



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ARQUITECTO

**"DISEÑO DE UN MODELO ARQUITECTÓNICO A
PARTIR DEL ESTUDIO FORMAL HABITACIONAL DEL
AVE FURNARIUS CINNAMOMEUS EN EL SECTOR
SUR-ORIENTE DE LA PROVINCIA DE LOJA."**

AUTOR:

JUAN ENRIQUE HIDALGO EGUIGUREN

DIRECTOR:

ALFREDO ORDOÑEZ

CUENCA

Mayo 2011





UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TASIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ARQUITECTO

**"DISEÑO DE UN MODELO ARQUITECTÓNICO A
PARTIR DEL ESTUDIO FORMAL HABITACIONAL DEL
AVE FURNARIUS CINNAMOMEUS EN EL SECTOR
SUR-ORIENTE DE LA PROVINCIA DE LOJA."**

AUTOR:
JUAN ENRIQUE HIDALGO EGUIGUREN

DIRECTOR:
ALFREDO ORDOÑEZ

CUENCA
Mayo 2011





AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Alfredo Ordoñez, director de esta tesis, y a todos los docentes y personas sin los cuales este estudio no hubiera sido posible.



DEDICATORIA

A mis padres, Elizabeth y Enrique.
A mis hermanos, Eduardo y Andrés.
A mis tíos, en especial a Carmen y Enrique.
A mis primos y amigos, en especial a Paz.
Por apoyarme en este proceso



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Aplicar el estudio formal habitacional del ave Furnarius Cinnamomeus en la realización de un modelo arquitectónico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Comparar el diseño habitacional del Furnarius Cinnamomeus y la arquitectura contemporánea.

-Identificar y establecer las características de la biomimética y sus diversos usos en el mundo actual.

-Analizar el sistema habitacional del ave Furnarius Cinnamomeus.

-Aplicación del sistema de construcción del Furnarius Cinnamomeus en la arquitectura.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

Pág.
1

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

- 1.1- Estética en la arquitectura contemporánea.
- 1.2- Impacto ambiental de la arquitectura actual.
- 1.3- Diseño habitacional animal.
- 1.4- Bondades de la creación habitacional animal con respecto al medio ambiente.

2
3
1 1
2 0
3 0

CAPÍTULO 2

BIOMIMÉTICA

- 2.1- Generalidades.
- 2.2- Diseño y producción en la naturaleza
- 2.3- Recursos formales en la naturaleza
- 2.4- Biomimética aplicada y analogías formales

3 2
3 3
3 4
4 0
4 7

CAPÍTULO 3

MODELO HABITACIONAL DEL FURNARIUS CINNAMOMEUS

- 3.1- Generalidades
- 3.2- Entorno natural del ave
- 3.3- Materiales y entorno elegibles por el ave para la construcción de su refugio
- 3.4- Estructura habitacional
- 3.5- Estudio de la espacialidad interna.
- 3.6- Diseño habitacional del Furnarius Cinnamomeus y la arquitectura contemporánea

5 1
5 2
5 3
5 4

5 8
6 0
6 2

CAPÍTULO 4

APLICACIONES EN LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA

- 4.1- En la estética.
- 4.2- En la estructura.
- 4.3- Funcionalidad.
- 4.4- Impacto ambiental.
- 4.5- Cúpulas de adobe

Pág.

6 3
6 4
6 7
7 0
7 1
7 6

CAPÍTULO 5

DISEÑO DE MODELO ARQUITECTÓNICO

- 5.1- Anteproyecto.
- 5.2- Diseños

7 8
7 9
9 5

BIBLIOGRAFÍA

1 0 4

ÍNDICE DE FOTOS

1 0 6

ANEXOS

1 0 9



INTRODUCCIÓN

Las construcciones animales deben satisfacer rigurosos criterios de efectividad en relación con sus necesidades. Los costos de la construcción animal no se miden en términos monetarios, sino en términos de energía y el tiempo empleados en el proceso de producción.

Estas estructuras cumplen una serie de funciones determinadas, como por ejemplo, la de alimentarse, protegerse de los agentes atmosféricos y los depredadores, o para crear un entorno total para reproducirse y vivir.

Así pues, la vivienda animal es ecológica, no menosprecia ningún material, es autosustentable, natural y económica. Es el caso del *Furnarius Cinnamomeus* y su refugio.

Es la biomimética quien une las aplicaciones y sistemas naturales a la tecnología. En la arquitectura contemporánea podemos observar estas aplicaciones ya sea de manera formal o funcional.

La arquitectura contemporánea a dado paso a la renovación estética propuesta por varias vanguardias, de esta manera se abre camino para una aceptación más natural de nuevas propuestas y pensamientos arquitectónicos.

La modernidad surge como idea conectada a la nueva sociedad,

formada por individuos con una nueva educación estética, con nuevas relaciones sociales basadas en la razón. Es por esto que la arquitectura es la síntesis de todas las artes ya que es ella quien define y da lugar a los acontecimientos de la vida cotidiana.

En cuanto a la forma arquitectónica es uno de los elementos más importantes para el diseño, esta misma se ve íntimamente relacionada a la función. Para la creación de una forma es importante la comprensión total del proyecto.

Al hablar de una estructura arquitectónica no es solo la forma sino el conjunto que corresponde a la forma y su contexto.

Los efectos del impacto ambiental pueden llegar a convertirse en un fenómeno catastrófico, es por esto que nace la preocupación del ser humano hacia el medio ambiente.

La construcción es la actividad más consumidora de recursos naturales, asimismo los edificios o viviendas, una vez construidos, continúan siendo una causa directa de contaminación por las emisiones que producen o el impacto sobre el territorio.

La aplicación de los criterios de sostenibilidad y de utilización racional de los recursos naturales disponibles en la construcción requerirá realizar cambios en los valores que esta tiene como cultura. Estos principios de sostenibilidad llevarán hacia una conservación de los recursos naturales, una maximización en la reutilización de los recursos, una gestión del ciclo de vida, así como reducciones de la energía utilizada.





CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES



LA ARQUITECTURA

1.1 ESTÉTICA EN LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA

Lo moderno y contemporáneo se refieren al tiempo actual, pero en la "arquitectura moderna" y "arquitectura contemporánea" existe la diferencia de todo un siglo de variedades y expresiones.

La arquitectura moderna inicia a principios del siglo XX mientras que la arquitectura contemporánea si se refiera a la actual.

Antes de llegar a la estética de la arquitectura contemporánea me parece importante realizar un breve repaso de las tendencias arquitectónicas que se han dado a partir de la modernidad.

Gilles Lipovetsky menciona que: "El siglo está dividido en dos. La primera mitad está marcada por las ideologías que se formaron en el siglo XIX. La Segunda Guerra Mundial es precisamente el resultado de las ideas racistas del siglo XIX. En esa primera mitad termina la Modernidad. La segunda mitad es en cambio la de la Postmodernidad."

Entre el fin de la Modernidad y la Postmodernidad, observamos, que los cambios que realizó la cultura en la segunda mitad del siglo, fueron debido a relevantes acontecimientos sociales, políticos, y especialmente científicos y tecnológicos a partir de 1950, y protagonizaron una "transición" entre los tiempos modernos y el intervalo postmoderno.

1. Gilles Lipovetsky - Reportaje de Hugo Beccacece - La Nación - 2/1/2000.



1.1.2 ARQUITECTURA MODERNA

Es la arquitectura de ayer, "terminó con los estilos del pasado, con el uso de la piedra y ornamentación, de las bóvedas y columnas, generándose una nueva expresión; no tenía memoria, era asimétrica y abstracta." ²

Su estética se basó en el uso racional de nuevos materiales tales como el concreto reforzado, el acero laminado y el vidrio plano en grandes vanos.

Edificios de la Bauhaus

Nace el concepto de Funcionalismo el mismo que se maneja en la arquitectura moderna; la forma sigue a la función. "Se consolida en 1932 con la Exposición Internacional de Arquitectura Moderna en el Museo de Arte Moderno de New York, en donde también se le empezó a conocer como Estilo Internacional" ³

La tendencia de las edificaciones es de formas rectangulares, racionales, elementos puros, con fachadas de cristal, se convierte en una nueva imagen corporativa a mediados del siglo, como es el caso del Edificio Seagram de Mies van der Rohe. New York, USA.

En los años sesenta se acusó a la arquitectura moderna de no tener pasado, y así surge la Arquitectura Posmoderna.



1. SEDE DE LA BAUHAUSE



2. EDIFICIO SEAGRAM DE MIES VAN DER ROHE

2 - 3. Padilla Hernández, José Aldo, *Arquitectura de hoy (Corrientes contemporáneas)*



1.1.3 ARQUITECTURA POSTMODERNA

La arquitectura postmoderna es una tendencia que reacciona contra los principios del movimiento moderno, tiene un marcado uso de elementos formales (simetría, columnas, capiteles, cornisas, arcos, frontones, etc.), utilizados en estilos pasados, principalmente de los ordenes clásicos .



**3. HOTEL GRAN MARQUIS,
MÉXICO**

4. CENTRO CULTURAL POMPIDOU. PARÍS, FRANCIA



A finales de los sesenta cuando el hombre llega a la luna, se utilizan en las torres de lanzamiento de las naves espaciales estructuras metálicas e instalaciones visibles, es en estas construcciones donde se inspira la arquitectura High Tech, la cual inicia en la revolución industrial ya que esta hace posible las estructuras necesarias para su construcción. Esta arquitectura continua hasta nuestros días, mejorando conforme la tecnología avanza.





5. MUSEO GUGGENHEIM

4. Padilla Hernández, José Aldo, *Arquitectura de hoy (Corrientes contemporáneas)*

Debido al acelerado avance tecnológico de final del siglo XX, para fines de los años ochenta la arquitectura tenía muchas y diversas vertientes. "A este tiempo arquitectónico se le conoce de varias formas: Pluralismo Contemporáneo, Supermodernismo, Nueva Modernidad e incluso Post Industrial"⁴.

No hay que perder de vista que esta nueva arquitectura es la expresión de una sociedad a la cual le toco vivir un cambio de siglo, y disfrutar de la comodidad que ofrecen los adelantos tecnológicos en todos los campos, muy diferente a la sociedad anterior a los años setenta.

Es así que la arquitectura contemporánea tiene múltiples corrientes o estilos, a continuación menciono aquellos que a mi parecer han tenido mayor aceptación en el mundo:

1.1.4 ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA

ARQUITECTURA DECONSTRUCTIVISTA.

A partir de los años 80 en lugar de líneas horizontales y verticales aparecen construcciones con líneas inclinadas y ángulos agudos, y así la forma deja de seguir a la función y comienza a seguir la imaginación del diseñador, también comienzan a existir diseños que debido a la falta de tecnología solo pueden ser creados desde una computadora.



"A pesar de ser muy criticada, esta línea de pensamiento estético se mantuvo en los estudios teóricos y en la década de 1990, demostrando cierta capacidad de seducción del gran público, que lo recibió como arquitectura de vanguardia. Nombres como Rem Koolhaas, Peter Eisenman y Zaha Hadid están conectados a este movimiento." ⁵

Comienza a cambiar la estética de la arquitectura a la que se estaba acostumbrado provocando en los diseños situaciones de inestabilidad visual en las formas, también surgen nuevos sistemas constructivos que permitan la edificación de los mismos, y existe un constante estudio de nuevas e ingeniosas soluciones constructivas para lograr los diseños planificados.

LIGHT CONSTRUCCIÓN.

Esta tendencia arquitectónica utiliza en gran parte transparencias y sensaciones de ligereza, debido a su alto uso del vidrio, complementan los diseños con iluminación, en especial con el cristal esmerilado, en cuanto a su volumetría son en su mayor parte rectangulares, dando prioridad a los efectos visuales antes que a la forma.

5. http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_moderna



6. HOTEL HABITA. MÉXICO, DF



MINIMALISMO ESTÉTICO.

En los años noventa esta arquitectura ha tenido gran acogida, podríamos decir que es un verdadero arte visual. Es una arquitectura abstracta y, con una reducción formal importante, interesante y en efectos de luz, sombras, texturas, etc.

HIGH TECH. (TENSIÓN).

La técnica empleada a logrado un gran triunfo, ya que esta corriente arquitectónica de punta integra elementos metálicos, extensas estructuras sin apoyos intermedios (Estas cuelgan con tensores en lugar de apoyarse en columnas), sistemas para optimizar energía, entre otras cualidades. Son estructuras muy bien logradas que salvan claros sustituyendo el trabajo a compresión por el de tensión, se hacen por tanto más transparentes, más livianas.

“Una expresión altamente tensional y preferentemente entretenida en los detalles constructivos de partes y ensamblajes -las más de las veces de una expresión exagerada- como signo de máximo progreso asociado a avances tecnológicos de otras áreas de la cultura, tanto como la satisfacción de demandas de fuerte imagen corporativa.”⁶

6. Madia, Luis, *Introducción a la arquitectura contemporánea*, nobuko, junio 2003



7. LA TORRE DE LOS VIENTOS, YOKOHAMA, DE TOYO ITO.

ARQUITECTURA VIRTUAL.

Entendemos por virtual lo que en apariencia no es real, analizado desde este punto, la arquitectura se representa de un modo más real utilizando presentaciones animadas en 3D.

Los efectos noche - día cambian apariencias, doubles fachadas (metálicas y vidrio), y, algunos otros elementos que nos permiten regular el paso de la luz y de sol a los interiores permiten dar a los edificios distintos efectos.



8. TORRE TOKYO NARA, TOKIO, JAPÓN

BIG & GREEN.

(Arquitectura verde y sustentable)

Se utiliza aquí grandes áreas verdes tanto en fachadas como en patios interiores e incluso en azoteas, es una tendencia que se basa en el respeto y el compromiso con el medio ambiente, se utiliza apropiadamente la energía utilizándola racionadamente y se emplea fuentes de energía alterna y se recicla el agua, aportando de esta manera al beneficio de las futuras generaciones.



PLIEGUES Y TWISTER.

Las formas variadas retorcidas y de pliegues surgieron y sobresalen en los primeros años del siglo XXI, son visibles especialmente en los rascacielos, llamando la atención ya que su estética al ser diferente sobresale.

Las manifestaciones arquitectónicas visibles en los años ochenta son neutras, abstractas, no hacen referencia a nada, por tanto el valor arquitectónico de la función y la forma pasa a segundo plano, esto se observa principalmente en las tendencias de reducción formal, integran a cambio interesantes efectos.

"A pesar de las tentativas de clasificar las corrientes de la producción arquitectónica más contemporánea, no hay de hecho aún una clasificación universalmente compartida de "movimientos" o "escuelas" que agrupen sistemáticamente a obras y arquitectos de todo el mundo." ⁷

Luis Barragán, al recibir el premio Pritzker, máximo galardón que se otorga a los arquitectos, enunció las siguientes palabras:

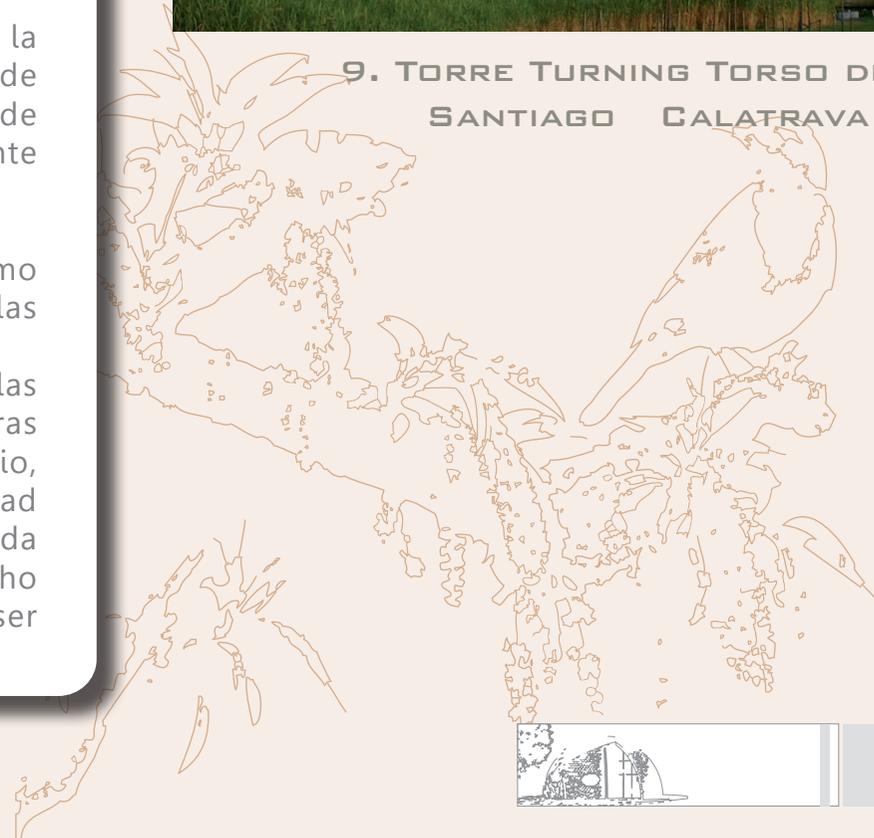
"...En proporción alarmante han desaparecido en las publicaciones dedicadas a la Arquitectura las palabras belleza, inspiración, embrujo, magia, sortilegio, encantamiento y también serenidad, silencio, intimidad y asombro. Todas ellas han encontrado amorosa acogida en mi alma, y si estoy lejos de pretender haberles hecho plena justicia en mi obra, no por eso han dejado de ser mi faro." ⁸

7. http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_moderna

8. Barragán, Luis, Entrega del premio Prizker



9. TORRE TURNING TORSO DE SANTIAGO CALATRAVA



1.2

IMPACTO AMBIENTAL DE LA ARQUITECTURA ACTUAL.

La degradación medioambiental es sin duda uno de los mayores problemas que aquejan a la actualidad, "el hombre siempre ha anhelado de algún modo transformar lo existente para que se adapte mejor a sus limitaciones, pero a lo largo de la historia y durante miles de años, las limitaciones impuestas por la naturaleza siempre tendían a superar las potencialidades derivadas de la tecnología y de los mecanismos productivos"⁹ mientras sigamos contaminando el medio ambiente, el planeta en el que vivimos va a sufrir cambios extremos en los cuales la habitabilidad del ser humano en el mismo será imposible, debemos aportar inmediatamente soluciones que nos ayuden a mantener un medioambiente no sólo adecuado, sino óptimo para nuestra supervivencia.

Después de la revolución industrial comenzaron a existir inmensas posibilidades derivadas de la mecanización y la producción en serie, para aquel entonces parecía que el avance del hombre no tenía límites, y no se contemplaba que la problemática ambiental iba a dar implicaciones negativas.

9. Joaquim Viñolas Marlet, *Diseño Ecológico*, Blume, Barcelona 2005

10. Brian Edwards, *Guía Básica de la Sostenibilidad*, Gustavo Gili, Londres 2005

Después de generar tanta contaminación el planeta está sufriendo las consecuencias y de tal manera quienes la habitan a su vez, es una lástima que no se haya contemplado esto al momento de industrializarnos, al convertirnos en consumistas sin prevenir la posterior problemática de la contaminación de nuestro planeta. El conocimiento de que la naturaleza es vulnerable ante nuestras acciones nos brinda una nueva conciencia de cambio, de soluciones a la contaminación constante que generamos, claro está que de no ser así los perjudicados seríamos directamente los seres humanos y quienes habitan la tierra.

"La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha calculado, a partir de datos de 2003, que el calentamiento global causa 150.000 muertos humanos cada año. Esto es debido sobre todo a variaciones en el nivel del mar que afectan a la producción agrícola, a la escasez de precipitaciones y a la evaporación de reservas de agua potable. El uso de combustibles fósiles para calefacción, iluminación y ventilación de las edificaciones es responsable del 50% del calentamiento global, siendo otra de sus principales causas el transporte (en un 25%)."¹⁰



Si tenemos en cuenta que la vida útil de las edificaciones es elevada, debemos pensar a largo plazo, e invertir aparentemente más capital en sus construcciones, pero de tal manera que a largo plazo no sólo se haya recuperado la inversión extra elementos ecológicos sino que continuemos reduciendo la contaminación y aportando al medioambiente.

El papel que desempeñan las edificaciones y las ciudades es fundamental para la consecución del desarrollo sustentable. La vida útil de los edificios es larga. Según nos indica la guía básica de la sostenibilidad¹¹ esta es la vida útil media de los diferentes elementos de la arquitectura:

- acabados: 10 años.
- instalaciones: 20 años.
- edificios: más de 50 años.
- infraestructuras (carreteras) más de 100 años.
- ciudades más de 500 años.

Así mismo las edificaciones consumen grandes cantidades de materia prima, su impacto en términos de residuos es inmenso. En el mismo libro encontramos los siguientes datos:

- **MATERIALES:** el 60% de todos los recursos mundiales se destinan a la construcción.

- **ENERGÍA:** aproximadamente el 50% de la energía generada se utiliza para calentar, iluminar y ventilar edificios, y un 3% adicional para construirlos.

- **AGUA:** el 50% del agua utilizada en el mundo se destina a abastecer las instalaciones sanitarias y otros usos en los edificios.

- **TIERRA:** el 80% de la mejor tierra cultivable que deja de utilizarse para la agricultura se utiliza para la construcción.

- **MADERA:** el 60% de los productos madereros mundiales se dedican a la construcción de edificios, y casi el 90% de las maderas duras.

Encontramos en la guía básica de la sostenibilidad¹² las tonalidades del diseño verde, refiriéndose a estas como tres etapas de de construcción sostenible las cuales veremos a continuación:

11- 12. Brian Edwards, *Guía Básica de la Sostenibilidad*, Gustavo Gili, Londres 2005



VERDE CLARO: Asequible ahora, con un plazo de recuperación de la inversión de 8-10 años.

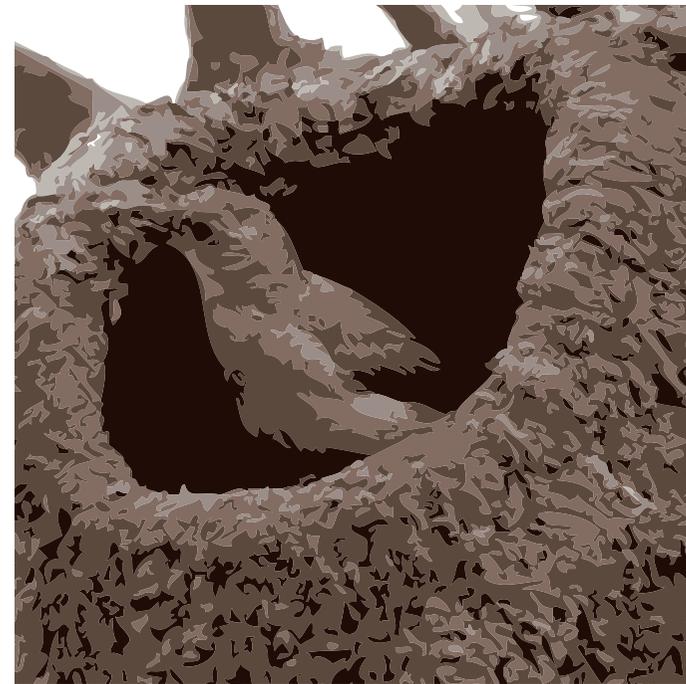
VERDE MEDIO: Se prevé el uso de tecnologías ecológicas no asequibles en este momento, pero que serán necesarias durante la vida útil del edificio para mantener los grados de confort y garantizar la existencia de recursos, como, por ejemplo: generación de electricidad mediante sistemas locales fotovoltaicos y eólicos, captación de agua lluvia, reciclaje de aguas grises, asimilación de los residuos o transformación en energía.

