



# MÓDULO DE PLANTACIÓN

TÉCNICA DE  
REFORESTACIÓN  
CON BASE ECOLÓGICA

**ROCÍO LÓPEZ  
DE JUAMBELZ**

COLECCIÓN MATERIAL DIDÁCTICO  
ARQUITECTURA DE PAISAJE  
SERIE CIENCIAS AMBIENTALES

# MÓDULO DE PLANTACIÓN

TÉCNICA DE REFORESTACIÓN  
CON BASE ECOLÓGICA

**ROCÍO LÓPEZ DE JUAMBELZ**

COLECCIÓN MATERIAL DIDÁCTICO  
**ARQUITECTURA DE PAISAJE**  
SERIE CIENCIAS AMBIENTALES

Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Arquitectura  
México 2016



**Nombres:** López de Juambelz, Rocío, autora

**Título:** Módulo de plantación: Técnicas de reforestación con base ecológica

**Identificadores:** ISBN: 978-97032-5432-3.

**Temas:** Arquitectura de paisaje / Teoría – Historia

Disponible en <https://repositorio.fa.unam.mx>.

**Primera edición:** 2016

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Arquitectura, Circuito escolar s/n, Ciudad  
Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510,  
México, Ciudad de México.  
Hecho en México.



Excepto donde se indique lo contrario, esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0 Internacional). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>

Correro electrónico: [oficina.juridica@fa.unam.mx](mailto:oficina.juridica@fa.unam.mx).  
Con la licencia CC-BY-NC-SA usted es libre de:

- Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.
- Adaptar: remezclar, transformar y construir a partir del material.

Bajo los siguientes términos:

- Atribución: usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.
- No comercial: usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.
- Compartir igual: Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.

En los casos que sea usada la presente obra, deben respetarse los términos especificados en esta licencia.

**Diseño editorial**

Lorena Acosta León

# ÍNDICE

**INTRODUCCIÓN** 7

**01** **MÓDULO DE PLANTACIÓN** 11

**02** **FORMULACIÓN Y APLICACIÓN  
DEL MÓDULO DE PLANTACIÓN** 35

**CONCLUSIONES** 70

**BIBLIOGRAFÍA** 74

## INTRODUCCIÓN

El Módulo de Plantación es una técnica de reforestación que retoma la estructura de la comunidad vegetal y que nace del trabajo de observación y registro ecológico de los ecosistemas, aplicado al diseño<sup>1</sup>.

La comunidad vegetal es la unidad básica de funcionamiento y estructuración espacial de la vegetación, donde, dentro de tejidos continuos de vegetación, es posible distinguir a la comunidad como una unidad discreta.

La vegetación se puede ver como una comunidad con-

<sup>1</sup> López De Juambelz R. (2008) Diseño ecológico, aspectos estéticos, formales y técnicos. Tesis doctoral. CIEP-FA/UNAM. México.

tinua donde la transformación ocurre a lo largo de un gradiente ambiental y se refleja con el cambio gradual de las especies<sup>2</sup>, con la existencia de barreras geográficas que interrumpen la presencia y forma de expresión de la comunidad vegetal.

Actualmente, una barrera geográfica enorme e infranqueable es precisamente el espacio urbano, el hábitat del hombre: la ciudad, en la cual los diferentes usos de suelo inducen a la fragmentación de los paisajes, lo que sucede aún más rápido e incisivo que el cambio climático global<sup>3</sup>.

Debido a esto, el cambio global que debemos buscar, es aquel que transforma nuestro pensamiento a favor de la naturaleza, percibiéndola como una fuente de fruición y no de temor medieval, ahora hacia su pérdida.

La fragmentación capaz de separar poblaciones e interrumpir el flujo génico, debe ser mitigada a través del establecimiento de zonas de protección y corredores que unan los parches de ecosistemas remanentes, capaces

<sup>2</sup> Austin M.P. (2005) "Vegetation and environment: discontinuities and continuities" en Eddy Van der Maarel. *Vegetation Ecology*. Blackwell publishing. Gran Bretaña. p. 53.

