_DE_AGUA_DE_NIEBLA_(imágenes))
- http://www.bbc.com/mundo/participe/2009/04/090422_l224_participe_atrapanielblas_am.shtml
- <http://inspiringfuture.org/wordpress/2014/05/21/dew-harvesting-as-a-means-to-get-clean-drinking-water/>

5. BIBLIOGRAFÍA

- http://www.consumo.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2012/04/16/208774.php
- <http://www.lavanguardia.com/vida/2012/05/54244955506/escurre-nubes-aliviar-problema-escasez-agua.html>
- <http://taylordrake.com/systems/#/condense/>
- <http://integradoatrapanielas2011.blogspot.com.es/2011/04/propuesta-grupo-6-coronamiento.html>
- <http://www.iacblog.com/programs/348/>
- <http://www.greennuze.com/nature/water/2358-fog-harvesting-dropnet-.html>
- <http://en.permaculturescience.org/english-pages/4-energy-ecotechnology/9-10-ecoscience/e-watering/fog-harvesting>
- <http://www.fogquest.org>
- <http://en.permaculturescience.org/english-pages/4-energy-ecotechnology/9-10-ecoscience/e-watering/fog-harvesting>
- <http://patentados.com/patentes/A01G15/00.html>
- <https://es.pinterest.com/pin/43445669527557676/>
- <http://casasdome.com/coletor-agua/>
- <http://www.yankodesign.com/2014/04/01/thirst-quenching-trees/>
- <https://vimeo.com/55755201>
- <http://www.homecrux.com/2014/03/26/12918/solar-powered-3d-printed-sand-babel-unique-skyscraper-made-from-desert-sand.html>
- http://www.coroflot.com/di_eduardor/AGUA-IN-SITU
- <http://ua-destinomarsella.blogspot.com.es/2014/06/gi-emilio-lopez.html>
- http://www.treehugger.com/clean-water/savior-bud-sucks-moisture-from-trees-for-drinking-water.html#146290||40727||&action=collapse_widget&id=0&data=
- <http://archinect.com/news/article/1375||397/hydroforest-an-honorable-mention-in-dry-futures-pragmatic-category>
- <http://ifworlddesignguide.com/entry/953||2-water-tree>
- <http://www.construible.es/articulos/bulevar-biodomico>
- <http://www.alternative-energy-news.info/tree-shaped-wind-turbines-paris/>
- <https://www.newscientist.com/article/dnl2923-dew-harvesting-web-conjures-water-out-of-thin-air/>
- <http://inhabitat.com/watair-turning-air-into-water/>
- <http://www.technion.ac.il/en>
- <http://inspiringfuture.org.wordpress/2014/05/21/dew-harvesting-as-a-means-to-get-clean-drinking-water/>
- <http://wonderfulengineering.com>this-innovative-greenhouse-collects-water-from-air-to-water-crops/>
- <http://www.designboom.com/project/dew-lamp/>
- <http://www.jamesdysonaward.org/Projects/Project.aspx?ID=1722>
- <http://www.gizmag.com/airdrop-wins-james-dyson-award/2047||pictures#7>
- <http://www.yankodesign.com/2009/12/18/water-in-thin-air/>
- <https://www.behance.net/gallery/16664685/Geometry-in-Nature-and-How-it-Functions>
- <http://en.permaculturescience.org/english-pages/4-energy-ecotechnology/9-10-ecoscience/e-watering/fog-harvesting>
- <https://www.youtube.com/playlist?list=PLEEA753||7B8DB50>
- <http://en.permaculturescience.org/english-pages/4-energy-ecotechnology/9-10-ecoscience/e-watering/fog-harvesting>
- <http://www.ecochunk.com/5||8/2013/01/01/windy-water-concept-collects-morning-dew-to-water-plants/>
- <http://www.venawater.comsolution>
- <http://www.evolo.us/competition/mist-tree-in-atacama-desert/>

6. INDICE

FIG.1	Niebla en España	7	FIG.41	Concepto succión por tejado	28
FIG.2	Zaragoza	7	FIG.42	Concepto sanguijuela pared	28
FIG.3	Galicia	7	FIG.43	Concepto escarabajo robot	28
FIG.4	Niebla en Puente A-8 Galicia.....	7	FIG.44	Tipos de deshumidificadores.....	30
FIG.5	Cactus	8	FIG.45	Entornos	30
FIG.6	Telos de Araña	9	FIG.46	Experimentos PMDS	32
FIG.7	Mariposa Morpho.....	9	FIG.47	Experimento material estructura y mecanismo..	33
FIG.8	Animales que succionan	9	FIG.48	Experimentos comparación	33
FIG.9	Escarabajo Namibia.....	9	FIG.49	Experimentos aumentar eficacia	33
FIG.10	Humedad en Pino	10	FIG.50	Tabla resultados	34
FIG.11	Edelweiss.....	10	FIG.51	Extractor	34
FIG.12	Musgos	10	FIG.52	Círculo manual	35
FIG.13	Usnea	10	FIG.53	Círculo automático	36
FIG.14	Trigo	10	FIG.54	Conceptos formales	37
FIG.15	Bristlegras	10	FIG.55	Concepto formal elegido.....	37
FIG.16	Planta Cotula	10	FIG.56	Concepto formal elegido 2	38
FIG.17	Agaves-Aloe	10	FIG.57	Evolución concepto formal	38
FIG.18	Piñas	10	FIG.58	Influencia maceta	38
FIG.19	Cactus	10	FIG.59	Dibujo Pieza-Maceta	38
FIG.20	Material hidrogeles	12	FIG.60	Desarrollo Piezas	39
FIG.21	Materiales yeso	12	FIG.61	Modelos 3D	39
FIG.22	Espumas metálicas	12	FIG.62	Tabla procesos	40
FIG.23	Niebla aeropuerto	13	FIG.63	Montaje parte superior del producto	41
FIG.24	Accidente trafico	13	FIG.64	Montaje parte inferior producto manual	41
FIG.25	Vídeo accidente	14	FIG.65	Secuencia de Uso	42-43
FIG.26	Puente A-8 Galicia	14	FIG.66	Montaje parte Inferior producto automático	43
FIG.27	Cámara de tráfico	15	FIG.67	Imagen de Marca de Producto	44
FIG.28	Confort	16	FIG.68	Packaging	44
FIG.29	Humedades en Edificios	17	FIG.69	Representación final del producto	45
FIG.30	Soluciones: ver a través	18	FIG.70	Representación final en el entorno	45
FIG.31	Soluciones: disipan o recaudan	21			.
FIG.32	Concepto radiador en Calzada	23			.
FIG.33	Concepto anillos calefactores	23			.
FIG.34	Concepto: Aspersor	23			.
FIG.35	Concepto Láminas	23			.
FIG.36	Concepto: Plantas pérgola	24			.
FIG.37	Concepto: Plantas arco	24			.
FIG.38	Concepto: Plantas aspiran carretera..	25			.
FIG.39	Ideas ver a través	26			.
FIG.40	Concepto elegido	27			.