VERDE OSCURO: Edificios independientes de las redes de abastecimiento (energía y agua) que durante su vida útil generan más energía y recursos de los que consumen. Los materiales seleccionados para construir estos edificios también pueden ser neutros en emisiones de CO2.

Los lugares que se verán afectados primero por los daños medioambientales producidos por la construcción son las ciudades, ya que en estas es donde se encuentran los mayores focos de contaminación.

Mediante la combinación de la ecología y la tecnología se puede proyectar una nueva generación de edificaciones que produzcan un menor impacto ambiental. "La naturaleza no solo recicla: sus sistemas adquieren mayor complejidad y belleza a medida que la escala aumenta.

Parece llevar incorporado el motor de la diversidad: rechaza la repetición, la clonación y la búsqueda absurda de la duplicación perfecta. En este sentido la ecología natural ofrece un modelo acertado para los proyectistas"¹³



13. Brian Edwards, *Guía Básica de la Sostenibilidad*, Gustavo Gili, Londres 2005



1.2.1

IMPACTO AMBIENTAL DE LA MADERA

Características: Natural, orgánica, renovable (gestionada de manera sostenible), biodegradable, reciclable, en general es un material saludable.

El impacto medioambiental que genera este sector se concreta en diferentes aspectos como la emisión de gases y partículas (vapores de compuestos orgánicos, humos de calderas), la generación de aguas residuales, que pueden contener restos de disolventes, colas y otros agentes químicos empleados en el tratamiento de la madera y que pueden conferir a las aguas el carácter de residuo peligroso, la producción de residuos sólidos como virutas y envases vacíos que han contenido sustancias peligrosas, así como la generación de ruidos por empleo de la maquinaria en las operaciones de aserrado, cortado y lijado entre otras.

Fases productivas	Factores o sustancias contaminantes	Efecto
Extracción	Explotación irracional y uso de especies amenazadas.	Deforestación, efecto invernadero, reducción de la biodiversidad, destrucción de las culturas indígenas.
Transporte	Maderas no autóctonas.	consumo energético, efecto invernadero y cambio climático.
Transformación	Corte, sierra, perforación, pulido.	Alto consumo energético, impacto acústico y abundante generación de residuos (serrín), por otro lado perfectamente reciclables.
Protección y acabados	Secado de la madera	Alto consumo energético.
	Pentaclorofenal (fungicida) Lindano (insecticida), dioxinas y arsénicos.	Cancerígenas y tóxicos, alto impacto ecológico.
	Imprimación protectora con creosota (mezcla de aceites, fenol, creosol y sales de metales pesados)	Vapores tóxicos persistentes, que pueden mezclarse con otros afluentes; cancerígenos, tóxicos e irritantes; alto impacto ecológico.
	Maderas artificiales (tableros de mediana o alta densidad, contrachapados y aglomerados de fibras o partículas): uso de aglomerantes y adhesivos sintéticos derivados del petróleo, formaldehídos.	Alto impacto ecológico, irritantes dérmicos.

Joaquim Viñolas Marlet, *Diseño Ecológico*, Blume, Barcelona 2005



Fases productivas	Factores o sustancias contaminantes	Efecto
Obtención	Básicamente a partir de arena, carbonato de sodio y caliza; su fusión genera SO ₂ .	Elevado consumo energético, efecto invernadero y cambio climático.
Fabricación	Usos de metales en distintos procesos: plomo (fundición), cromo (producción de vidrio verde).	Altamente tóxico.
Productos	Fibras aislantes: fibra de vidrio reforzada con resinas sintéticas (poliéster) y fibra aglomerada con cemento.	Al ser instaladas las fibras, estas se enquistan irreversiblemente en los alveolos pulmonares.
	Espumas de fibra de vidrio: utilizan CO ₂ .	Efecto invernadero y lluvia ácida.
	Lana de fibra de vidrio: se emplean fenoles, formaldehidos y amoníaco.	Problemas pulmonares, irritaciones.
	Para grabar el vidrio al ácido se emplea ácido fluorhídrico.	Muy corrosivo; los gases que desprende provocan a largo plazo ablandamiento óseo y dental y problemas respiratorios crónicos.

Joaquim Viñolas Marlet, *Diseño Ecológico*, Blume, Barcelona 2005

1.2.2

IMPACTO AMBIENTAL DEL VIDRIO

Características: Natural, inorgánico, no renovable, no biodegradable, reciclable, es un material saludable en su fase de uso.

El vidrio es uno de los pocos materiales que pueden ser reutilizados en su totalidad.



1.2.3

IMPACTO AMBIENTAL DE LA CERÁMICA

Características: Natural, inorgánico, no renovable, no biodegradable, reciclable para usos alternativos pero no como cerámica, es un material saludable en su fase de uso.

Como podemos observar en el cuadro el mayor impacto ambiental de este material esta en las emisiones atmosféricas que se dan en la elaboración del mismo, también genera una cantidad importante de residuos.

Fases productivas	Factores o sustancias contaminantes	Efecto
Extracción	Hoy en día hay una demanda ingente de materiales cerámicos.	Importante impacto local sobre el paisaje y los ecosistemas de los que se extrae; alta contaminación acústica; alto consumo energético.
Fabricación	Cocción.	Alto consumo energético.
	Cristalización para obtención de vitrificados.	Uso de sales radioactivas.
Productos	Productos cerámicos tales como pavimentos, revestimientos y utensilios de cocina y alfarería.	Pueden emitir pequeñas cantidades de radiactividad, dependiendo del tipo de arcilla (presencia de tório y uranio).

Joaquim Viñolas Marlet, Diseño Ecológico, Blume, Barcelona 2005



Fases productivas	Factores o sustancias contaminantes	Efecto
Extracción	Salvo el oro, la plata y el platino, en la naturaleza los metales suelen encontrarse en forma de óxidos, sulfuros y carbonatos	Elevado impacto sobre los ecosistemas de donde se extraen los minerales; elevado consumo energético; generación de grandes cantidades de residuos minerales.
Fabricación	Los procesos implican la liberación de diversos contaminantes al medio, como metales pesados, lubricantes, lodos contaminados con metales pesados, abrasivos.	Contaminación atmosférica, efecto invernadero y lluvia acida; elevado consumo energético; son inamisibles, persistentes y nocivos por acumulación.
Protección y acabados	Recubrimiento metálico mediante electrólisis (galvanoplastia): zinc, cobre, níquel, cromo; se generan residuos diversos, la mayoría perjudiciales y algunos de ellos muy contaminantes	En general se trata de procesos muy contaminantes.
	Pintura: preparación de la superficie metálica mediante agentes abrasivos (ácido sulfúrico, cromo, clorhídrico) y limpieza con agentes disolventes.	
	Alcanzan el interior de los organismos a través del aire, la tierra, el agua o la cadena alimentaria.	Imposibilidad de asimilación por parte de los seres vivos.

Joaquim Viñolas Marlet, *Diseño Ecológico*, Blume, Barcelona 2005

1.2.4

IMPACTO AMBIENTAL DE LOS METALES

Características: Inorgánicos, no renovables, no biodegradables, reciclables, elevada intensidad energética.

Las empresas de metales son grandes contaminadoras del medio ambiente debido a que generan residuos peligrosos, también se consume mucha electricidad y agua en el tratamiento de los metales.



1.2.5

IMPACTO AMBIENTAL DE LOS HIDROCARBUROS

Características: Sintéticos, no renovables, no biodegradables, materiales conflictivos en las diversas fases.

Si existen derrames de hidrocarburos en el mar, esto conlleva problemas bioquímicos y fisiológicos en los organismos que estén en el sector, pudiendo tener consecuencias en su éxito reproductivo y generar alteraciones genéticas.

Al cambiar el entorno, el ecosistema y biología se ven afectados, dando como resultado extinción de especies y cambios radicales en el entorno, y no cabe duda de que esto también le afecta al ser humano, debido a que los cambios ecológicos afectan globalmente al espacio en el que vivimos.

Fases productivas	Factores o sustancias contaminantes	Efecto
Extracción	Pozos, plantas petrolíferas marítimas.	Impacto negativo sobre los ecosistemas; contaminación del suelo y las aguas; agotamiento de recursos no renovables; alto consumo energético.
Refinado	Derivados del gas y del petróleo: lodos y fluidos con rastros de metales pesados y aguas residuales.	Contaminación atmosférica y efecto invernadero; contaminación por metales pesados.
Transporte	Buques superpetroleros; oleoductos.	Catástrofes ecológicas con costes económicos y sociales elevadísimos, elevado consumo de combustibles fósiles.
Combustión	Se desprende dióxido de carbono (CO ₂)	Efecto invernadero, cambio climático y lluvia ácida.

Joaquim Viñolas Marlet, Diseño Ecológico, Blume, Barcelona 2005



Fases productivas	Factores o sustancias contaminantes	Efecto
Extracción y transporte	En general semejantes a los materiales cerámicos.	Impacto sobre el entorno y los ecosistemas; generan grandes cantidades de residuos minerales; alta contaminación acústica y elevado consumo energético, efecto invernadero y cambio climático.
En general	Materiales ampliamente utilizados en edificaciones, tales como piedra, piedra pómez, granito, cemento y hormigón; pueden desprender radio y radón, radiactivos en pequeñas dosis.	Pueden ser peligrosos por acumulación; en combinación con otros factores de riesgo inciden en el aumento de los cánceres de pulmón.
Piedra natural	Su extracción debe realizarse con criterios de sostenibilidad y racionalidad.	Importantes repercusiones en los ecosistemas donde se encuentran los yacimientos; agotamiento de recursos no renovables.
Piedra sintética	Se confecciona con sustancias derivadas del petróleo (resinas), durabilidad menor.	Agotamiento de recursos no renovables (derivados del petróleo) dificultad de reciclaje.
Cemento	El proceso productivo emite partículas tóxicas a la atmósfera, y los gases de combustión pueden contener compuestos orgánicos y metales pesados, óxido de nitrógeno y azufre.	Sin un control en la emisión de gases, se puede causar una grave contaminación atmosférica; el polvo de sílice presente en el aire de las zonas de extracción provoca silicosis.
	Uso de sustancias irritantes dérmicas.	Quemaduras en la piel (calcio) dermatitis y eczemas (aditivos y plastificantes).
Hormigón	Grava, arena, cemento, agua; en construcción se refuerza con el acero fácil.	El acero requiere un consumo elevado de energía y su reciclaje no resulta.

Joaquim Viñolas Marlet, *Diseño Ecológico*, Blume, Barcelona 2005

1.2.6 IMPACTO AMBIENTAL DE LOS MATERIALES PÉTREOS, CEMENTO Y HORMIGÓN

Características: Naturales, inorgánicos, no renovables, no biodegradables, relativamente reciclables.

Es en el proceso, manejo, almacenamiento, escoria y emisiones de las operaciones del cemento donde encontramos los mayores impactos ambientales.



1.3 DISEÑO HABITACIONAL ANIMAL.

Lo fascinante de las construcciones animales es que cumplen a cabalidad las funciones para las que son creadas, sin desaprovechar espacios, materiales o tiempo de construcción, además de estas características son en su mayor parte construcciones que se mimetizan con el entorno, permitiéndole a este mantener sus características estéticas.

“La noción de lo artístico no es exclusiva del hombre si lo definimos en tanto que <virtud, poder, eficacia, habilidad o conjunto de reglas para hacer bien alguna cosa>.

La naturaleza muestra una evidente capacidad para establecer principios que contienen en sí la potencialidad de mantenimiento de la vida, exhibiendo una y otra vez soluciones armoniosas y a la vez eficaces acordes con estos principios”¹⁴

Además la naturaleza en mi criterio nos enseña que no tiene sentido plantear la lógica de las formas de manera separada en relación a la lógica de las funciones que van a desempeñar.

14. Joaquim Viñolas Marlet, *Diseño Ecológico*, Blume, Barcelona 2005

15 - 16. Bahamón, P. Pérez, *analogías ARQUITECTURA animal*, parramón ediciones, España 2007

En el libro *analogías arquitectura animal*¹⁵ encontramos que el término “arquitectura animal”, fue acuñado en 1974 por el premio Nobel Karl Von Frisch, el mismo que demostraba en sus trabajos la capacidad de algunos animales, no especialmente complejos, de crear sofisticadas construcciones con un desarrollo tecnológico notable.

Está claro que los animales no tienen la capacidad de diseñar sino que sus creaciones son realizadas instintivamente, pero no por esto hay que quitar valor al trabajo que ha tomado la evolución en miles de años para llegar a soluciones particulares y específicas para cada especie.

“Muchas especies transmiten sus habilidades constructivas de una generación a otra ya sea mediante información genética, como ocurre en la mayoría de los animales, o de forma cultural, como en el caso del hombre”¹⁶

A continuación voy a hablar sobre algunas construcciones animales que me han parecido sumamente relevantes:



1.3.1 DISEÑO DE LAS AVES

En las aves encontramos la mayor diversidad en estructuras de todos los animales a excepción del hombre.

“Son capaces de construir sus hogares normalmente en menos de una semana y con los materiales que puedan encontrar en el entorno, construyen nidos para proteger a sus polluelos de los depredadores y ofrecerles un refugio ante el clima adverso”¹⁷

Suelen ser generalmente de material orgánico, ramas, hierba y hojas, y pueden estar localizados en varios lugares como: sobre las ramas, en el hueco de un árbol, en una grieta, sobre el suelo o entre matorrales.

Lo interesante de algunos nidos es que utilizan materiales que nosotros desechamos, como papeles, plásticos, etc. dándonos una lección de reciclaje, y de una aplicación de estos materiales en forma coherente con el entorno.

Estos son algunos tipos de nidos:

17. *What animals build*, Linnea Hall, Western foundation of vertebrate

18. http://es.wikipedia.org/wiki/Nido_de_aves

NIDOS EN CAVIDAD



10. UN CARPINTERO SOBRESALIENDO DE SU NIDO EN CAVIDAD

“El nido en cavidad es una cámara, típicamente en madera de árboles vivos o muertos”¹⁸

Las especies que usan cavidades naturales o viejos nidos de carpintero a veces recubren la cavidad con material suave como hierba, musgo o plumas para hacer un entorno más cálido.



NIDOS DE COPA



11. NIDO DE MIRLO

"El nido de copa es lisamente semiesférico por dentro, con una depresión profunda para albergar los huevos. La mayoría son hechos de materiales flexibles incluyendo hierbas aunque un pequeño número son hechos de barro." ¹⁹

19. http://es.wikipedia.org/wiki/Nido_de_aves

NIDOS COLGANTES



12. TAVETA GOLDEN

El nido colgante es una bolsa alargada tejida de materiales flexibles como hierbas y fibras de plantas y suspendidas de una rama.



NIDOS ESFÉRICOS



13. NIDO DE HORNERO

Los nidos esféricos son de una estructura redondeada; está completamente cerrado, excepto por una pequeña abertura que permite el acceso.

20. <http://es.wikipedia.org/wiki/Panal>

21. Video, *What animals build*, Flight 33 productions, LLC in association with Discovery Channel

1.3.2 DISEÑO DE LAS ABEJAS



14. PANAL

“Un panal es una estructura formada por celdillas de cera, que comparten paredes en común construida por las abejas melíferas para contener sus larvas y acoplar miel y polen dentro de la colmena”²⁰

Las abejas insectos sociales que viven en colonias de miles de individuos, y tienen la habilidad de construir estructuras complejas que les facilita realizar todas sus actividades con la mayor eficacia posible, el entorno de estas colmenas es muy constante.

“La abeja de la miel es probablemente el insecto con mayor distribución natural en el mundo y la clave de ello es lo capaz que es al controlar el entorno en el que trabaja”²¹ por lo cual se demuestra lo importante que es aprender a controlar el entorno en el que trabajamos.



Charles E. Griswold²² comenta que son extraordinarias en el modo de trabajar, es algo de lo que cualquier jefe de un equipo de construcción estaría orgulloso.

Construyen sus panales con una red de celdas que usan para albergar a las larvas y almacenar miel, esta construcción comienza con la cera de abeja la misma que según indica Brent Karner²³ comienza a desarrollarse en las glándulas de cera de las abejas obreras cuando tienen entre 12 y 18 días, crean unos copos pequeños de cera, la sacan de su abdomen con sus patas traseras en las que tienen unos pinchos pequeños, las pasan a las patas delanteras y luego se las llevan a la boca donde la mastican durante unos segundos para ablandarla y crear cera de abeja.

Cientos de abejas obreras todas hembras son la mano de obra, moldean gotitas de cera del tamaño de un alfiler para construir una sola celda, esto multiplicado por unas treinta mil y se tiene un panal.

La forma de construir es de la siguiente manera: las abejas empiezan por arriba creando una fila de celdas y después se van desplazando hacia abajo, cada nido de abeja posee celdas a ambos lados, cuando han terminado de hacer una hacen el siguiente.

“Charles Darwin estaba tan maravillado por el panal que lo declaro una obra maestra de la ingeniería que economizaba a la perfección el trabajo y la cera”²⁴

22. *What animals build*, Charles E. Griswold, *California academy of Sciences*

23. *What animals build*, Brent Karner, *Natural History Museum of Los Angeles County*

24. *What animals build*, Peter Sinton, *San Francisco Beekeepers' Association*



15. PANAL DE ABEJAS



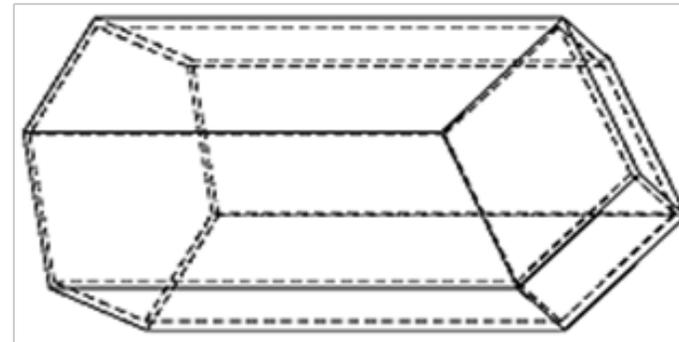
En el centro de esta obra maestra se encuentra la forma perfecta para esta construcción, el hexágono, con el cual no quedan espacios entre las celdas y se comparten todos los lados, refuerzan el panal contraponiendo las celdas a ambos lados del panal, este toque maestro de la ingeniería fortalece al panal al mismo tiempo que reduce la cantidad de cera que se necesita para construirlo.

“Las abejas colocan las paredes interiores de cada celda en un ángulo de 13° , esta inclinación impide que el líquido acuoso que almacenan gotee fuera.

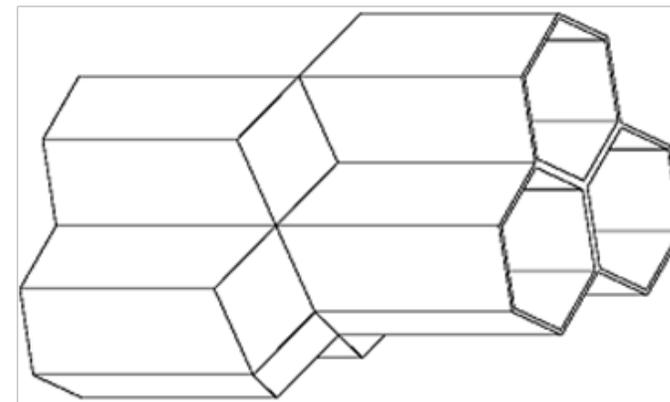
Como dueñas de su entorno las abejas mantienen la colmena a una temperatura constante de 33°C , a esa temperatura la prole se desarrolla de una forma adecuada, el néctar madura convirtiéndose en miel, y la cera se mantiene maleable para moldear las celdas; si la temperatura desciende de los 33°C las abejas se amontonan para generar calor, si la temperatura asciende agitan las alas para evaporar agua y enfriar la colmena”²⁵

Es interesante ver la geometría de una celda de panal, y la forma en que éstas encastran con el panal opuesto del marco móvil.

GEOMETRÍA TRIDIMENSIONAL DE UNA CELDA DE PANAL



CELDA DE PANAL DE LADOS OPUESTOS.



25. Video, *What animals build*, Flight 33 productions, LLC in association with Discovery Channel



1.3.3 DISEÑO DE LAS ARAÑAS

“Las arañas son las ingenieras más antiguas del mundo, fueron de los primeros animales que vivieron sobre la tierra y desde el momento que pisaron la tierra empezaron a tejer telarañas”²⁶

Su construcción es una red bidimensional hecha de seda, podemos encontrar telas de araña en forma de embudo, otras en forma de hoja y la orbital que es la más común.

La seda es un material delicado pero resistente que se origina como un líquido en el abdomen de la araña y se solidifica formando así la seda, “uno de los aspectos únicos de la seda de las arañas es que es una de las fibras biológicas conocidas más resistentes”²⁷

Un dato interesante es que las arañas tienen diferentes glándulas de hilos localizadas en el abdomen que producen los hilos de seda y Cada glándula produce un hilo para un propósito especial. “Se han identificado siete tipos de glándulas hasta ahora, aunque cada especie de araña posee sólo algunos de estos tipos, nunca los siete simultáneamente.”²⁸

la araña de seda de oro tiene la seda más resistente, posee 5 veces la resistencia de la tracción del acero, e incluso mejor es elástica, puede estirarse hasta 1/4 de su longitud antes de que se estrese lo suficiente como para romperse.

26. *What animals build*, Charles E. Griswold, *California academy of Sciences*

27. *What animals build*, Brent Karner, *Natural History Museum of Los Angeles Country*

28. <http://es.wikipedia.org/wiki/Telaraña>

La manera en que construyen su telaraña necesita 4 tipos distintos de seda, cada uno posee una composición química, resistencia a la tracción y elasticidad diferentes así tenemos las siguientes:

- Seda de arrastre: fuerte y resistente (borde exterior y radios)
- Seda de sujeción: diferente tipo de proteína y su función asegurar la uniones e impedir q el marco de la telaraña se venga abajo
- Seda ampullante: hilar espiral auxiliar
- Cuarto tipo de seda: espiral pegajosa recubierta con gotas de pegamento, es muy elástica y es así como absorbe y disipa la energía de los veloces insectos que golpean la telaraña

Me gustaría acotar nuevamente que las estructuras extraordinarias que construyen las arañas al igual que los demás animales no son producto del aprendizaje sino del instinto forjado por la evolución.

16. TELA DE ARAÑA



1.3.4 DISEÑO DEL CASTOR

“Mucho tiempo antes que los humanos se plantearan contener masas de agua, otro mamífero ya estaba construyendo diques que tenían un efecto de onda expansiva en la naturaleza circundante, por algo se les conoce como los siempre atareados castores”²⁹

Son sus cualidades anatómicas las que hacen del castor un excelente constructor, las cuales describo a continuación:

- Cola: la cual le sirve como timón en el agua, y sobre tierra la utiliza como apoyo cuando está parado en dos patas.
- Patas traseras: tienen una telilla entre sus dedos que le facilita el propulsarse en el agua.
- Garras: las usa para excavar canales para adentrarse en el bosque
- Dientes: les sirve para cortar los árboles y ramas que utilizan para hacer sus diques, los mismos que crecen durante toda la vida, renovándose para siempre ser afilados.

La finalidad de un dique es la protección ante los depredadores, almacenamiento de alimento durante el invierno, y reproducción.

“No obstante, la función primordial de esta barrera es detener el flujo de la corriente, a fin de crear un

29. *What animals build*, Jim Dines, Natural History Museum of Los Angeles Country

30. <http://es.wikipedia.org/wiki/Castor>

31. <http://www.profesorenlinea.cl/fauna/Castor.htm>

estanque con aguas tranquilas donde los castores puedan construir sin dificultades sus madrigueras”³⁰

El castor construye diques con dos efectos importantes que cabe resaltar: Primero elevan el nivel de agua y, segundo, aumentan el área inundada al rededor de la madriguera. Estos diques son construidos a base de barro sólido, troncos, palos, maleza y piedras, los castores añaden materiales continuamente a la presa dándole así mantenimiento permanente.