<sup>3</sup> Box E. & K. Fujiwara (2005) "Vegetation types and their broad – scale distribution" en Eddy Van der Maarel. *Vegetation Ecology*. Blackwell Publishing. Gran Bretaña. p. 109.

de albergar a las especies, por lo que, la intervención de los espacios urbanos es una posibilidad real de extender corredores que permitan atenuar los efectos de la fragmentación, mediante el manejo de áreas verdes, ambiental y socialmente sustentables, trabajo que corresponde a los arquitectos de paisaje, a través del diseño ecológico como tendencia contemporánea dentro de la disciplina y que podemos definir como:

*‘el diseño de la naturaleza asistido por el hombre, que permite la expresión estética y sintética de la estructura de la comunidad vegetal en relación a los factores abióticos imperantes en el sitio, que posibilita la expresión del azar y en el tiempo el enriquecimiento de la diversidad, el cumplimiento de los ciclos y procesos naturales, acelerando la maduración de la comunidad’.*

Con base en esa expresión, es indispensable la comprensión de la estructura de la comunidad vegetal y el comportamiento de las especies en el espacio, y aquí, el Módulo de Plantación resulta una técnica que coadyuva a la conformación de la estructura de la comunidad vegetal, para plantear programas racionales de reforestación con un sentido ecológico y, así, alcanzar la utilidad ambiental a través de la estructura espacial que permite el flujo de las especies, sin olvidar la función de las áreas verdes como satisfactores de necesidades físicas, sociales, espirituales, estéticas y de fruición de la población.





# 01 **MÓDULO DE PLANTACIÓN**

## **DEFINICIÓN**

El Módulo de Plantación se define como un modelo sintético representativo del ecosistema, que se elabora a través de la comprensión de la estructura de la comunidad vegetal, donde participan: la diversidad, distribución, estratificación, abundancia y fisonomía.

Dicho Módulo es una técnica de reforestación racional con bases ecológicas, útil en el proceso de regeneración o evocación de un ecosistema.

## **¿QUÉ ES EL MÓDULO DE PLANTACIÓN?**

El Módulo de Plantación es una propuesta de diseño encaminada a reproducir la fisonomía de una comunidad

vegetal, es decir, a alcanzar el carácter que la identifica y que involucra la manifestación de los principios estéticos intrínsecos a su presencia, tales como la proporción de las especies, del espacio ocupado y del vacío, el ritmo con el que se distribuyen y la transformación de la luz natural a través del dosel y que se expresa en la conformación del sotobosque; dicha propuesta está basada en la comprensión y aplicación de las técnicas de análisis ecológico de la comunidad vegetal.

### **¿PARA QUÉ SIRVE EL MÓDULO DE PLANTACIÓN?**

La técnica de diseño que aquí se desarrolla permite alcanzar patrones naturales en los trabajos de reforestación, es útil en procesos de conservación para la restauración del hábitat y en todas las manifestaciones del diseño ecológico que hacen posible la expresión del proceso natural; su aplicación sirve en la formación de corredores seminaturales que coadyuvan a mitigar la fragmentación, uniendo estructuras espaciales remanentes de mayor magnitud, relacionadas a la vialidad que intercepta la ciudad y otros espacios abiertos que integran corredores naturales, con tendencia a utilizar plantas nativas e inducir vegetación espontánea, lo que refleja una disminución en costos de mantenimiento y permite la expresión regional.

Esta técnica también es útil en espacios que, dentro del hábitat del hombre, evocan la estructura de la comunidad vegetal, donde el interés es retomar la estética de la naturaleza, mediante aquellas manifestaciones que se engloban en la expresión de la apariencia natural y cuyo objetivo es, simplemente, la evocación de un ecosistema para ambientar espacios específicos, como los zoológicos, que recrean la imagen del ecosistema al que pertenece la especie animal mostrada; esta técnica, aplicada en la hotelería, logra diseños naturalistas que muestran rasgos de identidad de la región a través de la vegetación, para lo cual los patrones naturales se adquieren mediante la estructura del ecosistema a representar.

Los Módulos de Plantación permiten dar carácter e identidad a un diseño dentro de la corriente naturalista y ecológica. En trabajos a escala regional, facilitan el diseño de programas para la producción y cuantificación del material vegetal a utilizar.

### **¿EN QUÉ TENDENCIA DEL DISEÑO PARTICIPA EL MÓDULO DE PLANTACIÓN?**

La técnica que aquí se desarrolla, denominada Módulo de Plantación, resulta útil cuando el objetivo es alcanzar expresiones de apariencia natural o que involucren la propia expresión del proceso natural de los ecosistemas.

En los primeros casos, el Módulo de Plantación permite

la evocación del ecosistema, con los mecanismos básicos de la estructura de la comunidad vegetal. El Módulo de Plantación toma como base la estructura de la propia comunidad vegetal, en la evocación hay la posibilidad de utilizar elementos de la flora exótica y, cuando el interés es la restauración, se hace uso exclusivo de especies autóctonas.