“El material flotante que arrastra el agua queda retenido en el dique junto con las raíces de la vegetación que crece sobre éste y, de este modo, ayuda a la consolidación de toda la estructura”³¹

17. DIQUES DE CASTOR





18. MADRIGUERA DEL CASTOR

Empiezan la construcción del dique buscando un árbol apropiado para talar, se colocan de pie sobre sus patas traseras, se apoyan en su cola y los incisivos carcomen el tronco. Cuando el árbol cae lo talan en pedazos pequeños para poderlo transportar al sitio. Un castor tarda aproximadamente una hora en talar un árbol de 15 cm de espesor.

“Se ha observado que en ese proceso toman en cuenta, por ejemplo, la dirección del viento, con el objeto de que los árboles que voltean caigan con la parte de la copa apuntando hacia el espejo de agua donde realizarán las respectivas construcciones, pues ello les facilita el transporte del material.”³²

Con las garras acumulan los pedazos del árbol para la construcción del dique y forman una laguna, con la finalidad que éste quede hermético saturan los huecos con barro y piedras.

Tienen especial cuidado que en las paredes no quede ninguna fisura o cavidad, de existir éstas, las rellenan con ramas y lodo.

“El material empleado impide que el nido se desplace y la entrada de frío. Aunque en invierno el albergue se cubre de nieve y la temperatura exterior es de -35°C (-31°F), el

interior se mantiene por encima de 0°C . Estos animales tienen oculto bajo el agua un depósito para la época en que escasea el alimento.”³³

“En el centro tienden a usar mas barro compactado con ramas grandes y pequeñas, y en el exterior los troncos más grandes para estabilizar el interior. En cierto modo los ingenieros actuales utilizan estos principios en la construcción de las presas modernas”³⁴

El dique que construye el castor tiene una elevación determinada sobre el nivel del agua, de tal manera que si se presentan fuertes lluvias y el nivel del arroyo se eleva, el dique libera el agua extra. Es solamente la altura del dique la que impide las inundaciones y los daños en las construcciones humanas que se encuentran más adelante.

Es importante recalcar que en los ríos donde se encuentran construidos los diques de castores en sus corrientes principales, los niveles de agua máximo y mínimo son más constantes.

Podría decir que el castor es un ingeniero sin igual en el mundo animal ya que construyen diques, madrigueras y canales, éstas estructuras impactan en el medio, creando humedales en lugares donde nunca existieron.

32. <http://animalnaturaleza.blogspot.com/2009/01/el-diseno-de-ingenieria-en-las-represas.html>

33. <http://animalnaturaleza.blogspot.com/2009/01/el-diseno-de-ingenieria-en-las-represas.html>

34. *What animals build*, Gordon Masterton, *The Institute of Civile Engineers*



1.3.5 DISEÑO DE LAS TERMITAS

Elevan enormes montículos, con un nivel asombroso de control de temperatura.

Las termitas controlan constantemente las condiciones del interior del termitero, van de un lado a otro midiendo la humedad, el oxígeno, el dióxido de carbono y la circulación del aire. Trabajan permanentemente modificando el montículo y se aseguran que éste tenga las proporciones perfectas.

“Los montículos de termitas miden normalmente de 2 a 2,5m, el más alto encontrado media más de 13m, una colonia de termitas, una multitud ciega de más o menos un millón, construye el montículo poniendo los granos de tierra de uno en uno, transportan cada grano en la boca, fabrican una sustancia parecida al pegamento, y después ponen la pisca de tierra pegajosa como lo haría un albañil” ³⁵

Las termitas construyen del lado que hay más calor, por esta razón los montículos se dirigen generalmente hacia el sol.

Captan el viento para que exista una correcta ventilación y circulación de aire, ya que de no ser así las termitas morirían.

35. *What animals build*, Charles E. Griswold, *California academy of Sciences*

Están en constante trabajo, alterando y mejorando las condiciones del montículo, abren y cierran agujeros en la superficie, modifican pasadizos internos de acuerdo a los cambios atmosféricos.



19. MONTÍCULO DE TERMITAS

1.4

BONDADES DE LA CREACIÓN HABITACIONAL ANIMAL CON RESPECTO AL MEDIO AMBIENTE.

Como nos dice A.Cuchí³⁶ la evolución de la tecnología y de la cultura en general a lo largo del siglo XX ha conducido a la necesidad de considerar sus implicaciones para el medio ambiente y la sostenibilidad.

Es por esto que debemos buscar formas alternas de construir minimizando el impacto ambiental, y algunas de las soluciones las podemos encontrar inmersas en las construcciones animales.

B.Edwards³⁷ comenta que con el objeto de reducir el impacto ambiental, la escasez de recursos disponibles y evitar el agotamiento de la capacidad de los sistemas naturales para absorber la contaminación, es preciso aplicar la llamada estrategia de las 4R: reducir, reutilizar, reciclar y rehabilitar

Esto es lo que las creaciones animales han hecho a lo largo de su existencia y constante evolución, utilizan solamente

36. A.Cuchí, 2005: "Arquitectura y sostenibilidad". Ediciones UPC, Barcelona

37. B.Edwards, 2005: "Ruogh Guide to Sustainability". RIBA Enterprises, Londres.

lo necesario de materiales, perfectamente acoplado a sus necesidades, e incluso reciclan materiales humanos para sus construcciones.

LA APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE LA NATURALEZA

La naturaleza nos aporta varios modelos, sin embargo en la industria no todos son aplicables porque son el resultado de una lenta evolución y se basan en cuidar la supervivencia y en un medio adecuado para la reproducción.

Para aplicar estos modelos, los seres humanos se basan en principios tales como el ahorro de energía, el reciclaje, optimizar formas, la economía adquiriendo materiales locales, la adaptación al medio, etc. Con estos principios se obtienen soluciones eficientes y sostenibles, se mejora la durabilidad, y, se reducen costos.

Los principios en las construcciones de los seres vivos (Animales) nos inspiran y sugieren porque durante millones de años la naturaleza nos ha dado modelos de economía, eficacia, adaptación y sostenibilidad.

Aplicando estos principios logramos:

- Mejorar el comportamiento térmico
- Ahorro de energía en la fabricación
- Reciclar materiales y disminuir los residuos generados por la construcción.





- Reducir el costo de materiales (materiales locales)
- Reducir el mantenimiento

"De la observación exclusiva de la forma y la imitación pueden resultar efectos contrarios a los obtenidos por el modelo original, porque no se trata de copiar sino de aprender."³⁸

Encontramos en la guía básica de la sostenibilidad³⁹ que la naturaleza puede ser una guía útil para el proyecto de edificios desde cuatro puntos de vista:

1. APRENDER DE LA NATURALEZA: es la clave que aborda Ian McHarg en su excepcional obra *Proyectar con la naturaleza*.⁴⁰ La naturaleza utiliza patrones y ordenes que pueden aplicarse al proyecto arquitectónico. El proyecto ecológico es un intento de introducir estos sistemas en las ecuaciones lineales y funcionales que normalmente emplean los arquitectos.

2. UTILIZAR LOS MODELOS DE LA NATURALEZA PARA INFORMAR EL PROYECTO: las estructuras ecológicas han sido sometidas a pruebas muy rigurosas, a menudo en entornos hostiles. Las formas, composiciones, configuraciones y materiales que se utilizan en la naturaleza son duraderos y sostenibles.

3. HACER EXPLÍCITA LA NATURALEZA: La naturaleza es parte del proyecto arquitectónico de forma explícita; dentro o fuera del edificio, o directamente a través de los materiales de construcción.

4. UTILIZAR LA NATURALEZA COMO MEDIDOR ECOLÓGICO: Todos los sistemas de análisis medioambiental tienen una base ecológica, aunque, debido al calentamiento global, la energía suele ser el aspecto dominante.

1.4.1 APRENDER DE LA ARQUITECTURA POPULAR

En la arquitectura popular se utilizan materiales del entorno, de la misma manera en que los animales constructores lo hacen, aprenden de sus recursos y optimizan estos, me parece importante mencionar que esto es un principio de la arquitectura sostenible la misma que busca minimizar el impacto ambiental que se genera en la construcción y utilización de la construcción.

También se utiliza energía local y en muchos de los casos renovables, se fomenta el reciclaje y respeto hacia la naturaleza.

38. Llorens Duran, *ZOOMORFISMO Y BIO-ARQUITECTURA. ENTRE LA ANALOGÍA FORMAL Y LA APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE LA NATURALEZA*, Escuela de Arquitectura de Barcelona, España

39. Brian Edwards, *Guía Básica de la Sostenibilidad*, Gustavo Gili, Londres 2005

40. McHarg, Ian, *Proyectar con la naturaleza*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2000





CAPÍTULO 2

BIOMIMÉTICA

GENERALIDADES

2.1 GENERALIDADES.

Biomimética, del griego bios, vida, y mimesis, imitación. Benyus nos menciona en su libro¹ tres puntos de vista sobre la naturaleza.

1. NATURALEZA COMO MODELO. La biomimética es una nueva ciencia que estudia los modelos naturales y luego imita o toma inspiración de estos diseños y procede a resolver problemas humanos como un panel solar inspirado en las hojas.

2. NATURALEZA COMO MEDIDA. La biomimética usa un estándar ecológico para juzgar lo "correcto" de nuestras innovaciones. Después de 3.8 billones de años de evolución, la naturaleza ha aprendido: lo que sirve, lo que es apropiado y lo que dura. En mi criterio varias de estas soluciones pueden ser aplicadas para los diseños y procesos de la construcción, solucionando algunos problemas del ser humano.

3. Naturaleza como mentor. La biomimética es una nueva forma de ver y evaluar naturalmente. Nos introduce en una era basada no en lo que podemos sacar del mundo natural, pero si en lo que podemos aprender de él. Desde mi punto de vista pienso que los humanos hoy

en día hemos excedido la tolerancia de la naturaleza, y debemos empezar a buscar alternativas para solventar las agresiones que le hemos causado.

"La biomimética es una nueva y revolucionaria ciencia que analiza las mejores ideas de la naturaleza y las adapta para el uso humano."²

Al pasar de los billones de años de la existencia de la tierra la naturaleza y los seres quienes la habitan han aprendido y desarrollado las mejores maneras de sobrevivir en ella. Para tener una mayor comprensión del tiempo transcurrido sabemos que "si se comprimiera el período de tiempo que la Tierra ha existido en un solo día, la humanidad nacería en el último minuto, y los acontecimientos históricos más destacables, en el último segundo."³

Y es en todo ese tiempo en el cual la naturaleza ha aprendido como volar, como vivir en las profundidades del océano, en los picos más altos, iluminarse en las noches, utilizar el sol como fuente de energía, etc.; y todo esto sin utilizar petróleo, sin contaminar el planeta o sentenciar su futuro.

"Los productos de la biomimética se pueden usar en medicinas, computadoras inteligentes, materiales súper resistentes, y todo esto siendo amigables con la tierra, es así que la biomimética nos muestra elocuentemente que las respuestas están en nuestro alrededor."⁴

1 - 2. BENYUS, Janine, *Biomimicry Innovation Inspired by Nature*, Harper Perennial, USA, 2002.

3. http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Comparaci%C3%B3n_de_la_edad_de_la_Tierra

4. BENYUS, Janine, *Biomimicry Innovation Inspired by Nature*, Harper Perennial, USA, 2002.



De tal manera que a diferencia de la revolución industrial, si es que puedo llamar a esta una "revolución de la biomimética", esta nos llevaría a una nueva era basada no en lo que podemos extraer de la naturaleza mas si de lo que podemos aprender de ella.

Entonces si podríamos fabricar lo que necesitamos de una manera más natural no solo ayudaríamos al planeta sino a nuestra existencia.

Es difícil comprender que hayamos tenido tanta sabiduría a nuestro alrededor y no la hayamos aprovechado a plenitud, dándonos cuenta que solo al observar pequeñas cosas de la naturaleza podemos obtener grandes aprendizajes.

El ser humano ha explotado sus recursos sin pensar en las consecuencias, mientras que lo que necesitamos hacer es trabajar no en contra de la naturaleza sino con la naturaleza. A pesar de la tecnología que hemos desarrollado de todas maneras seguimos bajo las leyes de la naturaleza al igual que las demás formas de vida, y pienso que la mayor de estas leyes es que ninguna especie puede apropiarse de todos los recursos. Trágicamente este ha sido nuestro camino, comenzamos con una pequeña población en un gran mundo y nos hemos expandido en número y territorio sin cuidar de este llegando a destruirlo en gran parte.

Los cambios que generemos hoy, sin importar lo pequeños que sean, puede que sean los que impulsen una nueva realidad.

Encontré en el libro *Innovación inspirada en la naturaleza*⁵ varias características de esta que me gustaría mencionar.

- LA NATURALEZA USA SOLO LA ENERGÍA QUE NECESITA
- LA NATURALEZA ENCAJA LA FORMA A LA FUNCIÓN
- LA NATURALEZA RECICLA TODO
- LA NATURALEZA RECOMPENSA LA COOPERACIÓN
- LA NATURALEZA GOZA DE MUCHA DIVERSIDAD
- LA NATURALEZA DEMANDA EXPERIENCIA LOCAL

Ahora que entendemos mejor las capacidades de la naturaleza es momento de empezar a sacar de ella todo el conocimiento que nos pueda favorecer no solo a nuestra existencia sino a un vivir en armonía con la misma.

Es momento para nosotros ver la naturaleza minuciosamente y saber aprender de ella todo lo que nos pueda brindar y para esto es muy importante tomar en cuenta que para seguir aprendiendo de ella debemos cuidarla primero.

Concluyo este punto con palabras de Wes Jackson:

"Como actuamos frente al hecho de que somos más ignorantes que conocedores? Adoptemos los arreglos que han sido derribados en el largo proceso evolutivo y tratemos de imitarlo, siempre conscientes de que la astucia humana debe permanecer subordinante a la sabiduría de la naturaleza."⁶

5. BENYUS, Janine, *Biomimicry Innovation Inspired by Nature*, Harper Perennial, USA, 2002.

6. Wes Jackson, director of The Land Institute



2.1.1 ASPECTOS DE LA BIOMIMÉTICA

Encontré cuatro aspectos básicos de la biomimética en el libro *Diseño Ecológico*⁷ que me gustaría mencionar y analizar:

PLURIDISCIPLINARIEDAD.

En los últimos tiempos los conocimientos humanos han tenido un desarrollo de gran magnitud en todas las ramas científicas. Es decir que el saber científico en general se encuentra dominado por especialistas de las distintas ramas, unos encerrados cada vez más en su campo y otros especialistas que se centran en distintos conocimientos generales y tienden a saber un poco sobre todo.

Los conocimientos especializados en exceso están inmersos en su propia autolimitación, difícilmente son útiles para el conjunto de la humanidad, éste conjunto de conocimiento global deberá ponerse al servicio del hombre a modo de patrimonio intelectual común.

El saber debería ser considerado no como suma de conocimientos parciales sino como algo global.

Si partimos de una visión interdisciplinaria en la que se relacionen entre sí los conocimientos tendríamos una síntesis de lo mencionado.

7. BENYUS, Janine, *Biomimicry Innovation Inspired by Nature*, Harper Perennial, USA, 2002.

SISTEMAS.

Lo que básicamente interesa aquí es que a partir de la sistematización existe un paralelismo entre lo creado por la naturaleza y lo creado por el hombre y éste es otro punto de partida de la metodología biónica.

Si un organismo constituye una configuración de elementos que suponen soluciones ante objetivos determinados, entonces podríamos aprovechar este rigor como referencia para el diseño de productos.

MODELOS.

Si hablamos de sistemas biológicos, por muy sencillos que éstos fueran, son siempre muy complejos. Es por esto que conocer su funcionamiento a partir de descomposición de innumerables acciones individuales de cada elemento es muy complicado e inexacto.

ANALOGÍAS.

Una manera conocida que tenemos para razonar, aunque la mayoría de las veces lo hagamos sin darnos cuenta es comparar las cosas que queremos conocer con las ya conocidas y así establecemos semejanzas o diferencias entre ellas.



Las formas de razonamiento se relacionan con nuestra capacidad para la asociación de ideas, y, aunque parezca sorprendente, se utilizan tanto en metodologías científicas como en imaginación poética.

Podríamos decir que dos universos, dos objetos o dos situaciones son similares si entre todas sus propiedades específicas existe una serie de propiedades compartidas.

La biónica es por tanto el establecimiento de flujos de información desde las realidades naturales al diseño, estableciendo razonamientos analógicos que nos permitan transmitir estrategias presentes en la naturaleza para solucionar problemas en el entorno artificial, utilizando la fuente natural para la innovación y creatividad.

Las analogías siguientes, propuestas por Woodson en 1964, constituyen algunos ejemplos que se refieren a problemas técnicos y a sus posibles referencias naturales

LISTADO DE ANALOGIAS

COMPONENTES ESTRUCTURALES: Cañas, Bambú, Estructuras óseas

ARTICULACIONES: Rodilla

EMBALAJE DE SEGURIDAD: Cráneo

RESISTENCIA AL AIRE: Fibras radiales de vainas de semillas

SISTEMAS DE LUBRICACIÓN: Juntas óseas

control de refrigeración: Evaporación superficial de la piel

VÁLVULA DE PASO: Corazón

FILTRO-COLADOR: Barba de ballena

AERODINAMISMO: Pájaros

HIDRODINAMISMO: Peces

SISTEMA DE PLEGADO TREN DE ATERRIZAJE: Patas de ave

SISTEMA ANTI HUMEDAD: plumas de pato

AISLAMIENTO TÉRMICO: PELAJE

CAMUFLAJE: Mimetismo en animales

BÚSQUEDA POR INFRARROJOS: Sensor nasal de serpiente

SONAR: Delfín

RADAR: Murciélago

GENERADOR DE PULSIONES ELÉCTRICAS: Anguila

COMUNICACIÓN ULTRASÓNICA: Sistema auditivo de perro

CONTROL DE NIVEL: Canal auditivo interior

PROPULSIÓN A REACCIÓN: Calamar

DINÁMICA DE FLUIDOS: Sistema cardiovascular

FOTO SENSIBILIDAD: Girasol



2.2 DISEÑO Y PRODUCCIÓN EN LA NATURALEZA.

“La interpretación de las diferentes realidades y procesos que se presentan en la naturaleza como reflejo de un orden interno o de una planificación previa fue ya observada por nuestros antepasados, los cuales se dieron cuenta de la elegancia formal que presentaban los seres vivos y de lo apropiadas que resultaban las estructuras de los organismos para las funciones que debían desempeñar.”⁸

La naturaleza tiene una extensa capacidad productiva, las estructuras inorgánicas, los procesos biológicos, la inmensidad de organismos vivientes, presentan una formidable diversidad, como también lo podemos observar en nuestro mundo artificial que está dotado de todo tipo de materiales, objetos y entornos que el hombre crea para que su vida se haga cada vez más cómoda y agradable.

Ahora bien, en la naturaleza existe una cadena de características que pueden ser tomadas como referencia o modelo en estos momentos en que nos cuestionamos como controlar la cantidad y especialmente la calidad de lo que producimos y surge la incertidumbre si estamos creando un medio que sostenga el bienestar humano y en general la vida.

Analizado desde este punto, la naturaleza a conseguido algo en lo que nosotros hemos fracasado, ha creado un maravilloso mundo lleno de diversidades sin saturarlo, se mantiene así un orden global sin dañar la calidad de vida individual ni la del ambiente integral generado.

Paralelamente a esto, se extraen las máximas posibilidades de recursos sin agotarlos.



8. Joaquim Viñolas Marlet, *Diseño Ecológico*, Blume, Barcelona 2005



2.2.1 PRINCIPIOS DE LA NATURALEZA

Joaquim Viñolas⁹ nos menciona varios principios que la naturaleza utiliza en su producción, los cuales analizo a continuación:

MOVIMIENTO:

Movimiento en tanto, tiene que entenderse no sólo por el mero desplazamiento físico sino por la gran capacidad que posee la naturaleza para regenerarse y a través de mecanismos mantener el equilibrio.

ORDEN:

Los organismos vivos y la naturaleza en su globalidad incorporan una extraordinaria energía para mantener orden y equilibrio ya que sin ellos no fuera posible la vida.

Santo Tomás decía que la naturaleza es "El conjunto de cosas reales en cuanto siguen un orden"

TECNOLOGÍA:

Certifica la factibilidad, la adecuación y calidad finales de un organismo.

COMPLEJIDAD:

Los organismos son asombrosamente complejos, para

conformar estructuras funcionales como las de un árbol o un pájaro, se necesita una gran cantidad de información. Si me refiero a los seres vivos no haría justicia utilizando la palabra "Complicado" ya que este término sería oportuno para hablar de una máquina que funcionan con piezas extraíbles; Los organismos en cambio tienen un comportamiento de un todo en el que cada parte depende de las demás.

Así el organismo celular más simple, es más complejo que un reloj de pulsera.

RECICLAJE:

La naturaleza tiene recursos naturales limitados, por ello, para mantener estable la disposición de éstos se ha creado un sistema que permite su re utilización constante, hay ciclos en que la materia y la energía contenidas en una realidad se renuevan permanentemente en un reciclaje metódico.

IMPREDICTIBILIDAD:

Las realidades y los procesos naturales se encuentran sometidos a las leyes del caos, por esta razón hace que su comportamiento sea predecible hasta cierto punto

9. Joaquim Viñolas Marlet, *Diseño Ecológico*, Blume, Barcelona 2005



ya que invaden en nuestro diario vivir obligándonos a enfrentarnos con lo que no puede preverse.

IRREVERSIBILIDAD:

La realidad de la naturaleza es metódica y no se puede detener a partir de sucesos que no pueden volver nunca atrás.

SISTEMATICIDAD:

“La naturaleza no es más que esta extraña solidaridad de sistemas acumulados que se edifican unos encima de otros, con los otros, contra los otros, La naturaleza es un todo polisistemático”¹⁰

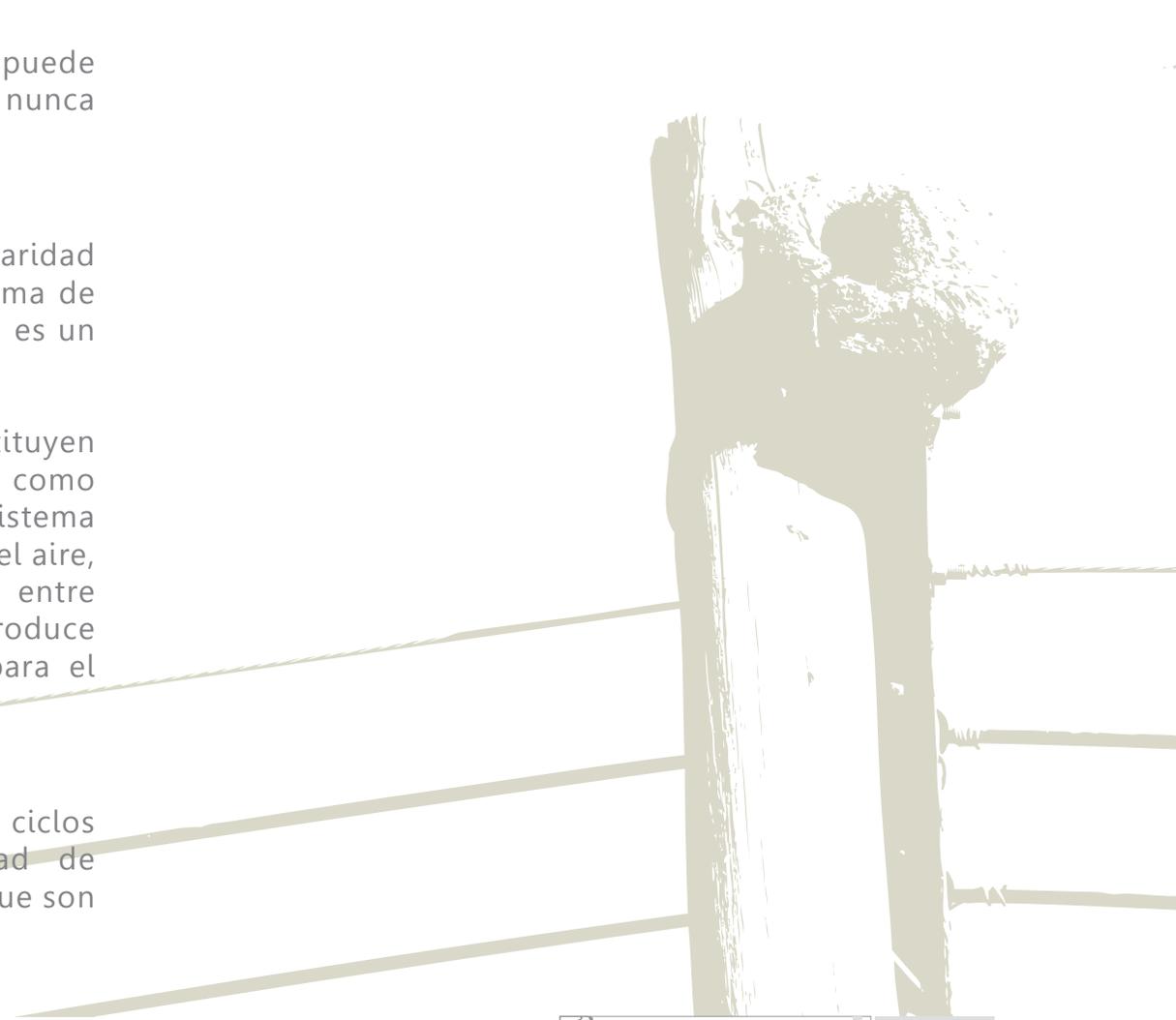
La naturaleza es metódica, todas sus realidades constituyen sistemas en sí mismos y marcha globalmente como sistema integrado, esta acción se refleja en el ecosistema ya que interactúan constantemente los seres vivos, el aire, el agua, los minerales, obteniendo un equilibrio entre la comunidad viva y los seres inorgánicos, se produce entonces un intercambio de materia y energía para el sostenimiento de la vida.

CICLOS:

En la naturaleza todo encaja a través de ciclos determinados. La naturaleza regula la totalidad de procesos, acontecimientos, flujos e interacciones que son generados por ella misma.

10. E. Morin, 1977

No solo los animales y plantas se basan en ciclos; también la energía y la materia muestran ritmos temporales coordinados con ciclos globales.



3 RECURSOS

2.3 RECURSOS FORMALES EN LA NATURALEZA.

En la naturaleza hay diversas manifestaciones, éstas constituyen particularidades dentro del caos que tiende el universo y ejecutan una lucha única para contrarrestarlo. Cada una de estas particularidades son una respuesta a problemas organizativos.

“Pero lejos de lo que podría parecer a primera vista, en la naturaleza no existen infinitas soluciones para responder a los múltiples problemas, sino que siempre tiende a utilizarse un número reducido de soluciones que son las que funcionan mejor ante cada problemática concreta: la naturaleza no puede permitirse el lujo de elaborar soluciones formales específicas para cada realidad, sino que se ve obligada a establecer un repertorio de recursos, patrones o pautas que representan la reelaboración de una serie de temas básicos que se repiten en contextos y escalas diversos.”¹¹

11. Joaquim Viñolas Marlet, *Diseño Ecológico*, Blume, Barcelona 2005



SIMETRÍA

El orden existente en la naturaleza halla en la simetría uno de sus más valiosos recursos. La simetría es por tanto una solución formal, de primera mano a los problemas de organización asociados a estructuras formadas por distintos elementos y su objetivo es establecer una distribución que permita la máxima integración.

Los animales por ejemplo que exhiben estructuras fuertemente ordenadas se caracterizan por poseer autonomía de movimiento, es decir se trasladan libremente para conseguir alimento, agua, buscar refugio o reproducirse. Es de mayor facilidad movilizar un cuerpo simétrico que uno asimétrico por tanto aquí observamos la importancia de la simetría ya que se ahorra energía.

En cuanto a los vegetales que se extienden a partir de un punto fijo por la tierra y el espacio buscando los nutrientes y el sol, la simetría establece el mejor criterio de disposición estructural ante la fuerza de gravedad pues una configuración simétrica tiende a ser más estable y demanda menor cantidad de materia que una asimétrica.

Los minerales reflejan un nivel de movimiento que se desprende de la formación de cristales, la simetría constituye la única posibilidad de crecimiento ordenado partiendo de estructuras geométricas regulares. En la naturaleza existen cuatro tipos de simetría:



20. SIMETRÍA EN PLANTAS



21. SIMETRÍA EN MARIPOSAS



TURBULENCIAS:

Los peces o las serpientes de mar se mueven de una forma muy eficaz pues evitan que se formen remolinos detrás de ellos que causarían contracorriente. Cuando las aves emigran regularmente observamos que establecen formaciones en V, esto les facilita aprovechar las corrientes generadas por cada ave durante su aleteo, el aire que desplaza cada una forma a su alrededor un impulso ascendente, que podría utilizarlo la que vuela a su lado, de esta manera ahorran energía y les permite aumentar la independencia de vuelo.



22. TURBULENCIAS

23. ONDAS EN LA ARENA



ESPIRALES Y HÉLICES

En la Naturaleza se presenta el prodigio de la curvatura, éstas son las espirales y son independientes del tipo de tejido y del material involucrado en el proceso.

La curvatura se basa en lo siguiente: Si las velocidades de crecimiento o ampliación de dos superficies forman parte de un mismo cuerpo son iguales y crece en línea recta, si son distintas el material se curva sobre sí mismo y la parte de crecimiento más lento se coloca al interior, la más rápida por tanto queda al exterior. Un ejemplo de esto sería las curvaturas desconchadas de pinturas en hojas secas ya que la superficie mayor tiende a envolver a la menor.

Todas las estructuras establecidas en el crecimiento espiral o helicoidal enseñan una regularidad geométrica en las que se suele observar un rigor extraordinario.

Existen también espirales dobles o con sentido de giro contrario que se sobreponen entre sí dando lugar a la creación de una nueva estructura. Tanto espirales como hélices son soluciones utilizadas por la naturaleza y existen comúnmente asociadas.

El propósito es crecer, fortalecer, consolidar, impulsar las espirales y las hélices ya que nos permiten la adaptación y organización de sus formas a los procesos de desarrollo



24. ESPIRALES DOBLE

involucrados en ritmos de crecimiento distintos, esto crea una forma única integrada.

Mediante los modelos de giros regulares y sistemáticos, hallamos soluciones al problema de la creación de estructuras a partir del fenómeno de la curvatura.

25. ESPIRALES EN PLANTAS



RAMIFICACIONES:

En la naturaleza encontramos distintos procesos de ramificación: En árboles, en ríos, en chispas eléctricas: No son resultado de similitud interna de materiales sino consecuencia del factor espacial, de determinadas leyes de crecimiento que se adaptan a las condiciones del espacio, en todas ellas encontramos jerarquías similares en las que se instituyen órdenes de ramificación. Constantemente las ramas de orden inferior suelen ser más numerosas y cortas que las de orden superior.

Toda ramificación nos presenta dos fines: Distribuir y ampliar flujos de materia o energía a distintos lugares y permitir el progreso de la forma y crecimiento partiendo de un punto único mediante su extensión gradual en el espacio.



26. RAICES

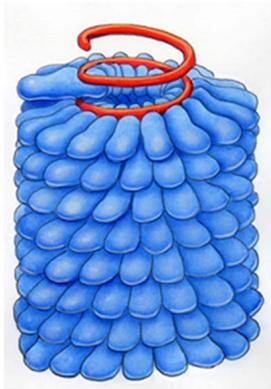


27. RAYOS

AGRUPAMIENTO Y FRAGMENTACIÓN

El agrupamiento establece un medio idóneo para estructuras formadas por múltiples elementos que muestran formas y tamaños análogos, el ahorro de espacio es su principal característica, por tanto el ajuste entre los elementos tiene que ser preciso. En el agrupamiento y fragmentación suelen ser habituales las uniones a 120° que se originan cuando los límites se minimizan, un ejemplo es la concha de la tortuga. Cuando agrupamos de la forma más compacta varios objetos similares y cuando el material es semejante se divide creando fragmentos independientes y se genera el mismo sistema geométrico.

La intención es lograr una estructura más compacta y menos endeble

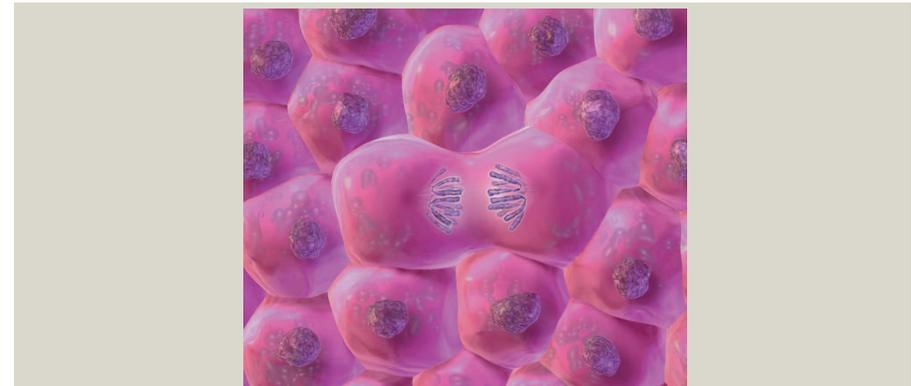


28. VIRUS DEL MOSAICO DEL TABACO

DIVISIÓN:

La división está relacionada a los procesos de desarrollo celular, tiene una importante notabilidad en los organismos vivos. En la ramificación se pasa de una rama principal a dos secundarias, en el transcurso de la división en cambio se pasa de lo único a lo múltiple sin que existan severas jerarquías pues lo que se obtiene mediante la división son unidades perfectamente diferenciadas y en cada división pueden crearse dos seres biológicamente autónomos. Existe una asombrosa capacidad de desarrollo para crear un organismo y el secreto se halla en el prodigio de la división celular.

La meta es aprobar el paso de la unidad fundamental de la materia orgánica que es la célula hasta un nivel superlativo de complejidad.



29. DIVISIÓN CELULAR



ESTRUCTURAS GEOMÉTRICAS PURAS:

Muy a menudo encontramos en la naturaleza las geometrías puras y normalmente las comparamos con los modelos geométricos creados por el hombre que tienen una transcripción matemática exacta, a la naturaleza no le concierne una forma geométrica perfecta porque sería rígida y por tanto incapaz de adaptarse a las influencias externas.

FRACTALES:

Los fractales fueron descubiertos a partir de los años ochenta por el matemático Benoit B Mandelbrot y son los objetos creados partiendo de una fórmula matemática que dejan ver niveles de complejidad crecientes. Las formas fractales las encontramos representadas extensamente en la naturaleza y en varios procesos que se desarrollan en distintos campos.

Las funciones coligadas a estas formas son las de acceder y rellenar.



30. FRACTALES



2.4 BIOMIMETICA APLICADA Y ANALOGIAS FORMALES.

La innovación tecnológica actual examina al medio ambiente, la sostenibilidad y la ecología como factores principales, uno de los sectores mas involucrados es la construcción por esta razón está exponiendo propuestas que afectan tanto a los materiales, elementos y sistemas como al diseño y al proyecto.

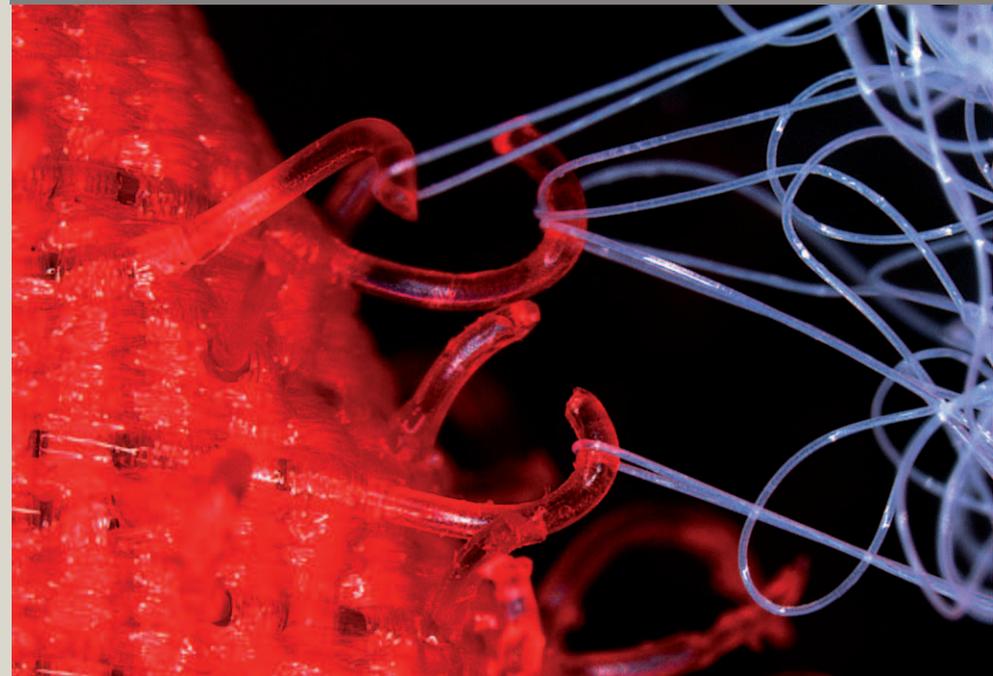
EL BIOMIMETISMO APLICADO A LA INDUSTRIA

Observando cómo los cardos se enganchaban a los pelos de su perro, George de Mestral inventó el sistema de sujeción basado en múltiples ganchos flexibles patentado en 1955 con el nombre de "Velcro"¹²

12. Swiss Info.Ch, 2007: "How a Swiss invention hooked the World",



31. CARDOS



32. VELCRO

EL BIOMIMETISMO APLICADO A LOS PRODUCTOS Y ELEMENTOS

Observando la maniobrabilidad de los peces que nadan entre corales, Mercedes Benz optimiza la resistencia al aire de sus vehículos.¹³

Se ha investigado el mecanismo autolimpiador de la hoja de loto que repele el agua. Cuando llueve, las gotas no la mojan. Se deslizan arrastrando la suciedad depositada sobre la superficie. Este resultado se aplica a tejidos y pinturas autolimpiantes.¹⁴



33. PES CORALINO



34. MERCEDES BENZ



35. HOJA DE LOTO

13. Daimler Chrysler, 2005: "High-tech Report 2"

14. Institute of Textile Technology and Process Engineering, Denkendorf



Los avisperos y las colmenas consiguen aguantar 45 veces su peso gracias a la disposición hexagonal de sus celdas. Esta disposición se usa para aligerar los paneles y las estructuras. ¹⁵



36. DISEÑO DE LAS COLMENAS



37. SISTEMA BUBBLE DECK

15. Museo de Ciencias Naturales, 2004: Los otros arquitectos. Barcelona: Gustavo Gili.



EL BIOMIMETISMO APLICADO A LOS SISTEMAS

Reducir la cantidad de material en las áreas menos solicitadas es otro principio que se aplica en los aligeramientos, como las bovedillas de los forjados o más recientemente, el sistema "Bubble Deck" de aligeramiento de las placas bidireccionales de hormigón armado mediante pelotas de plástico.¹⁶

Las estructuras arborescentes permiten reducir drásticamente la luz de flexión y, por tanto, aligerarlas considerablemente.¹⁷



38. ESTRUCTURA DEL ÁRBOL

16. Bubbledeck, 2006: <http://www.bubbledeck.com>

17. Aeropuerto de Stuttgart, 1990



39. AEROPUERTO DE STUTTGART

LOS RIESGOS DE LA ANALOGÍA FORMAL EN LA ARQUITECTURA. EL CAMBIO DE ESCALA.

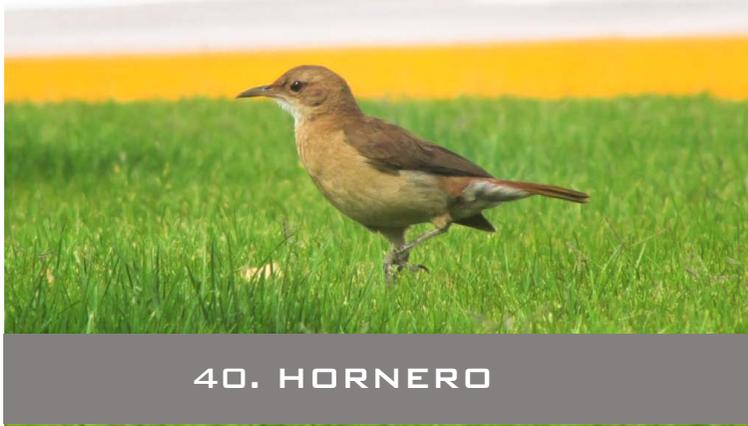
En la arquitectura el biomimetismo puede darse también de una manera netamente formal, esto se debe a que la naturaleza es el resultado de los factores que afectan al medio en que se encuentra, y si el diseño arquitectónico no se encuentra en el mismo lugar del cual estamos tomando inspiración los factores cambiarían, dando como resultado una analogía formal y no funcional.



CAPÍTULO 3

MODELO HABITACIONAL DEL
FURNARIUS CINNAMOMEUS





40. HORNERO

3.1

GENERALIDADES

Hornero. (Del lat. furnarius). Persona que tiene por oficio cocer pan en un horno, es por esto que el ave lleva este nombre "furnarius", Pájaro de color pardo acanelado, menos el pecho, que es blanco, y la cola, que tira a rojiza. Hace su nido de barro en forma de horno.¹

La característica más llamativa del *furnarius cinnamomeus* (hornero) es su nido, el mismo que no solo le ofrece amparo contra los depredadores, también le da protección contra los factores climáticos como lo son: la lluvia, el sol, y el viento, brinda seguridad a sus huevos y mantiene una temperatura adecuada haciendo la vez de una incubadora natural.

Este tipo de nido posee una capacidad amortiguadora a los cambios exteriores de la temperatura, protegiéndolo de la radiación excesiva, reduciendo la entrada de agua de lluvia a la cámara de cría gracias a la presencia de paredes y techo.

1. Microsoft® Encarta® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation.

El nido es realizado por macho y hembra de manera intercalada, mientras el macho parte a traer material para el nido, la hembra trabaja con el material que trajo previamente, después cambian de labor, resultando de esto un trabajo continuo. En situaciones en la que consideran necesario ambos permanecen en el nido, y mientras uno vigila el otro trabaja.

PROPIEDADES DE LA TIERRA:

En la actualidad y desde hace cientos de años, el hombre utiliza materiales de distintas regiones. Esto se hizo posible con ayuda de la tecnología y de los medios de transporte. Mientras que el hornero utiliza el barro ya que es un material que se encuentra en su entorno inmediato y sólo puede hacer su nido en lugares donde se encuentre este recurso.

Deberíamos poner nuestra inteligencia en explotar los recursos que poseemos en nuestro medio y no recurrir a tendencias y modas importadas que a veces perjudican y no solucionan los problemas concretos de la población.

Utilicemos con racionalidad la madera de nuestros bosques, las piedras de montañas y acantilados, el barro de nuestros suelos y la arena de las playas, como nos indican en general muchas especies del mundo animal.



3.2

ENTORNO NATURAL DEL AVE

La familia furnarius a la que pertenece el furnarius cinnamomeus (hornero) "casi exclusivamente sudamericana, está compuesta por 56 géneros, con 236 especies, solo la superan los tiránidos (429 especies) y los picaflores (328)." ²

Lo cual nos indica claramente que es una de las especies con mejor adaptación al medio y con un gran crecimiento, es por esto que es una especie que llamo mucho mi atención para su análisis.

Las pequeñas diferencias de especies se da por el lugar en que habitan debido a la diferencia de entorno y con esto diferentes hábitos o materiales de construcción, etc. Toda especie se acopla al lugar donde vive.

Los furnáridos, que son bastante similares en sus características, no se destacan por su riqueza colorística, son sus nidos los cuales llaman más la atención y de alguna manera compensan así la modestia de su color.

Características de Malacatos

Malacatos, Loja 04o14'S, 79o17'W c.1,500

2. Narosky Tito, Carman Raul, *El hornero ave nacional*, Albatros, 2008

DISTRIBUCIÓN EN EL ECUADOR:



3.3 MATERIALES Y ENTORNO ELEGIBLES POR EL AVE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SU REFUGIO.

Para un constructor excelso como el Hornero, que cambia la forma del nido y el modo de sujetarlo según las circunstancias, es lógico que ocurra lo propio con los materiales. Más estiércol, paja o barro, según su abundancia, los que amasa ayudándose con la secreción de sus glándulas salivales, que se hipertrofian durante el período nidificatorio.³

Para las aves, el sitio del nido es uno de los factores determinantes para que los sucesos de reproducción sean exitosos. Esto contempla, la construcción del nido, la postura de los huevos, incubación, crianza de los pichones, y posterior abandono del nido por los juveniles. Nada de esto podría darse si la selección del sitio del nido no es la adecuada, debido a que este determina el ambiente al que se expondrán, adultos, huevos y pichones durante periodos críticos (Collias 1997).⁴

En la selección del sitio del nido intervienen una variedad de factores bióticos y abióticos que sumado a las estrategias del ave permiten el éxito reproductivo al evitar las pérdidas de nidadas por los efectos de las condiciones medioambientales (vientos, tormentas e insolación, entre otros) y por la depredación de los nidos la cual es una de las principales causas de pérdidas de nidada (Collias 1997)

BIÓTICO, CA. Característico de los seres vivos o que se refiere a ellos. || 2. Biol. Pertenciente o relativo a la biota.⁵

ABIÓTICO, CA. adj. Biol. Se dice del medio en que no es posible la vida.⁶

Entre los factores que intervienen en la selección del sitio del nido están la arquitectura del nido, el árbol elegido, la ubicación del nido en el árbol, la cobertura ofrecida por el

3. Narosky Tito, Carman Raul, *El hornero ave nacional*, Albatros, 2008

4. COLLIAS, N. 1997. *On the origin and evolution of nest building in passerine birds*. Condor 99: 253-270.

5 - 6. Microsoft® Encarta® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos. Ornithology 64: 507-519.



árbol, la densidad de los nidos, el acceso al nido, el micro hábitat (Martín y Geupel 1993)⁷

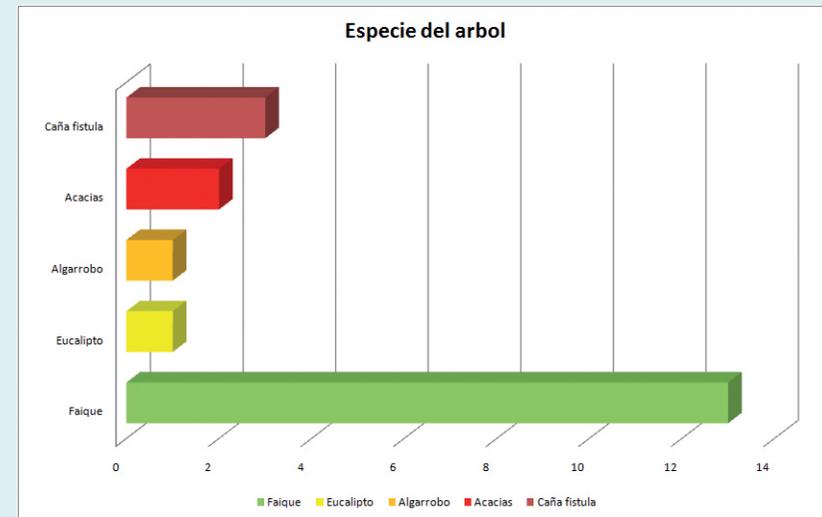
Los resultados de la ficha de campo dieron como resultado los siguientes datos:

Se analizaron un total de 20 nidos.