El Módulo de Plantación no imita a la naturaleza, ni recrea fielmente su imagen, tan sólo tiende los esbozos para que el tiempo y el azar estampen su cabal expresión; el Módulo de Plantación procura la síntesis de los aspectos ambientales y estéticos relevantes del ecosistema, para hacerlos partícipes del hábitat del hombre, y así imprimir el orden que permite la aceptación de la naturaleza silvestre, por parte de la población, a nuestro propio ambiente.

### **¿CÓMO SE HACE UN MÓDULO DE PLANTACIÓN?**

En la formulación del Módulo de Plantación se toman en cuenta todos los parámetros que definen la estructura de la comunidad vegetal: diversidad, distribución, estratificación y abundancia, juntos alcanzan la fisonomía del bioma. Para iniciar el desarrollo del Módulo de Plantación, se equiparan los factores que conforman la estructura de la comunidad vegetal a un lenguaje sensi-

ble dentro de la arquitectura de paisaje, y se encuentra que cada parámetro constituye una forma de expresión en el espacio:

PARÁMETRO ECOLÓGICO	TÉRMINO DE DISEÑO
Diversidad	Paleta vegetal
Distribución	Planta
Estratificación	Alzado
Abundancia	Densidad de plantación
Fisonomía	Carácter

El diseño del Módulo de Plantación responde al análisis cuidadoso y fidedigno de cada una de las variables ambientales, al cual se le denomina análisis ambiental regional y que se basa en el Método Ecológico de Ian McHart; comúnmente se efectúa a través del análisis cartográfico con una actualización de la información en campo. A través del análisis también se obtienen las especies que son relevantes en la zona, para esto resulta de utilidad la consulta de monografías ecológicas de los sitios de intervención, en caso de evocaciones, se utiliza como base la información general de los ecosistemas, que también define la cobertura que éstos presentan. Una vez efectuado el análisis, en la fase diagnóstica se obtienen las

unidades ambientales por medio de los parámetros más relevantes en el comportamiento ambiental de la zona, que permiten discernir las diferencias y similitudes del terreno, viables a ser representadas a través del diseño; aquí, es importante recordar que el diseño del hombre siempre es una simplificación sintética de la expresión de la naturaleza.

Ya asimilado el comportamiento de la vegetación en relación a las variables abióticas y al uso del suelo hecho por el hombre, se procede a conceptualizar los objetivos de la intervención, en cuanto a la vegetación se refiere, se define el número de Módulos de Plantación que serán diseñados y que responden al cambio de condiciones ambientales, manifestadas mediante diferencias en la diversidad vegetal y estructura de la vegetación, lo que responde al plan maestro. La definición conceptual de la intervención puede basarse en criterios ambientales de restauración del hábitat o en criterios estéticos de representación de la naturaleza en el espacio habitable.

### **¿CÓMO SE CALCULA UN MÓDULO DE PLANTACIÓN?**

Con el ecosistema a representar definido y con los límites espaciales de su aplicación encontrados, se procede al diseño particular del Módulo de Plantación. Para iniciar el diseño se elige el tamaño del Módulo de Plantación

conforme a la diversidad y talla de las especies participantes. Se debe seleccionar el número de fases de intervención de acuerdo al comportamiento del ecosistema, ya que en ecosistemas complejos, las plantas representadas en el ecosistema clímax no pueden ser introducidas desde etapas tempranas, por lo que, la reforestación se realiza en etapas subsecuentes. Se define la cobertura total del ecosistema, que puede ser a partir de los datos ecológicos reportados para la región en particular o de trabajos de campo previos, lo cual es indispensable cuando se intenta un trabajo de restauración del hábitat; pero, en el caso de proyectos de evocación, se pueden utilizar los datos generales de cobertura de ese ecosistema de interés. También es necesario definir la cobertura por estrato, todos los datos de cobertura son presentados en porcentaje, para, posteriormente, cambiarse a unidades de superficie.

A partir de la diversidad del sitio, se elige la paleta vegetal para el Módulo de Plantación en particular, es importante discriminar el listado florístico emitido en un trabajo biológico que constituye la base para la creación de la paleta vegetal, pero no es la paleta vegetal misma, ya que existen diversas limitaciones, por lo que, el diseño humano es un modelo sintético de la naturaleza y el Módulo de Plantación es una base que se finca en la estructura natural para permitir la posterior expresión del azar y, de

la posibilidad, podrán acercarse a la realidad, pero requieren del tiempo y la energía de la naturaleza para adquirir el carácter absolutamente natural.