El hornero selecciono arboles promedio de 4 a 10m de altura, la altura preferida para colocar su nido estuvo comprendida entre 2.5 y 5m de altura, en cuanto a la ubicación horizontal del nido en el árbol, el sitio preferido fue la parte media del árbol.

Cuadros de resultados de las fichas de campo en Malacatos:

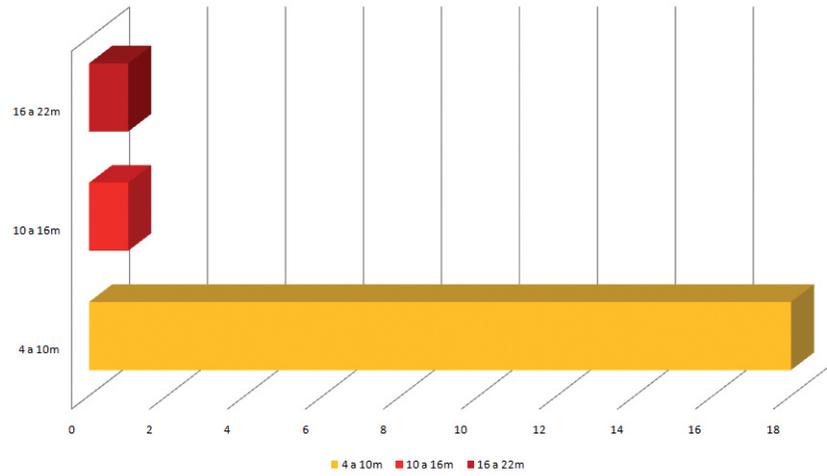
SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO - RESULTADOS					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
	13	1	1	2	3
Altura de arbol	4 a 10m	10 a 16m	16 a 22m		
	18	1	1		
Altura del nido	0 a 2.5m	2.5 a 5m	5 a 7.5m	7.5 a 10m	
	2	10	7	1	
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
	2	13	5		
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
	12	6	2		



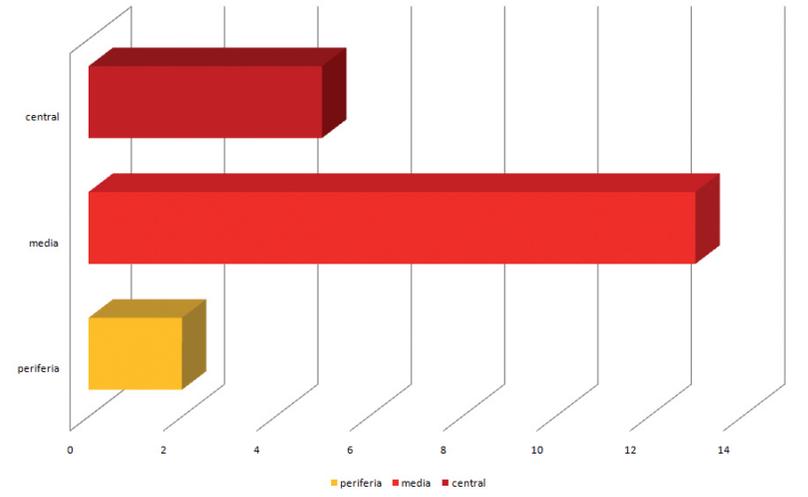
7. MARTIN, T. Y G. GEUPEL. 1993. Nest-monitoring plots: methods for location nest and monitoring success. *J. Field Ornithology* 64: 507–519.



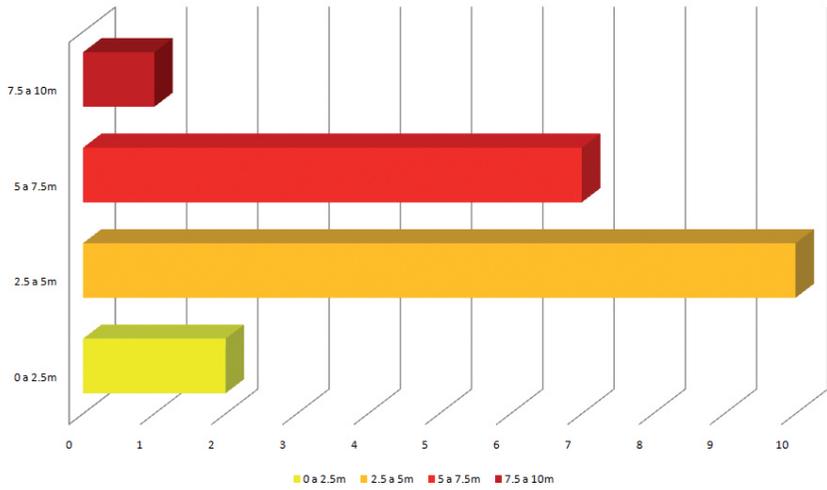
Altura del arbol



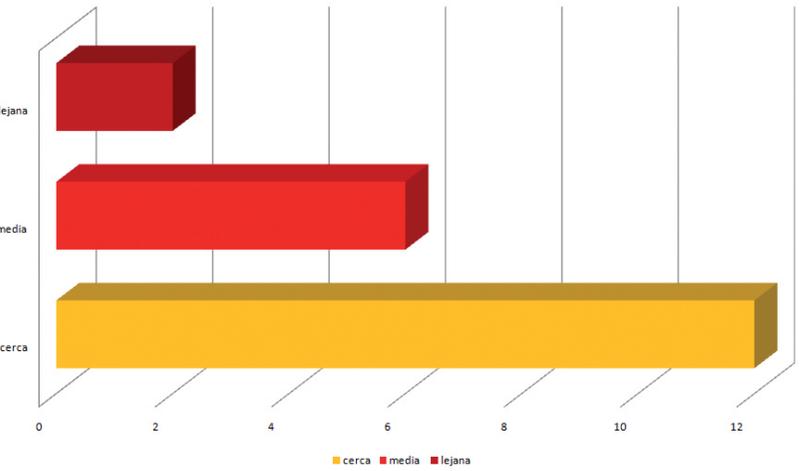
Ubicacion horizontal



Altura del nido



Cercania al agua

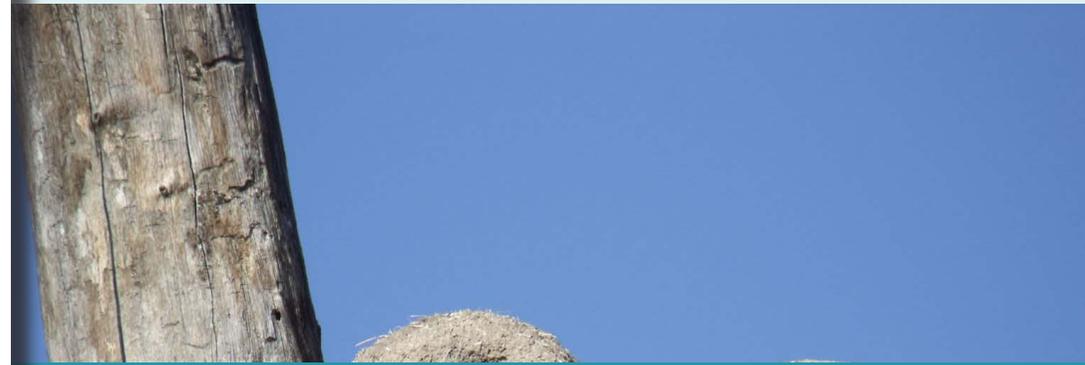


La presencia de agua para el Albañil es de vital importancia debido a que con esta elabora la materia prima (barro) para poder elaborar sus nidos. La ubicación del nido cercano a cuerpos de agua y a poca altura del suelo posiblemente sirva para disminuir el gasto energético ocasionado por la construcción del nido, el cuál demanda un gran esfuerzo (aproximadamente 2,5 kg de peso del nido durante 10 a 15 días que tarda en su elaboración). Por eso, la suma de estos dos factores (cercanía al agua y baja altura) resulta de vital importancia para el ave.

El Hornero tiene una cualidad muy especial: construye junto con su pareja un nido que resuelve diversos problemas arquitectónicos.

Utiliza para la construcción un material antiquísimo, el barro, usado por las personas en distintas partes del mundo desde hace miles de años como el adobe, bahareque, tapial. Este producto, el Hornero lo logra juntando barro con paja, estiércol y otros materiales tenues.

Sorprende el detalle y la dedicación que le brinda al nido, que finalmente reúne todo lo necesario para su habitabilidad, desde la condición térmica hasta el confort interior.



3.4

ESTRUCTURA HABITACIONAL.

El nido del hornero se identificó como nido de doble curvatura de barro aéreo sostenido, siendo sus materiales de construcción, barro o lodo, entremezclado con gramíneas, palitos y raíces como fibras naturales estructurales que recoge en los alrededores del nido. Adhiere fuertemente el nido a las ramas que los sostiene con una especie de abrazadera de barro. El Albañil tarda entre 10 y 15 días en construir su nido.⁸

El nido del hornero presentó la siguiente morfometría expresada en sus valores promedios: diámetro interno de 118,98 mm, diámetro externo de 287,01 mm, altura de 198,65 mm, profundidad de 131,05 mm, grosor de 37,17mm, diámetro de la entrada de 63,83 mm, perímetro de la entrada de 202,90 mm.



41. NIDO DE HORNERO

8. Escola Fidel, Calchi Rosana, NIDO Y SELECCION DEL SITIO DEL NIDO DEL ALBAÑIL EN UN AMBIENTE AGRO-PECUARIO, Universidad del Zulia.



Al hacer un corte longitudinal del nido, se observa una entrada baja con un pasillo ascendente que cruza hacia la cámara (derecha o izquierda) de nidificación, la cual es muy amplia, de forma globular y presenta un recubrimiento interno o aislamiento de palitos y ramitas. El interior está dividido por un tabique central o acodamiento en dos zonas: una mayor donde se instalará la cámara de cría y una anterior más pequeña, que es la continuación de la entrada, el cual, está conectado por un orificio, en promedio, de 61,25 mm.



42. NIDO DE HORNERO



43. NIDO DE HORNERO

"El hornero construye su nido en ramas de árboles, postes, cornisas, en general sobre cualquier eminencia visible, natural o creada por el hombre, que le sea apropiada. Y aunque no resulte regla también en el suelo, pozos y en cuanta situación deba enfrentar su habilidad constructiva."⁹

9. Narosky Tito, Carman Raul, *El hornero ave nacional*, Albatros, 2008

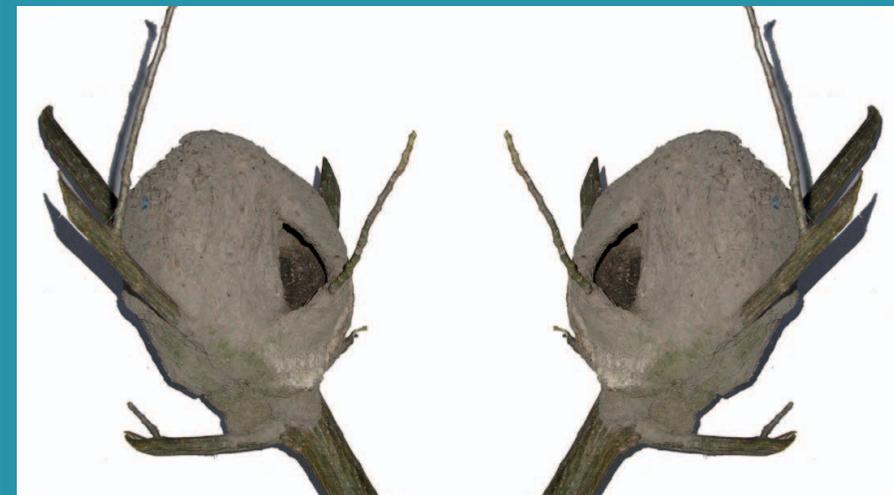
MEZQUIDA, E. 2004. Patrones de orientación de los nidos de Passeriformes en una zona árida del centro-oeste de Argentina. *Ornitología Neotropical* 15: 145-153.



3.5 ESTUDIO DE LA ESPACIALIDAD INTERNA.

la orientación de la entrada del nido cerrado de los Furnáridos demuestra no tener preferencia definida, más allá de evitar orientarse hacia el interior de la planta, lo que permitiría un acceso directo al nido y mejor visibilidad desde el nido, importante para la defensa del territorio, recursos y detección de depredadores (Mezquida 2004).¹⁰

En el libro *El hornero ave nacional*¹¹ encontramos los siguientes datos: La forma del nido es la de un horno, y posee entrada lateral, túnel curvo y cámara. De los aproximadamente 600 nidos observados por Friedmann (1927)¹², unos 450 tenían la apertura a la izquierda. A casi la misma conclusión llega Peña sesenta años después (1987)¹³, ya que de 225 nidos observados, 125 tenían la boca de entrada a la izquierda y 90 a la derecha.



44. NIDO DE HORNERO

Fraga, en Narosky et al.¹⁴, describe un nido que puede considerarse un promedio adecuado: "Elaborado con barro, estiércol seco, crines y pasto, amasados en forma de cúpula, con base de sección oval de 26 cm en su eje mayor por 22 en el menor. Paredes de espesor promedio de 24 mm. Pesa 4,2 kg. Un pequeño tabique separa el túnel de entrada de la cámara de postura, que mide unos 12 cm de diámetro. Lecho de gramíneas secas con pocas plumas". Según Carman (1973)¹⁵, los horneros construyen el nido en tres etapas. "Primero la base, de forma más o menos circular; después levantan las paredes,

10. MEZQUIDA, E. 2004. *Patrones de orientación de los nidos de Passeriformes en una zona árida del centro-oeste de Argentina. Ornitología Neotropical* 15: 145-153.

11. Narosky Tito, Carman Raul, *El hornero ave nacional*, Albatros, 2008

12. Friedmann, H, *Notes on some Argentina Birds*. Harvard College: Mus. Comp. Zool., 1927

13. De la Peña, M.R. *Nidos y huevos de aves Argentinas*. Buenos Aires, 1987

14. Narosky, T., R. Fraga y M. De la Peña: *Nidificación de las aves argentinas*. Buenos Aires: Asociación Ornitológica de la Plata, 1983

15. Carman, R. L: *De la Fauna bonaerense*. Buenos Aires, 1973



que se unen formando la cúpula y, por último, el tabique interior que separa dos compartimientos: la cámara del nido propiamente dicho (o cámara de incubación) y la antecámara o pasillo, comunicados entre sí por una pequeña abertura en la parte superior del tabique. El espesor de las paredes, un poco mayor en la cúpula, es variable: en general es de unos 25 mm, aunque hemos medido par que, en algunos sectores, tenían más de 40 mm”.

Continúa Carman: “Si es admirable la solidez del horno, es todavía más la sabia disposición interna del pasillo o antecámara y la forma en que está resuelta la comunicación de esta con el nido propiamente dicho, pues aísla perfectamente de la intemperie el lugar destinado a la incubación de los huevos y la cría de los polluelos, e impide además la entrada de cualquier enemigo. Aun tratándose de una mano pequeña, resulta imposible introducirla más allá del pasillo”.



45. NIDO DE HORNERO



3.6

DISEÑO HABITACIONAL DEL FURNARIUS CINNAMOMEUS Y LA ARQUITECTURA CONTEMPORANEA

La arquitectura contemporánea a dado paso a la renovación estética propuesta por varias vanguardias, de esta manera se abre camino para una aceptación más natural de nuevas propuestas y pensamientos arquitectónicos, y debido a que la sociedad día a día es más consciente de que debemos cuidar el medio ambiente, la tendencia de la construcción se enfoca en no afectar al medio ambiente y de ser posible ayudar al mismo.

Es aquí donde la vivienda animal nos da una guía de como la naturaleza construye sin afectar al medio ambiente ni entorno, así como lo hace el ave estudiada en su nido, ya que este es ecológico, no menosprecia ningún material, y es económico.

Cabe recalcar que la naturaleza desde siempre ha tenido todo tipo de formas en sus creaciones, y hoy en día tomar referencia de las mismas se ha convertido en una de las formas de crear arquitectura contemporánea, ya que a

mas de ser formas novedosas son formas que han evolucionado a lo largo de la historia para funcionar a la perfección.





CAPÍTULO 4

APLICACIONES EN LA
ARQUITECTURA
CONTEMPORANEA

4.1- EN LA ESTÉTICA.

Desde hace muchos años los seres humanos nos hemos inspirado en las creaciones de la naturaleza para nuestros diseños, ya sean formales, funcionales o estructurales. Esto se debe a que en la naturaleza podemos encontrar ya resueltos varios problemas a los que nos hemos afrontado a lo largo de nuestra existencia, a continuación indico varios ejemplos de analogías formales de la naturaleza a la arquitectura.

**AEROPUERTO DE BRNO-TERMINAL DE SALIDAS,
INSPIRADO EN EL CAPARAZÓN DE LAS
TORTUGAS.**



46. TORTUGA

47. AEROPUERTO BRNO



CENTRO DE EXPOSICIONES Y CONFERENCIAS DE ESCOCIA, INSPIRADO EN EL CAPARAZÓN DE UN ARMADILLO.



48. ARMADILLO



49. CENTRO DE EXPOSICIONES - ESCOCIA

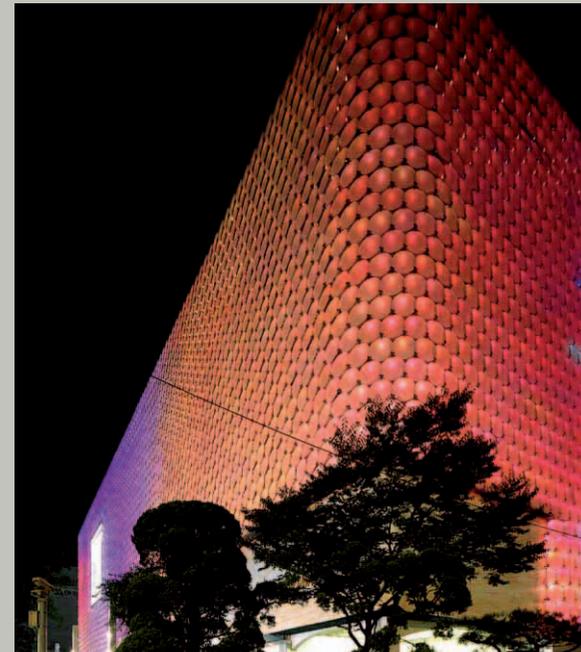


GALERÍA HALL WEST, INSPIRADO EN LAS ESCAMAS DE LOS PECES.

En cuanto a los sistemas constructivos que podemos aplicar en la estética de nuestros diseños, considero que al utilizar materiales del entorno como lo hace la naturaleza podemos fácilmente mimetizarnos con la misma generando una armonía en el entorno, así como lo hace el ave estudiada en esta tesis con la construcción de sus nidos.



50. PECES



51. GALERÍA HALL WEST



4.2- EN LA

4.2- EN LA ESTRUCTURA.

"La gran meta de la estructura consiste en conseguir el máximo mediante el mínimo. La estructura no consiste en hacer algo más fuerte, agregando masa y volumen, sino en utilizar el material de manera más adecuada, igual que en la naturaleza."¹

Así un puente sin una economía de materiales no soportaría su peso propio, como en la naturaleza un árbol. O si las plumas de las aves tuvieran más peso del necesario no podrían levantar el vuelo así como tampoco lo haría un avión en las mismas condiciones.



52. AGUILA



53. AERODINÁMICA EN AVIONES

1. AGUILAR SENOSIAIN Javier, *BIO ARQUITECTURA En busca de un espacio*, editorial LIMUSA, S.A DE C.V, México, 1998.





54. CRANEO HUMANO



55. CÚPULA DEL REICHSTAG

4.2.2 CASCARONES

“La resistencia de un cascaron se explica por el diseño de su estructura: una placa delgada con superficie curva que transmite sus esfuerzos a través de toda ella hacia los soportes.”²

En la naturaleza se emplea la estructura de cascaron de maneras muy interesantes como por ejemplo en el huevo, cascara de frutas, cocos, conchas y esto se debe a que la estructura de cascaron brinda resistencia y economía de material.

Las conchas pueden soportar las grandes presiones de las profundidades del mar debido a la forma de un caparazón, en la antigüedad y al notar tales cualidades en los animales, estos han servido de inspiración para inventos, como las armaduras basadas en la coraza de las tortugas.

En el ser humano las estructuras curvas sirven para dar protección a nuestros órganos vitales, tales como son el cerebro dentro del cráneo y el corazón, pulmones, etc. dentro de la caja torácica.

En la arquitectura contemporánea podemos encontrar cascarones estructurales como en la cúpula del Reichstag construida en Berlín (Alemania) y diseñada por Norman Foster.

2. AGUILAR SENOSIAIN Javier, *BIO ARQUITECTURA En busca de un espacio*, editorial LIMUSA, S.A DE C.V, México, 1998.

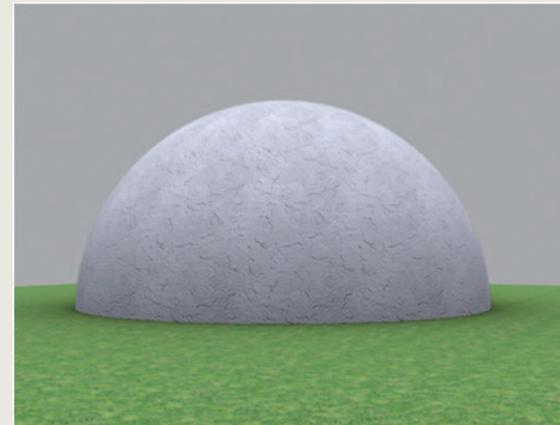


"Entre más plana sea la curvatura de un cascaron, más baja será su capacidad de carga, puesto que esta ultima aumenta en proporción a su curvatura. En este sentido, se clasifican algunas variantes de cascaron, de las cuales algunas son:"³

BÓBEVA



CÚPULA



Para mostrar su consistencia las bóvedas que tienen su curvatura en un sentido deben de permanecer bien empotradas.

Estas cúpulas de doble curvatura resisten más que las de una sola curvatura, en las cúpulas al llegar los esfuerzos de compresión a los bordes se convierten en tensión, por lo cual hay que manejar estos con una correcta cimentación.

3. AGUILAR SENOSIAIN Javier, *BIO ARQUITECTURA En busca de un espacio*, editorial LIMUSA, S.A DE C.V, México, 1998.



4.3- FUNCIONALIDAD.

Como se indico en el capitulo anterior en nido del hornero si bien no tiene muchas funciones a desempeñar, como precisamos los humanos, cumple a plenitud y sin excesos las necesidades que estos requieren en cuanto a espacio y función.

Maurizio Corrado⁴ dice que el principio básico que debemos respetar es que los objetos tienen una utilidad: si la pierden roban el espacio que ocupan. La belleza de un objeto se pone en manifiesto cuando armoniza con su entorno; esta por algo y sirve a alguien o irradia hermosura: funciona.

En la actualidad las casas poseen zonas muy poco activas tales como son la sala de visitas y el comedor principal, puesto a que es en la cocina, comedor del diario y sala de estar es donde se pasa más tiempo en las viviendas actuales. Es así que considero se debe aprender a analizar los espacios de mayor utilidad para poder optimizar los mismos y no desperdiciar espacio en lugares de poca afluencia.



4. CORRADO Maurizio, *La casa ecológica, Manual de arquitectura bioclimática*, De Vecchi, Barcelona, 1999



4.4-

4.4- IMPACTO AMBIENTAL.

Hace aproximadamente un siglo los materiales empleados para la construcción todavía eran naturales en su totalidad, me refiero como naturales a los materiales como la madera, la piedra y la tierra cruda o cocida, los mismos que con sus respectivas técnicas constructivas servían para la elaboración de las viviendas.

Según nos indica el libro La casa ecológica⁵ "Tras la segunda guerra mundial, la necesidad de reconstruir rápidamente las ciudades devastadas provocó una edificación de gran escala, que aunque dio techo a muchas personas, introdujo elementos industriales hasta entonces difícilmente evaluables en su momento"

No es sino mucho después que empezamos a entender el problema ambiental que genera la contaminación de la construcción, y ahora que somos conscientes de la misma es cuando debemos proponer se generen técnicas de construcción menos agresivas al medio ambiente, tales como son las técnicas y materiales que han formado ya parte de nuestra arquitectura pasada.

Hoy en día afrontamos el problema de que edificar con materiales y técnicas ecológicas resulta más complicado debido a que obtener los materiales naturales y mano de obra adecuada es más complejo que adquirir materiales

sintéticos, prefabricados.

El hornero utiliza en su mayor parte tierra para la construcción de su nido, esto sin duda a que es el material con mayor abundancia en su entorno y que cumple a cabalidad las necesidades del mismo, mi diseño va a tener en su mayor parte la utilización de la tierra, pero la idea no es la de imitar un nido sino aprender de él constructivamente, ecológicamente y que sea una inspiración para el diseño, es así que yo utilizare materiales del entorno (zona sur-oriente de la provincia de Loja), de los mismos que voy a hablar a continuación:

5. CORRADO Maurizio, La casa ecológica, Manual de arquitectura bioclimática, De Vecchi, Barcelona, 1999



4.4.1- TIERRA

La tierra que fue el material más utilizado para construir en el pasado ha pasado a un segundo plano, probablemente después de la segunda guerra mundial.

“Es evidente que la facilidad de obtención, de elaboración y de aplicación, sus prestaciones térmicas, su recuperabilidad completa y su nula toxicidad lo convierten en uno de los principales materiales ecológicos.”

Maurizio Corrado menciona en su libro dos de las formas más comunes de utilizar la tierra cruda:

- Tierra batida: Técnica mediante la cual se comprime la tierra con un instrumento de madera y un molde del tamaño de la pared que se desea construir.
- Ladrillo crudo, o adobe: consiste en una mezcla de tierra y paja (muy similar al material de construcción del hornero) u otro material vegetal moldeado en una horma de madera, generalmente rectangular, que se deja secar al sol de una a tres semanas.



56. CASA DE ADOBE



4.4.2- LADRILLO

En los últimos años se ha dado una revalorización al ladrillo en la Arquitectura, esto según nos indica Maurizio Corrado en su obra se ha comprobado que las construcciones de ladrillos tienen una mayor resistencia en caso de terremotos.

El ladrillo se obtiene cociendo arcilla, no contiene compuestos químicos ni sustancias tóxicas, es un buen material térmico y de aislamiento acústico, finalmente es un material apto para realizar una vivienda ecológica y duradera.

La arcilla cocida también se puede emplear en la fabricación de tejas, cerámica, etc.

En mi criterio y también visto desde un punto de vista técnico no es aconsejable aplicarle al ladrillo pinturas, revoques ni ningún material que aparte de contaminante no anulen los efectos positivos del ladrillo.



57. CASA DE LADRILLO



4.4.3- PIEDRA

Las paredes de piedra con un aglomerante de cal resultan resistentes a la humedad y además no contaminan, las piedras que se deben de utilizar son de preferencia las que encontramos en el entorno circundante para evitar el costo del transporta y además resultan más compatibles con el clima, en el caso del sector sur-oriente de la provincia de Loja (Malacatos) tenemos el rio Malacatos el cual no puede abastecer de piedras de canto rodado.

En el caso de mi propuesta de anteproyecto, la utilización de la piedra es estructural, para las cadenas y cimientos.



58. CIMIENTOS DE PIEDRA



4.4.4- MADERA

En un principio pensaba que el uso de madera era contrario a un pensamiento ecológico debido a que el uso masivo es la primera causa de la deforestación, así que resultaba mejor la utilización de derivados del petróleo como el plástico.

Ahora el problema radica en que el petróleo es un bien no renovable de tal manera que se va a acabar y los plásticos van a ser excesivamente caros y su fabricación fue muy nociva para el ambiente, pero en cambio la madera está viva, por lo cual siempre y cuando se la utilice de una manera racional podemos utilizar la misma a lo largo de los años sin preocupación de que esta se agote, pero lo importante es utilizar madera que su tiempo de crecimiento no sea excesivo para así poder mantener siempre un bosque que ayude al medio ambiente y demás factores importantes que estos aportan.

También es importante elegir como ya hemos mencionado en otros materiales, especies del medio en medio de lo que sea posible, además que los materiales del entorno han crecido acorde a el clima y demás factores que son los mismos en los que vamos a construir.

“Si no ha sido tratado con sustancias nocivas, la madera es uno de los materiales más sanos, lo cual sumado a

su capacidad higroscópica, la convierten en un buen climatizador natural, y hacen los ambientes más cálidos y acogedores”⁹



9. CORRADO Maurizio, *La casa ecológica, Manual de arquitectura bioclimática*, De Vecchi, Barcelona, 1999



4.5- CUPÚLAS DE ABODE

Debido a la altura de la cúpula, el aire caliente que es más ligero se acumula en la parte superior de la misma siendo fácil de evacuar mediante aberturas hacia el exterior , es por esta que en zonas secas y calientes como es el sector a diseñar son una ventaja para manejar el clima.

A demás de esto las cúpulas muestran menos superficie que las edificaciones cubicas, calentándose menos por el sol, y requiere menor cantidad de material para su construcción.

"Ensayos realizados en el Instituto de Construcciones Experimentales de la Universidad de Kassel, Alemania, han dado como resultado que los ladrillos de tierra cruda –adobes– pueden absorber de 10 a 50 veces más humedad del ambiente que los ladrillos cocidos. Si la humedad ambiente aumenta a más del 50%, la diferencia es absorbida por las paredes de adobes; si ella está por debajo del 50 %, los muros ceden su humedad regulando el microclima interior" ¹⁰

Hay quienes creen que los espacios con techos de cupula tienen un efecto psicológico agradable para quienes habitan este lugar, y que generan una sensación de seguridad.



59. GERNOT MINKE,
UNIVERSIDAD DE KASSEL,
ALEMANIA, CÚPULAS DE ABODE

10. Gernot Minke, Universidad de Kassel, Alemania, Cúpulas de adobe(págs. 336-341)



4.5.1- CÚPULAS CONSTRUIDAS SIN ENCOFRADO

"Se desarrolló en el Instituto de Construcciones Experimentales de la Universidad de Kassel una nueva técnica utilizando una guía rotatoria. Con esta técnica se puede obtener una geometría estructuralmente óptima sin empleo de encofrado. Esta geometría evita todas las fuerzas de anillo a tracción y a compresión." ¹¹

Con esta técnica se pueden desarrollar cúpulas de hasta 13m con un espesor de 30cm, que es la dimensión propuesta en mi anteproyecto.

La primera cúpula de este tipo realizada en América Latina fue construida en La Paz, Bolivia.

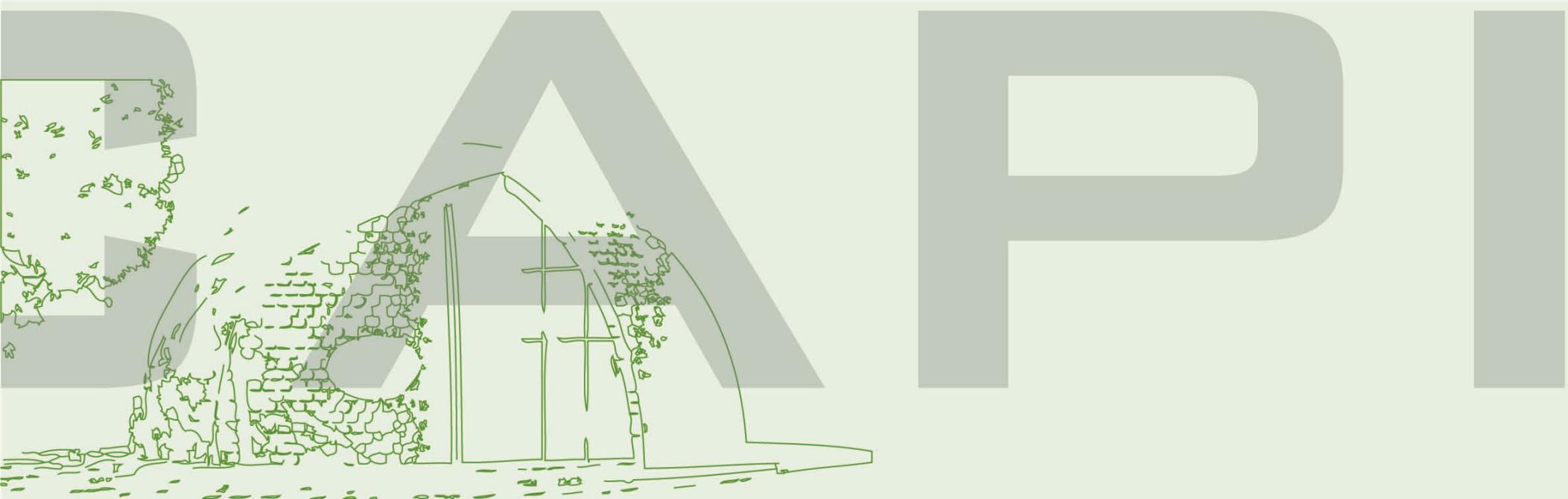
Es un centro cultural y fue la contribución alemana a la proclamación de La Paz como Capital de la Cultura Latinoamericana en 1999. La cúpula tiene un diámetro de 8,80 metros y fue construida con 9.400 adobes elaborados a mano con un molde especial, con bordes redondeados y huecos para reducir el peso y aumentar el aislamiento térmico. Esta cúpula fue construida sismo resistente; por eso tiene un encadenado de hormigón en el sobre cimiento y uno en la fundación.



60. GERNOT MINKE,
UNIVERSIDAD DE KASSEL,
ALEMANIA, CÚPULAS DE ADOBE

11. Gernot Minke, Universidad de Kassel, Alemania, Cúpulas de adobe (págs. 336-341)





CAPÍTULO 5

DISEÑO DEL MODELO
ARQUITECTÓNICO



5.1 ANTEPROYECTO

Lo que tomo del nido para diseñar la propuesta arquitectónica es a mas de una analogía formal, los principios de materiales y estructura que posee el nido. Dando como resultado una construcción resistente, con materiales del medio en su mayor parte y de una estética que se mimetiza con el entorno

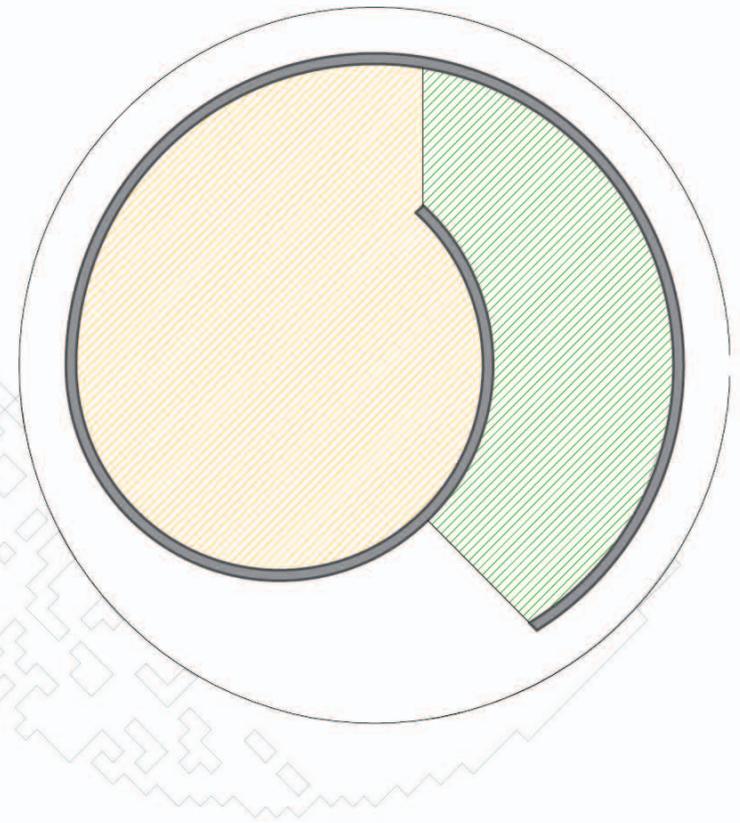


RELACIÓN Y ZONIFICACIÓN

COMO PODEMOS OBSERVAR EN EL CORTE DEL NIDO DEL HORNERO, ANTES DE LLEGAR AL SECTOR DE NIDIFICACIÓN TENEMOS UN PASILLO DE ACCESO QUE BRINDA PROTECCIÓN A LOS HUEVOS DE DEPREDADORES Y FACTORES CLIMÁTICOS, DE LA MISMA FORMA PROPONGO MI DISEÑO CON LA ZONA SOCIAL ANTES DE LLEGAR A LA ZONA PRIVADA, BRINDANDO UNA SENSACIÓN DE SEGURIDAD EN LA MISMA.



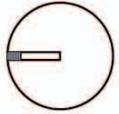
-  ACCESO - ZONA SOCIAL
-  NIDO- ZONA PRIVADA



EMPLAZAMIENTO

ESC: 1

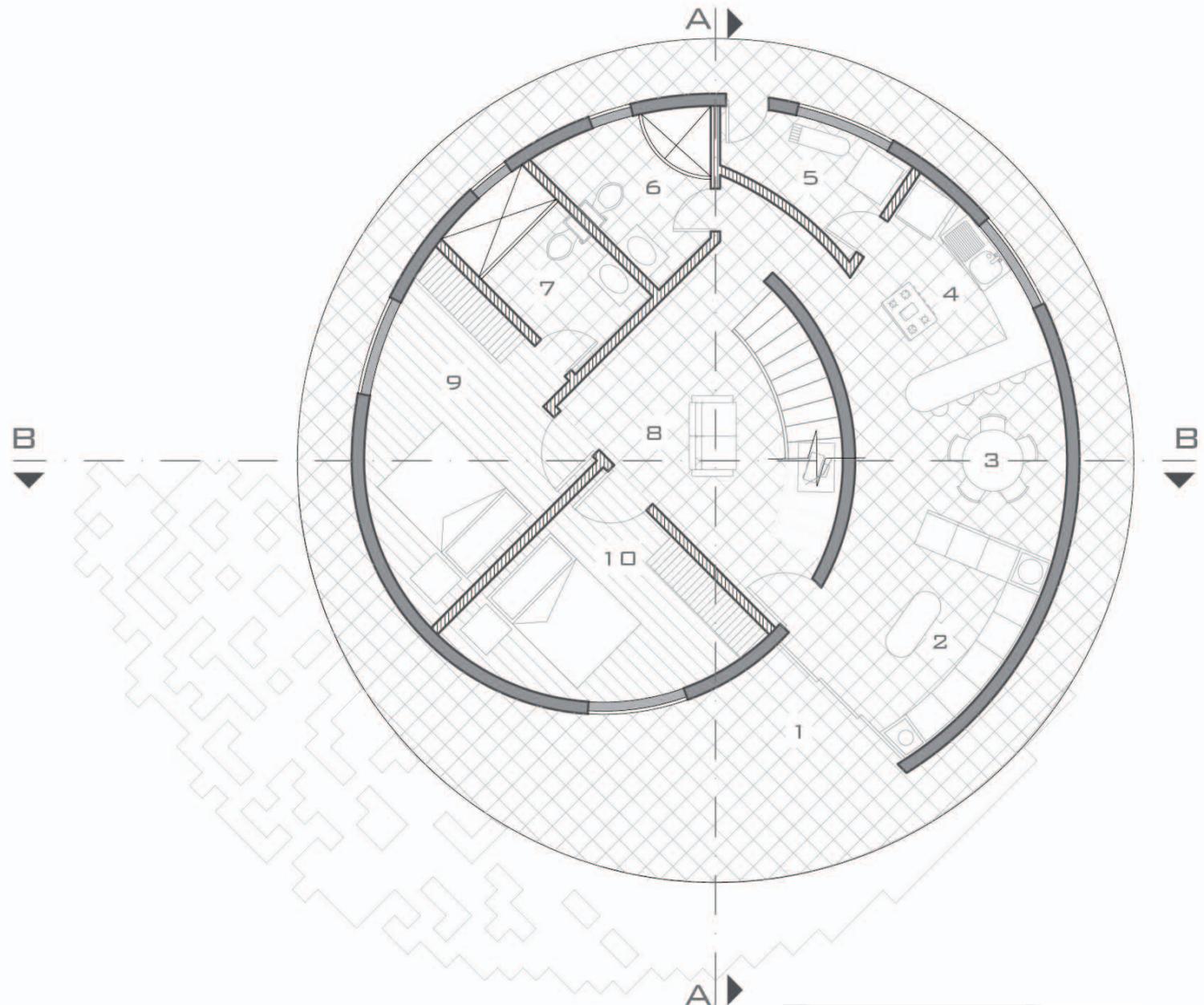
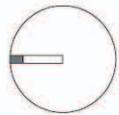
300



1- VIA DE ACCESO
2- VIVIENDA



PLANTA BAJA
 ESC: 1 100



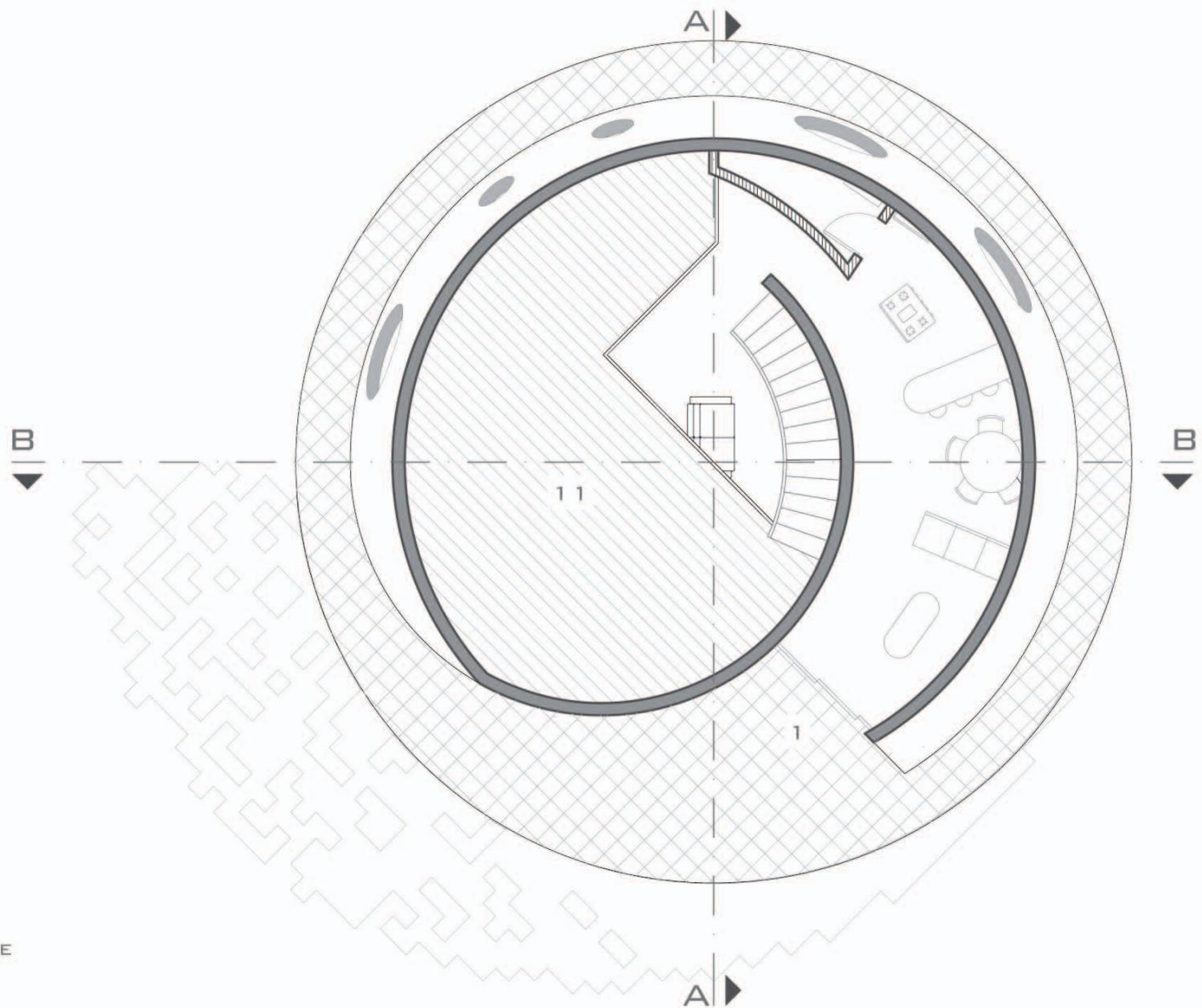
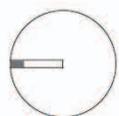
- 1- ACCESO
- 2- SALA
- 3- COMEDOR
- 4- COCINA
- 5- LAVANDERIA
- 6- BAÑO SOCIAL
- 7- BAÑO MASTER
- 8- SALA PRIVADA
- 9- DORMITORIO MASTER
- 10- DORMITORIO
- 11- SALA DE USO MULTIPLE



PLANTA ALTA

ESC: 1

100



- 1- ACCESO
- 2- SALA
- 3- COMEDOR
- 4- COCINA
- 5- LAVANDERIA
- 6- BAÑO SOCIAL
- 7- BAÑO MASTER
- 8- SALA PRIVADA
- 9- DORMITORIO MASTER
- 10- DORMITORIO
- 11- SALA DE USO MULTIPLE