Se procede a diseñar la paleta vegetal cualitativa, que se define de acuerdo con las diferentes formas biológicas que nos permiten crear los estratos, así como sus características fenológicas, las cuales se traducen en cualidades estéticas y ambientales que se relacionan con los requerimientos para la plantación y mantenimiento de las especies vegetales.

Las plantas propuestas se diferencian en árboles, arbustos y hierbas, se determina su tipo con base en la forma de vida que presentan, como: perennifolias, caducifolias, bulbáceas o anuales. La dimensión expresa el tamaño promedio de las plantas en etapa adulta y se refiere a la altura y al diámetro de la fronda. En la floración se registra el color que tienen las flores y la época del año en que éstas aparecen. Los requerimientos de luz natural se simplifican y se hacen aplicables al diseño como: luz directa, media sombra o sombra. También en cuanto a los requerimientos de suelo se expresa la preferencia por suelos arcillosos, arenosos, francos o ricos en materia orgánica. La paleta vegetal se inicia registrando el nombre científico de la planta, mismo que es identificable en cualquier región o idioma, también se incluye el nombre común, lo que facilita el manejo local en la obra,



pero éstos no pueden ser la base de interpretación, ya que en la eventualidad de una confusión con repercusiones económicas, sólo el nombre científico constituye una base legal. En el caso de proyectos de importancia botánica o ecológica es recomendable introducir el dato que especifica la familia botánica a la que pertenece la especie propuesta; con esta información se construye una tabla denominada

**PALETA VEGETAL CUALITATIVA**

Nombre científico	Nombre común	Familia	Tipo	Dimensión		Floración	Luz	Suelo
<b>DATOS TAXONÓMICOS</b>				h	Ø	<b>DATOS FENOLÓGICOS</b>	<b>DATOS ECOLÓGICOS</b>	

La paleta vegetal cualitativa nos ayuda a definir uno de los parámetros de la estructura de la comunidad vegetal, es decir, la diversidad, sin embargo, resulta indispensable

acceder a los parámetros que explican la presencia espacial de la vegetación: la distribución, estratificación y abundancia, que en el diseño del Módulo de Plantación se trabajan en términos de cobertura y frecuencia, por lo que, en primer lugar, se retoma la cobertura total de la comunidad vegetal a diseñar, misma que, una vez definido el tamaño del Módulo de Plantación, se convierte en área, expresada en metros cuadrados, que, por lo general, rebasa la superficie del terreno. Cabe aclarar que la cobertura es mayor al 100% porque se mide en volumen y, una misma superficie, puede estar cubierta por dos o más especies de diferente altura. Posteriormente, se definen los porcentajes de cobertura por cada estrato y se convierten también, en términos de área, en metros cuadrados.

Con los datos de un Módulo de Plantación para un ecosistema con 150% de cobertura, en un área de un cuarto de hectárea, es decir, 2500 m<sup>2</sup>, con una proporción de 50 x 50 m<sup>2</sup>, en la que el estrato arbóreo es dominante y ocupa el 60% de la cobertura vegetal, el estrato arbustivo tiene un 25% y el estrato herbáceo el 20% restante, se construye la tabla denominada:

### **DATOS ESTRUCTURALES**

Se define la superficie que ocupa cada estrato y la cobertura total, la cual puede rebasar el 100% porque los

estratos se sobreponen y, cada uno de éstos, tiene influencia sobre el terreno; a partir de la información de la paleta vegetal cualitativa, se diseña la paleta vegetal cuantitativa, donde las especies constituyen las filas de la tabla y las columnas son los datos que se utilizan en el diseño del Módulo de Plantación, esto conduce a dos secciones, la primera proveniente de los datos puros de la vegetación que vienen de la paleta vegetal cualitativa y, la segunda, se conforma con los datos numéricos que surgen del espacio y su relación con la planta. En cada forma biológica se hace una división más fina de acuerdo a la altura promedio de las plantas, lo que contribuye a determinar la conformación de los estratos. Con esos datos se realizan los cálculos numéricos que conllevan a la creación del Módulo de Plantación y de la tabla denominada:

**DATOS PARA LA CONFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA ESPACIAL**

Superficie del módulo de plantación:  $50 \times 50 \text{ m} = 2500 \text{ m}^2$   
Cobertura total del ecosistema:  $150\% = 3750 \text{ m}^2$   
Cobertura del estrato arbóreo  $90\% = 2250 \text{ m}^2$   
Cobertura del estrato arbustivo  $30\% = 750 \text{ m}^2$   
Cobertura del estrato herbáceo de  $30\% = 750 \text{ m}^2$   
Cobertura vegetal total  $3750 \text{ m}^2 \approx 150\%$

## PALETA VEGETAL CUANTITATIVA

DATOS DE LA PALETA VEGETAL CUALITATIVA		Nombre científico	
		Nombre común	
		h	Dimensión
		$\emptyset$	
DATOS OBTENIDOS POR CÁLCULOS A PARTIR DE LOS DATOS ESTRUCTURALES DE COBERTURA	$\pi \times r^2$ donde $r = \emptyset/2$	Cobertura	
	% de participación de la especie en el estrato	Importancia	
	Metros ocupados por la especie en el Módulo	Área	
	Número de individuos necesarios para cubrir el área	Frecuencia	
	Número de individuos/m <sup>2</sup>	Densidad	

Una vez obtenida toda la información relativa al número de individuos de cada especie que participan en la conformación del Módulo de Plantación, se pasa a la expresión gráfica del mismo en planta, en donde se expresan los datos estadísticos ecológicos que nos permiten alcanzar

parte de la fisonomía del ecosistema, el resto depende de la observación cualitativa del comportamiento de las especies en la conformación de asociaciones vegetales, aunque, en este aspecto, sirven de guía los estudios fitosociológicos que definen la participación de las especies en la asociación vegetal característica de la expresión regional de un bioma o ecosistema particular; pero, la organización espacial final, involucra los aspectos estéticos de la naturaleza, lo que se corrobora con la representación del Módulo de Plantación en alzado, para lo cual se hace la representación vertical sobre una línea imaginaria de corte de la planta.

### **¿CÓMO SE CONECTA CON EL ESPACIO EL MÓDULO DE PLANTACIÓN?**

Un Módulo de Plantación constituye una modificación al espacio y, aunque está basado en los principios ecológicos del comportamiento de la vegetación, se efectúa para inducir la aceleración de una etapa madura del propio ecosistema, lo cual implica la voluntad del hombre en la intervención del espacio, por lo que es menester la comprensión del contraste de los elementos positivos y negativos forjados por el volumen, de donde surge la forma y, de ahí, una primera manifestación de la geometría en la composición, que resulta de la interpretación de la interacción visual entre estos elementos, cuyo valor es

el contraste<sup>1</sup>, mismo que permite reconocer el perfil, lo que concede claridad en la unidad de esta<sup>2</sup> forma identificable que también envuelve al espacio y establece comunicación con el contexto, por lo que, al intervenir el espacio, sea natural o evocado, se imprime carácter, elemento perceptual que participa en la expresión del paisaje<sup>3</sup>, las bases del diseño que conllevan al manejo de la estética de lo natural.

### **¿CÓMO SE CONECTA CON LA ESTÉTICA EL MÓDULO DE PLANTACIÓN?**

El espacio alberga nuestra propia vivencia que se imprime de sensaciones, una percepción que ocupa nuestro universo visual es la forma que muestra la dimensión y la escala, pero, también la luz, que encuentra su propio límite en la forma. El espacio es el crisol de las sensaciones íntimas, como el aroma y el sonido, percepciones que son fuente de fruición, donde la naturaleza participa activamente. En la naturaleza el volumen que crea la

<sup>1</sup> Ching F. (1979) *Architecture: form, space and order*, An Nostrand Reinhold, USA, p. 110.

<sup>2</sup> Villagran G.J. (1988) *Teoría de la Arquitectura*, FA/UNAM, México, p. 330.

<sup>3</sup> Cabeza A. (1994) *Elementos de arquitectura de paisaje*, Trillas, México, p. 53.

masa vegetal se articula para dar continuidad al espacio, lo que también ocurre con la sensación. Y en ese espacio natural se organiza un conjunto de elementos heterogéneos, todos ellos con forma, poseedores de un contorno, dimensión, color y textura, que se convierten en componentes de nuestro campo visual, donde la vegetación es un elemento que ocupa una porción importante, se organiza a través de la estructura y configura el elemento positivo contra el vacío, negativo; que es el fondo que lo envuelve, así se posibilita la comprensión del conjunto.