CUBIERTA

ESC: 1 100



ELEVACIONES
ESC: 1 100

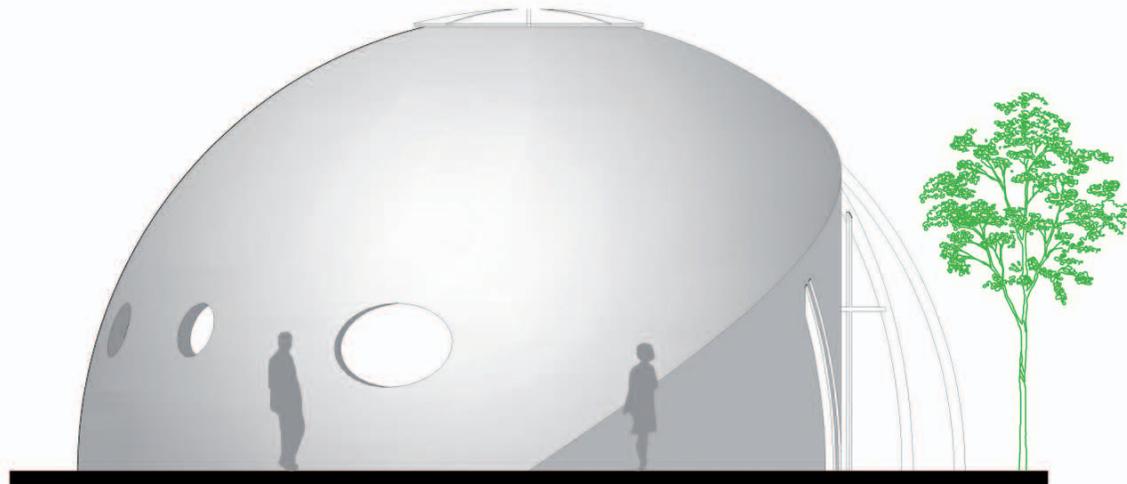


ELEVACION FRONTAL
ESC: 1 100



ELEVACION POSTERIOR
ESC: 1 100

ELEVACIONES
ESC: 1 100

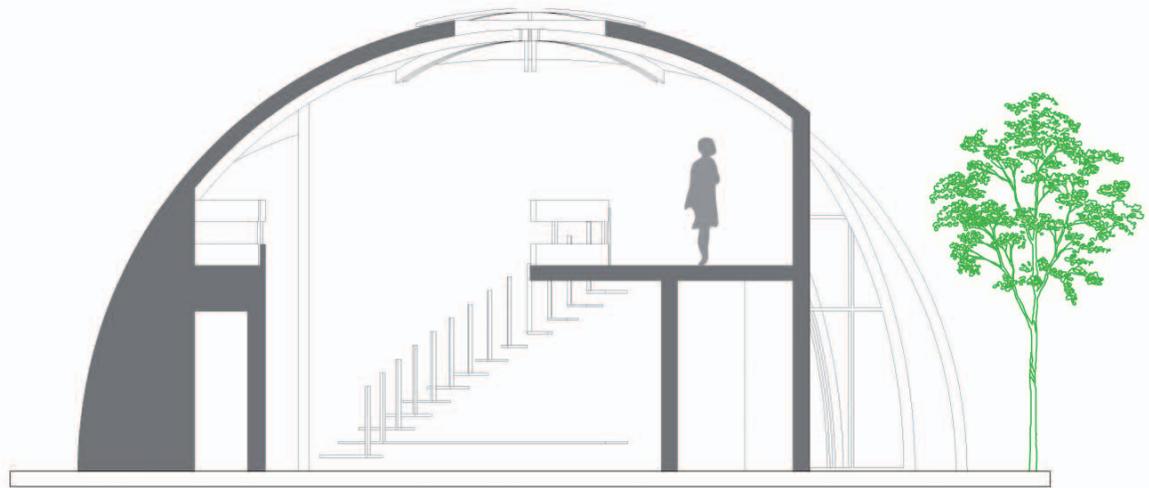


ELEVACION LATERAL IZQUIERDA
ESC: 1 100



ELEVACION LATERAL DERECHA
ESC: 1 100

CORTES
ESC: 1 100

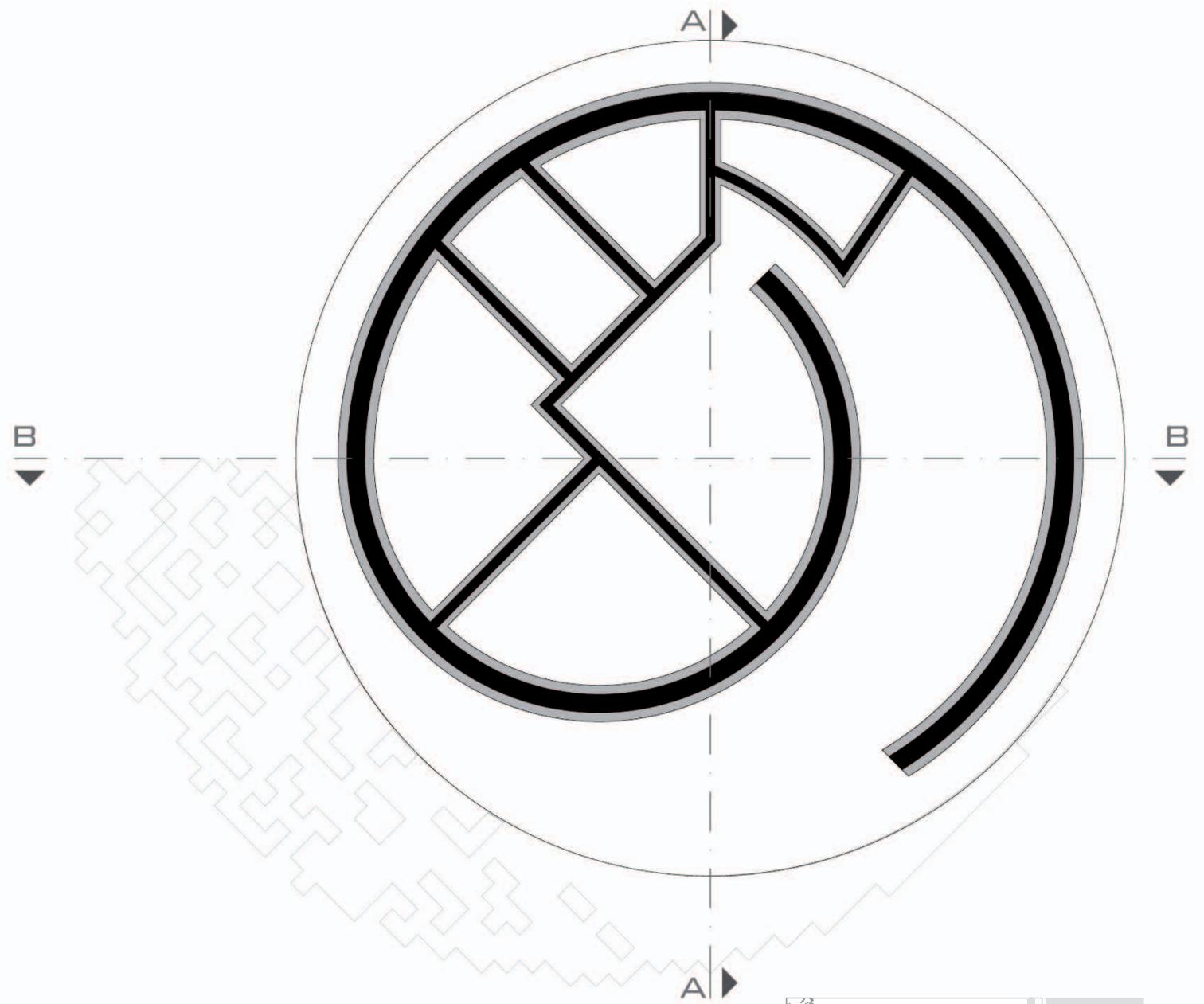
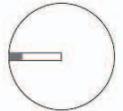


CORTE A-A
ESC: 1 100



CORTE B-B
ESC: 1 100

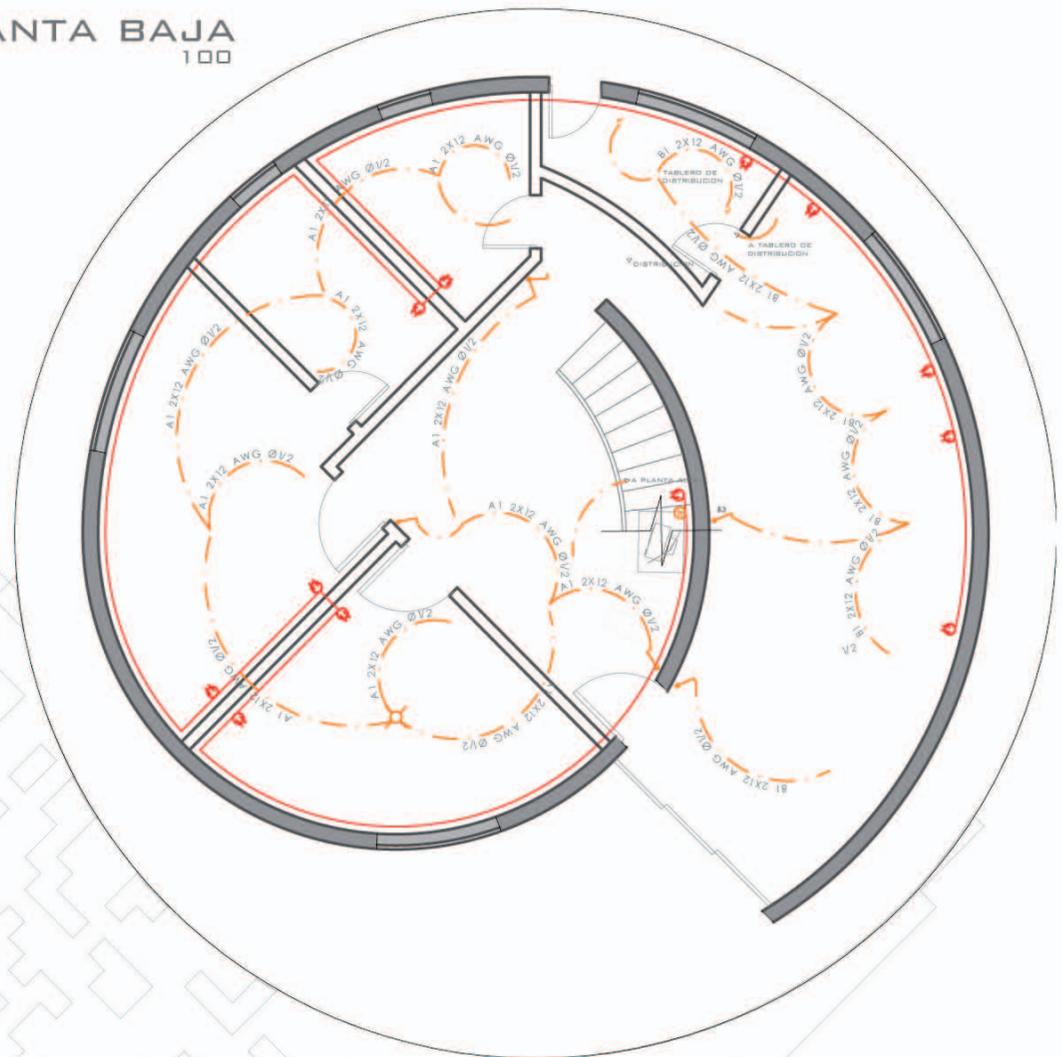
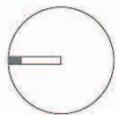




INSTALACIONES ELECTRICAS - PLANTA BAJA

ESC: 1

100



SIMBOLOGIA

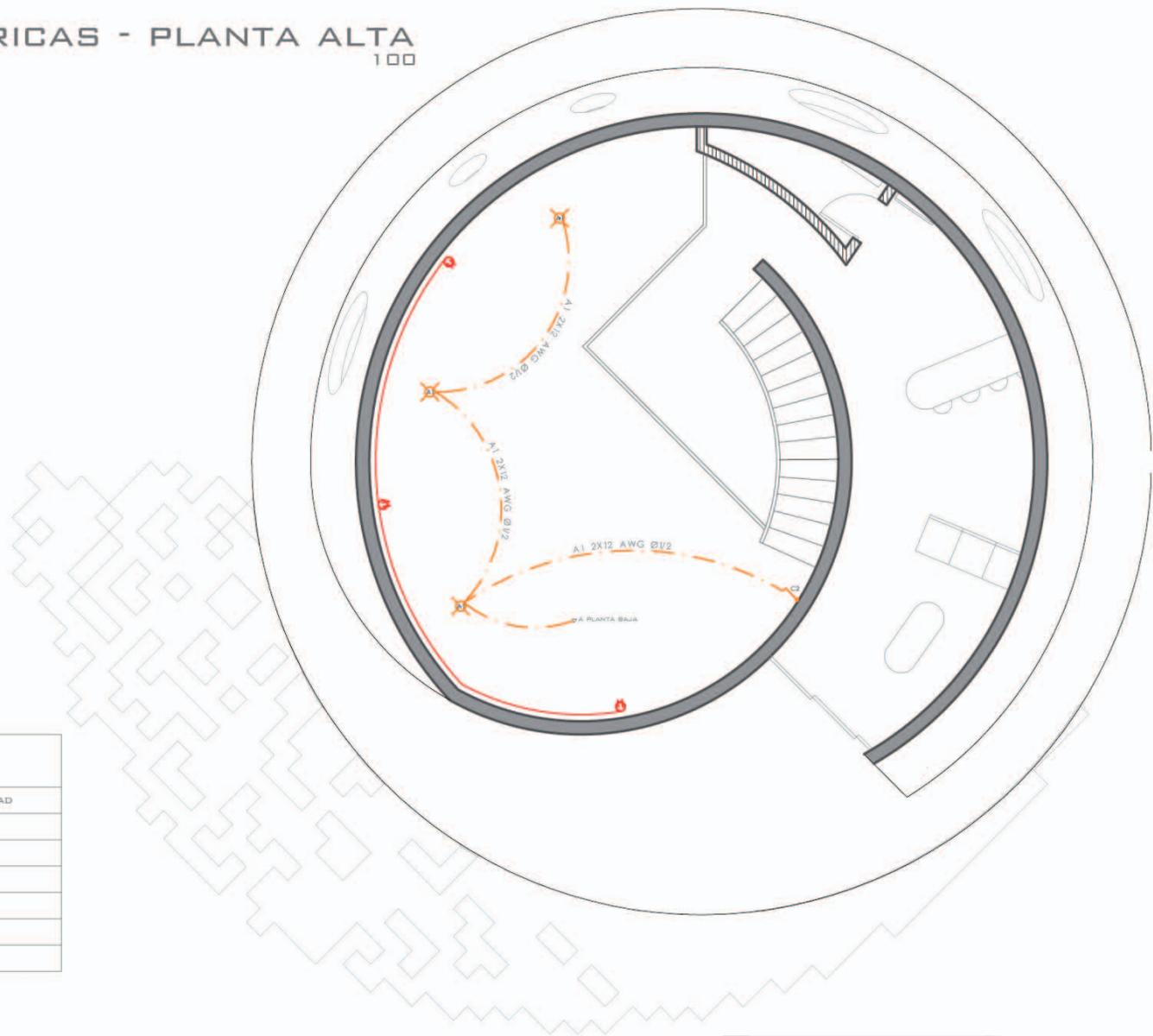
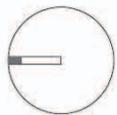
SIMBOLOGIA	NOMBRE	CANTIDAD
	INTERRUPTOR SIMPLE	8 UNIDADES
	INTERRUPTOR DOBLE	5 UNIDADES
	OJO DE BUEY-POCO AHORRADOR	15 UNIDADES
	TOMADORRIENTE	15 UNIDADES
	ENTRADA VIDEO	1 UNIDAD
	TABLERO DE DISTRIBUCION	1 UNIDAD



INSTALACIONES ELECTRICAS - PLANTA ALTA

ESC: 1

100



SIMBOLOGIA

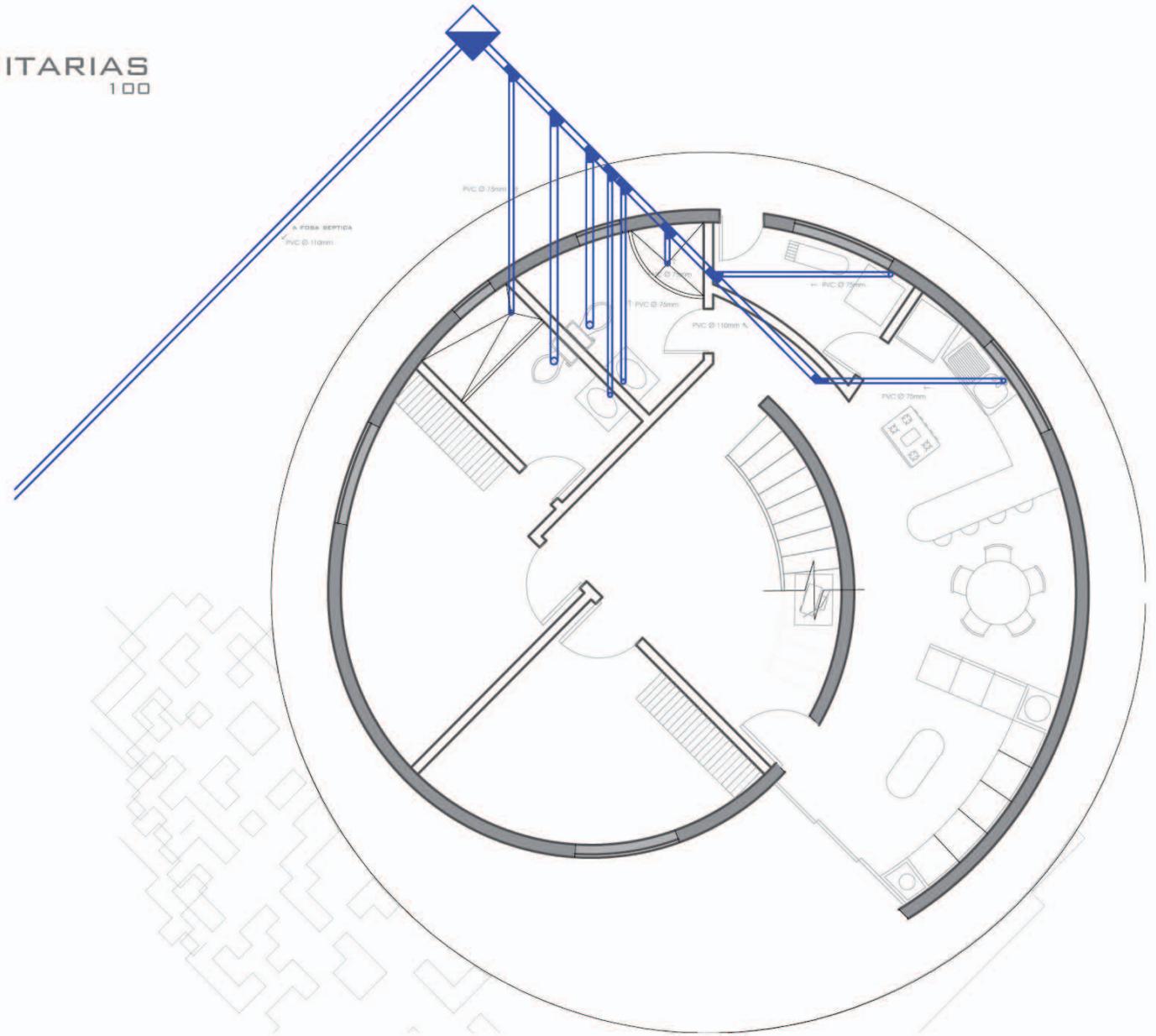
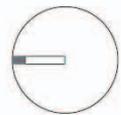
SIMBOLOGIA	NOMBRE	CANTIDAD
	INTERRUPTOR SIMPLE	8 UNIDADES
	INTERRUPTOR DOBLE	5 UNIDADES
	OJO DE BUEY-POCO AHORRADOR	15 UNIDADES
	TOMACORRIENTE	15 UNIDADES
	ENTRADA VIDEO	1 UNIDAD
	TABLERO DE DISTRIBUCION	1 UNIDAD



INSTALACIONES SANITARIAS

ESC: 1

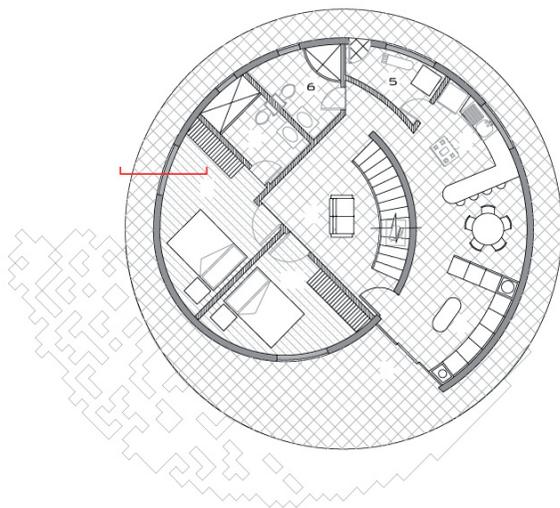
100



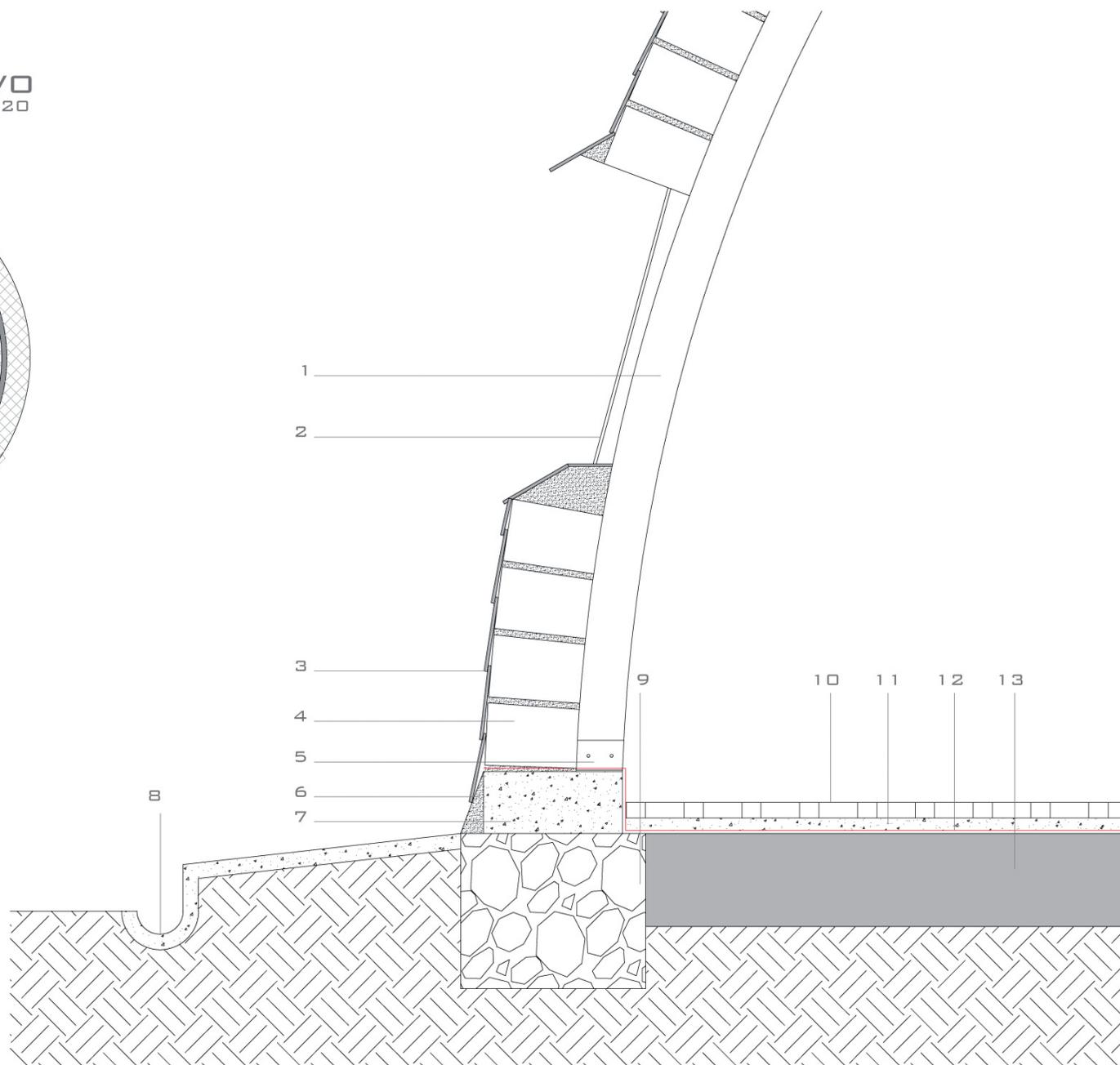
DETALLE CONSTRUCTIVO

ESC: 1

20



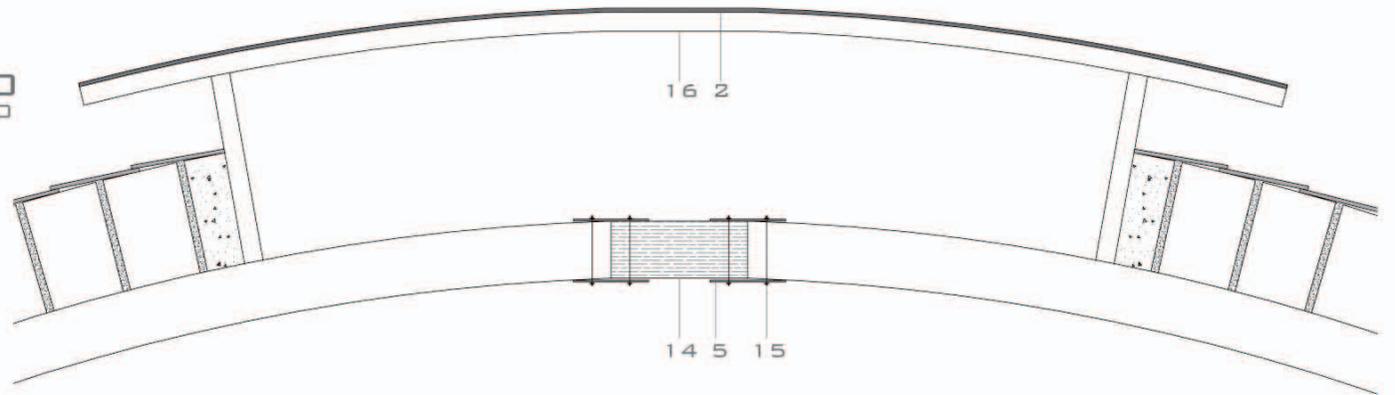
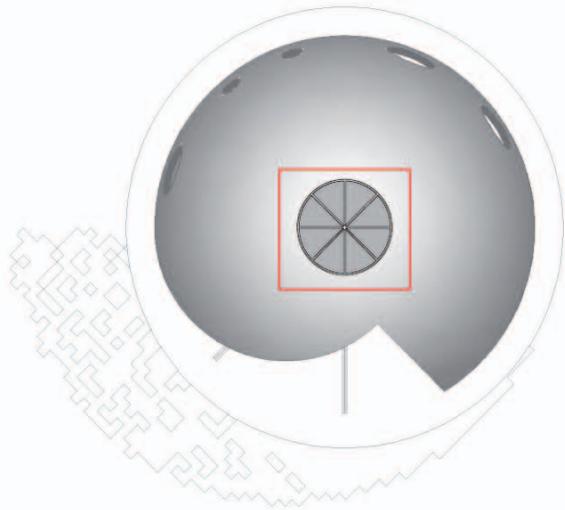
- 1- VIGA DE MADERA ESPESOR 15CM
- 2- VIDRIO TEMPLADO
- 3- TEJA
- 4- ADOBE
- 5- PLATINA METALICA
- 6- REMATE
- 7- SOBRECIMIENTO
- 8- CANAL
- 9- CIMENTACION
- 10- LADRILLO
- 11- LOSETA 5CM
- 12- POLIETILENO
- 13- MEJORAMIENTO DE SUELO
- 14- MADERA ESTRUCTURAL E=15CM
- 15- PERNO METALICO
- 16- VIGUETA DE MADERA E=5CM



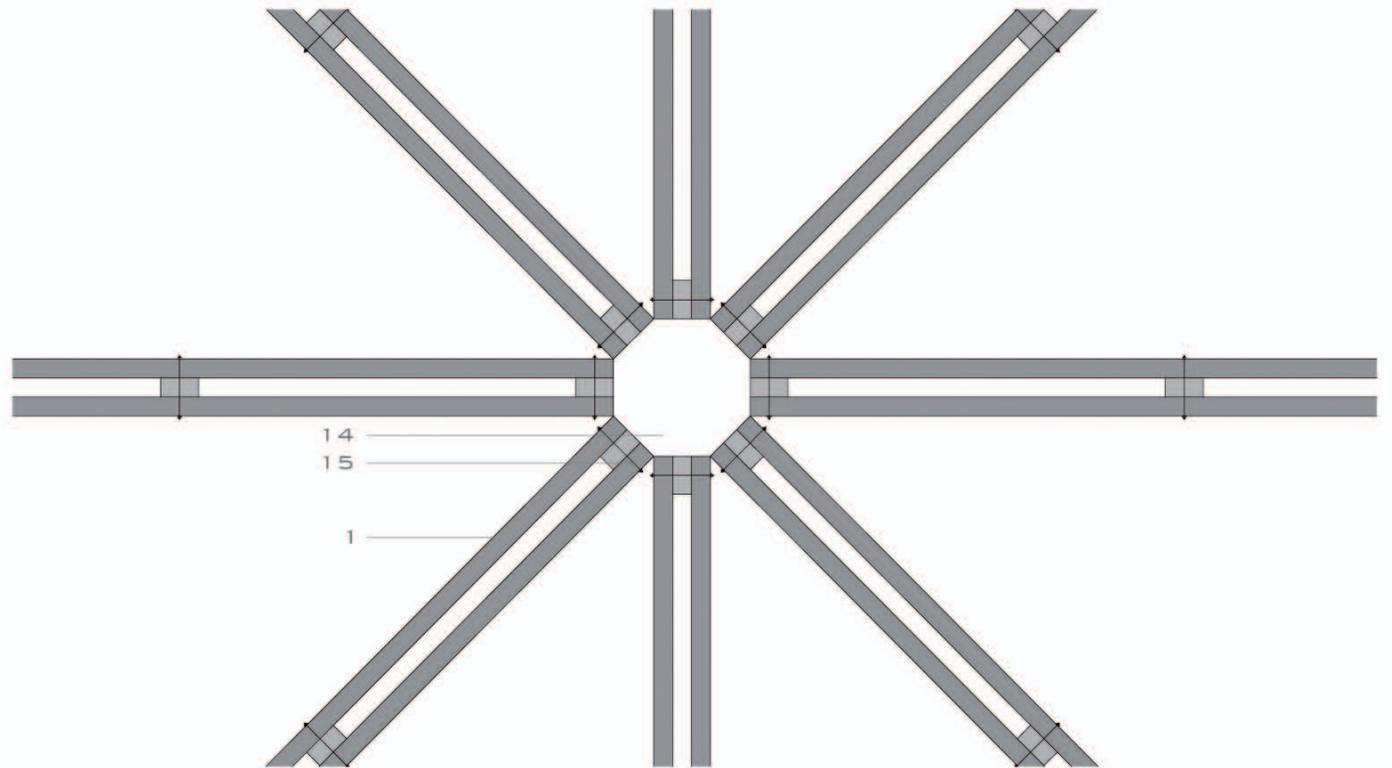
DETALLE CONSTRUCTIVO

ESC: 1

20

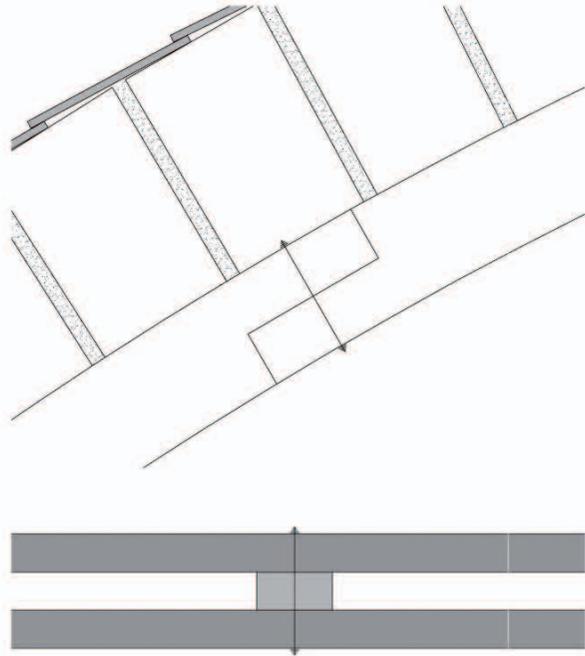


- 1- VIGA DE MADERA ESPESOR 15CM
- 2- VIDRIO TEMPLADO
- 3- TEJA
- 4- ADOBE
- 5- PLATINA METALICA
- 6- REMATE
- 7- SOBRECIMIENTO
- 8- CANAL
- 9- CIMENTACION
- 10- LADRILLO
- 11- LOSETA 5CM
- 12- POLIETILENO
- 13- MEJORAMIENTO DE SUELO
- 14- MADERA ESTRUCTURAL E=15CM
- 15- PERNO METALICO
- 16- VIGUETA DE MADERA E=5CM

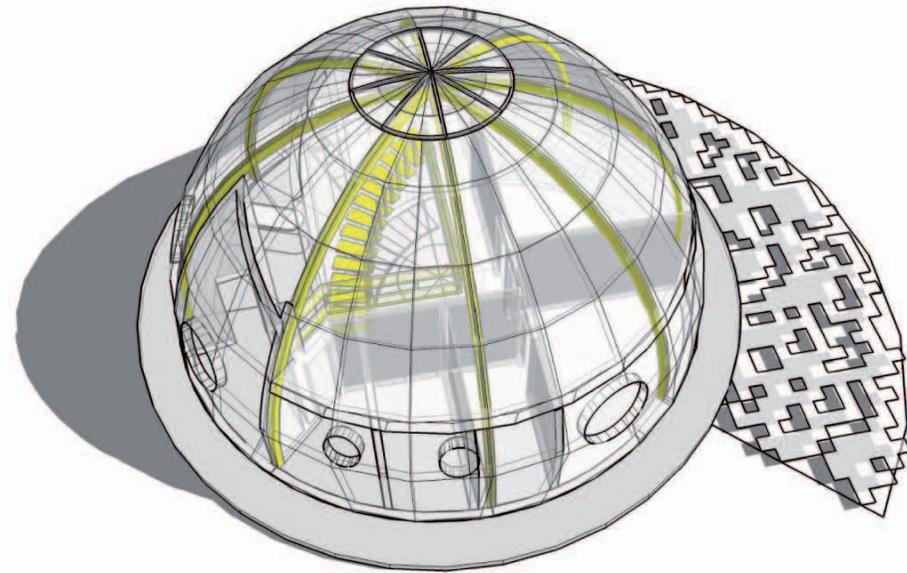


ESTRUCTURA

ESC: 1 10



PROPONGO UNA ESTRUCTURA DE MADERA QUE NO SOLO FORTALECE LA CUPULA DE ADOBE A LA VIVIENDA SINO QUE NOS FACILITA EL ARMADO DE LA MISMA Y BRINDA UNA ESTÉTICA CARACTERÍSTICA PARA EL INTERIOR DE LA VIVIENDA.



5.2 DISEÑO

5.2 DISEÑO



















BIBLIOGRAFÍA:

- Joaquim Viñolas Marlet, Diseño Ecológico, Blume, Barcelona 2005
- Bahamón, P. Pérez, analogías ARQUITECTURA animal, parramón ediciones, España 2007
- Brian Edwards, Guía Básica de la Sostenibilidad, Gustavo Gili, Londres 2005
- Weenen, J.C., Waste Prevention: Theory and practice, CIP-Gegevens Koninklijke Bibliotek, La Haya, 1990.
- Busom Zabala, R., Sánchez López., Antrophos, núm. 164, pag.82.
- World Resource Foundation, Construction and demolition wastes, Tonbridge, Kent, 1995.
- Rosehaugh plc, Buildings and health: the Rosehaugh Guide for Clients, Specifiers and Construction Professionals, RIBA publications, Londres, 1990
- Vian Ortuño, A., <civilización y residuos>, Química e Industria, num.37, 1991, pág.19.
- Video, What animals build, Flight 33 productions, LLC in association with Discovery Channel
- Padilla Hernández, José Aldo, Arquitectura de hoy (Corrientes contemporáneas)
- Gilles Lipovetsky - Reportaje de Hugo Beccacece - La Nación - 2/1/2000.
- Madia, Luis, Introducción a la arquitectura contemporánea, nobuko, junio 2003
- A.Cuchí, 2005: "Arquitectura y sostenibilidad". Ediciones UPC, Barcelona
- Llorens Duran, ZOOMORFISMO Y BIO-ARQUITECTURA. ENTRE LA ANALOGÍA FORMAL Y LA APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE LA NATURALEZA, Escuela de Arquitectura de Barcelona, España
- McHarg, Ian, Proyectar con la naturaleza, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2000
- BENYUS, Janine, Biomimicry Innovation Inspired by Nature, Harper Perennial, USA, 2002.
- Daimler Chrysler, 2005: "High-tech Report 2",
- Museo de Ciencias Naturales, 2004: Los otros arquitectos. Barcelona: Gustavo Gili.
- Microsoft® Encarta® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation
- Narosky Tito, Carman Raul, El hornero ave nacional, Albatros, 2008
- MARTIN, T. Y G. GEUPEL. 1993. Nest-monitoring plots: methods for location nest and monitoring success. J. Field Ornithology 64: 507-519.
- Escola Fidel, Calchi Rosana, NIDO Y SELECCION DEL SITIO DEL NIDO DEL ALBAÑIL EN UN AMBIENTE AGROPECUARIO, Universidad del Zulia.



- Escola Fidel, Calchi Rosana, NIDO Y SELECCION DEL SITIO DEL NIDO DEL ALBAÑIL EN UN AMBIENTE AGROPECUARIO, Universidad del Zulia.
- Friedmann, H, Notes on some Argentina Birds. Harvard College: Mus. Comp. Zool., 1927
- De la Peña, M.R.Ñ Nidos y huevos de aves Argentinas. Buenos Aires, 1987
- Carman, R. L: De la Fauna bonaerense. Buenos Aires, 1973
- AGUILAR SENOSIAIN Javier, BIO ARQUITECTURA En busca de un espacio, editorial LIMUSA, S.A DE C.V, México, 1998.
- CORRADO Maurizio, La casa ecológica, Manual de arquitectura bioclimática, De Vecchi, Barcelona, 1999
- Gernot Minke, Universidad de Kassel, Alemania, Cúpulas de adobe(págs. 336-341)

PAGINAS DE INTERNET

- http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_moderna
- http://es.wikipedia.org/wiki/Nido_de_aves
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Panal>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Telaraña>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Castor>
- <http://www.profesorenlinea.cl/fauna/Castor.htm>
- <http://animalnaturaleza.blogspot.com/2009/01/el-diseno-de-ingenieria-en-las-represas.html>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Comparaci%C3%B3n_de_la_edad_de_la_Tierra
- <http://www.swissinfo.org/spa/busca/Result.html?siteSect=882&ty=st&sid=7402384>
- http://www.daimlerchrysler.com/Projects/c2c/channel/documents/783295_Gone_Fishin.pdf
- <http://www.biothinking.com>



ÍNDICE DE FOTOS

1. <http://www.moebius77.com/blog/images/viaje2005/dessau/1-Dessau.jpg>
2. <http://www.archiseek.com/content/attachment.php?attachmentid=7913&stc=1&d=1218623580>
3. http://www.aerolitoral.com/es_mx/Images/filetcm_22_3870.jpg
4. <http://juanramonvillanueva.files.wordpress.com/2009/06/pompidou11.jpg>
5. <http://www.urbipedia.org/images/d/de/Guggenheim-bilbao-jan05.jpg>
6. <http://www.sextaestrella.com/wp-content/uploads/2009/02/habita.jpg>
7. <http://www.taller-arquitectura.com/blog/wp-content/uploads/2009/02/torre-de-los-vientos.jpg>
8. http://magalicanegallo.blogspot.com/2010_09_01_archive.html
9. <http://www.asadov.ru/intellarch/images/projects/projects1orig/Tokyo-Nara%20tower.jpg>
10. http://elartedelaimaginacion.files.wordpress.com/2009/11/turning_torso_3.jpg
11. http://www.fotoplatforma.pl/foto_galeria/4011__dzieciol5.jpg
12. http://1.bp.blogspot.com/_Zxj5SoaFCAC/SI487aDr7bI/AAAAAAAAAYw/gQKdbMSGdJU/s400/nido+1.JPG
13. http://www.esacademic.compictureseswiki84Taveta_Golden-weaver_nest.JPG
14. http://1.bp.blogspot.com/_VBuOxz7cYol/S8h6yTilCRI/AAAAAAAAAETs/KajXsaxzogg/s400/AA-hornero-3.jpg
15. <http://tematikas.files.wordpress.com/2008/10/panal.jpg>
16. http://farm1.static.flickr.com/4/9500503_83de095ccf.jpg
17. http://servicios.laverdad.es/nuestratierra/nt28122007/imag/006D5CTGP2_1.jpg
18. <http://es.wikipedia.org/wiki/Castor>
19. http://static.zoomr.com/images/4338614_ca65c19220.jpg
20. <http://www.clubandinocordoba.com.ar/archivosuploadramahlecho.jpg>
21. <http://www.pprincipe.cult.cusantacruzinfantilimagesmariposa%20azul.JPG>
22. <http://un-raro-accidente.blogspot.com/2008/11/la-tragedia.html>
23. <http://www.tarotida.com/sonar-con-desierto/>
24. <http://ciberprensa.com/naturaleza-matematica/>
25. <http://www.fotocommunity.es/pc/pc/display/12996980>



26. <http://www.sencilloyfacil.com/?cat=288&paged=11>
27. <http://feasydinero.blogspot.com/2010/09/un-hombre-sobrevive-cinco-impactos-de.html>
28. <http://www.marcelaburgos.com/ilustraciones.htm>
29. <http://agaudi.files.wordpress.com/2009/09/division-celular.jpg>
30. <http://abcvista.blogspot.com/2010/08/fractales.html>
31. http://www.fotolibre.org/albumscolegotapedrezuelaembalse200801f-cardos-img_1651-c01-dm.jpg
32. <http://www.swissinfo.org/spa/busca/Result.html?siteSect=882&ty=st&sid=7402384>
33. http://www.daimlerchrysler.com/Projects/c2c/channel/documents/783295_Gone_Fishin.pdf
34. http://www.daimlerchrysler.com/Projects/c2c/channel/documents/783295_Gone_Fishin.pdf
35. <http://perso.wanadoo.es/jriperoChina%2009%20-%20P1020402.JPG>
36. http://www.redes.org.uy/wp-content/uploads/2009/06/906727708_605ebbbf28_o.jpg
37. <http://www.bubbledeck.com>
38. http://2.bp.blogspot.com/_MFDsD45NQ_g/TAm1bI3-CoI/AAAAAAAAAVQ/sOm5UZuna78/s1600/arbol+seco+UL.jpg
39. <http://www.mallorcaweb.net/rene/aeropuerto%20Stuttgart.jpg>
40. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e9/Hornero.jpg>
41. Juan Hidalgo
42. Juan Hidalgo
43. Juan Hidalgo
44. Juan Hidalgo
45. Juan Hidalgo
46. Enciclopedia Encarta 2009
47. Bahamón, P. Pérez, analogías ARQUITECTURA animal, parramón ediciones, España 2007
48. Enciclopedia Encarta 2009
49. Bahamón, P. Pérez, analogías ARQUITECTURA animal, parramón ediciones, España 2007
50. Enciclopedia Encarta 2009
51. Bahamón, P. Pérez, analogías ARQUITECTURA animal, parramón ediciones, España 2007
52. <http://www.ofertasparaviajar.es/2010/04/14/consejos-para-viajar-en-avion/>
53. http://www.fondosypantallas.com/wp-content/uploads/2010/06/bird_31.jpg



54. <http://www.vi.cl/foro/topic/8201-sistema-oseo/>
55. http://farm1.static.flickr.com/107/297594150_364fa2d8f9.jpg
56. <http://garciaojas.tripod.com/jilotzingo/atractivos.html>
57. <http://www.comprar-casa.com.ar/Imagen27082006%2011623.jpg>
58. <http://www.groundwork.org/English/nicaragua-en/graphics/slideshow057.jpg>
59. <http://www.decorablog.com/tag/casas-de-madera/page/2/>
60. Gernot Minke, Universidad de Kassel, Alemania, Cúpulas de adobe



ANEXOS

FICHAS DE CAMPO

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #1					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
	X				
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
	X				
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
		X			
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
		X			
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
		X			

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #2					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
	X				
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
	X				
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
		X			
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
		X			
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
	X				

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #3					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
		X			
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
			X		
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
				X	
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
			X		
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
	X				

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #4					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
	X				
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
	X				
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
		X			
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
		X			
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
	X				



SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #5					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
		X			
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
	X				
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
		X			
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
		X			
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
			X		

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #6					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
				X	
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
	X				
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
			X		
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
	X				
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
	X				

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #7					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
	X				
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
	X				
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
			X		
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
		X			
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
	X				

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #8					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
	X				
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
	X				
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
			X		
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
		X			
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
	X				



SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #9					
Especie de arbol	Faique X	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
Altura de arbol	4 a 10 X	10 a 16	16 a 22		
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5 X	5 a 7.5	7.5 a 10	
Ubicacion horizontal	periferia X	media	central		
Cercania a agua	cerca X	media	lejana		

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #10					
Especie de arbol	Faique X	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
Altura de arbol	4 a 10 X	10 a 16	16 a 22		
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5 X	5 a 7.5	7.5 a 10	
Ubicacion horizontal	periferia X	media	central		
Cercania a agua	cerca	media	lejana X		

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #11					
Especie de arbol	Faique X	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
Altura de arbol	4 a 10 X	10 a 16	16 a 22		
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5 X	5 a 7.5	7.5 a 10	
Ubicacion horizontal	periferia X	media	central		
Cercania a agua	cerca X	media	lejana		

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #12					
Especie de arbol	Faique X	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
Altura de arbol	4 a 10 X	10 a 16	16 a 22		
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5 X	5 a 7.5	7.5 a 10	
Ubicacion horizontal	periferia X	media	central		
Cercania a agua	cerca X	media	lejana		



SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #9					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
	X				
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
	X				
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
		X			
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
		X			
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
		X			

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #10					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
	X				
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
	X				
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
		X			
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
	X				
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
			X		

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #11					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
	X				
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
	X				
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
		X			
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
		X			
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
	X				

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #12					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
	X				
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
	X				
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
		X			
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
		X			
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
	X				



SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #13					
Especie de arbol	Faique X	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
Altura de arbol	4 a 10 X	10 a 16	16 a 22		
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5 X	7.5 a 10	
Ubicacion horizontal	periferia	media	central X		
Cercania a agua	cerca X	media	lejana		

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #14					
Especie de arbol	Faique X	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
Altura de arbol	4 a 10 X	10 a 16	16 a 22		
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5 X	7.5 a 10	
Ubicacion horizontal	periferia	media	central X		
Cercania a agua	cerca X	media	lejana		

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #15					
Especie de arbol	Faique X	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
Altura de arbol	4 a 10 X	10 a 16	16 a 22		
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5 X	5 a 7.5	7.5 a 10	
Ubicacion horizontal	periferia	media	central X		
Cercania a agua	cerca	media X	lejana		

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #16					
Especie de arbol	Faique X	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
Altura de arbol	4 a 10 X	10 a 16	16 a 22		
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5 X	5 a 7.5	7.5 a 10	
Ubicacion horizontal	periferia	media X	central		
Cercania a agua	cerca	media X	lejana		



SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #17					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
					X
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
	X				
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
	X				
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
			X		
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
	X				

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #18					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
					X
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
		X			
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
			x		
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
		X			
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
	X				

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #19					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
					X
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
	X				
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
	x				
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
		X			
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
		X			

SELECCIÓN DEL SITIO DEL NIDO #20					
Especie de arbol	Faique	Eucalipto	Algarrobo	Acacias	Caña fistula
				X	
Altura de arbol	4 a 10	10 a 16	16 a 22		
	X				
Altura del nido	0 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5	7.5 a 10	
			X		
Ubicacion horizontal	periferia	media	central		
		X			
Cercania a agua	cerca	media	lejana		
		X			