La prefiguración del espacio natural por la masa vegetal es a través de la composición en donde podemos adivinar un proceso de transformación acumulativo; composición dinámica, llena de movimiento que ocurre a través de la adición, como forma de conceder orden en la agrupación. Expresión captada, ya desde la escuela inglesa, donde el contraste lo crean la textura y el color, principios que rigen la expresión del arte. Las agrupaciones naturales de la vegetación tienen sentido espacial, funcional y estético, donde la expresión del azar se ve sujeta a la posibilidad y así se expresa la linealidad, en donde un elemento abiótico provoca un gradiente y con esto, el acomodo lineal. Estos mismos factores son capaces de inducir centralidad, manifestar jerarquía; quizás en una sola planta e incluso, un arreglo en malla, aunque nunca existe la intención del diseño; es la con-

quista del espacio de cada individuo, la que conduce a una geometría y el resultado es una maravillosa composición que nace del azar y se atiene a la posibilidad; porque en la ecología, los fenómenos no son resultado de una causa única identificable, la presencia se origina de la retroalimentación positiva o negativa, e incluso por hechos anecdóticos imprevisibles de pequeños cambios, capaces de modificar radicalmente la expresión final de la vegetación. Éste es el azar y el caos en la ecología, cuya regularidad sólo se aprecia a escalas enormes de tiempo y espacio. La evolución de un sistema caótico se independiza de las condiciones originales, lo que se corrobora en las Cadenas de Markov; pero en el espacio, el caos tiene su paralelo, es la geometría fractal y este comportamiento caótico, con pequeños cambios impredecibles, a los que está expuesta la naturaleza, tienden a generar estructuras espaciales de pauta fractal y la consecuencia de una mínima variación puede ser de gran alcance<sup>4</sup>.

Los principios de la geometría siempre están presentes en la naturaleza, incluyendo la participación del azar, que reúne factores en forma peculiar, se expresa en otra lo-

<sup>4</sup> Terradas J. (2001) Ecología de la vegetación. De la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes, Omega, Barcelona, p. 104.



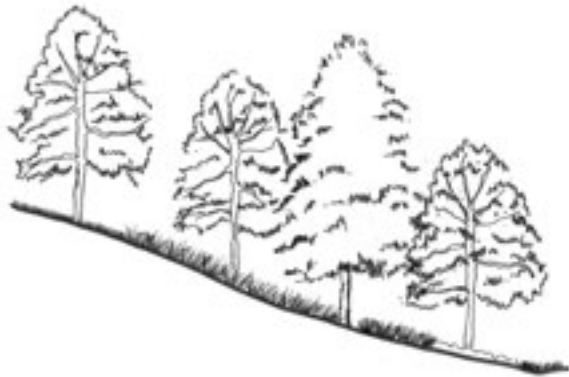
cución, bajo la poética de la geometría fractal, que, en la organización del ecosistema, se muestra claramente en la proyección de la sombra sobre el suelo, de la luz que inunda el cielo y es filtrada por el dosel y el sotobosque, hecho que muestra la especificidad de la comunidad vegetal, que mantiene la forma a través de la escala. Dichas manchas de luz bajo el dosel, gobiernan el crecimiento de las herbáceas, por lo que éste también responde aproximadamente a una geometría fractal, que se pierde con la fragmentación del ecosistema<sup>5</sup>, siendo ésta, una demostración del principio de orden presente en la naturaleza y en su composición, que se mantiene en muchos niveles de la expresión natural, como en los límites que existen entre las comunidades vegetales, y que al observarse en un mapa, la vegetación se aprecia como manchas que responden a una geometría fractal más que a un comportamiento euclidiano<sup>6</sup>.

Del caos manifiesto en el diseño de la naturaleza, la formulación del Módulo de Plantación extrae la información de la esencia de la estructura, para simplificarla y traducirla a una geometría de base euclidiana, la familiar,

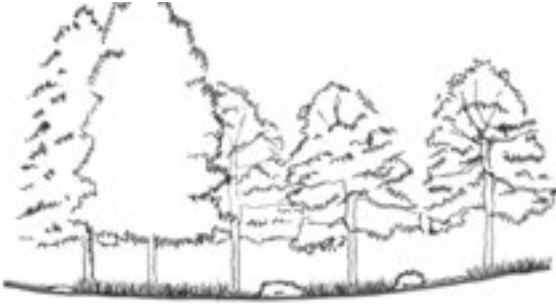
<sup>5</sup> Ibid., p. 105.

<sup>6</sup> Idem.

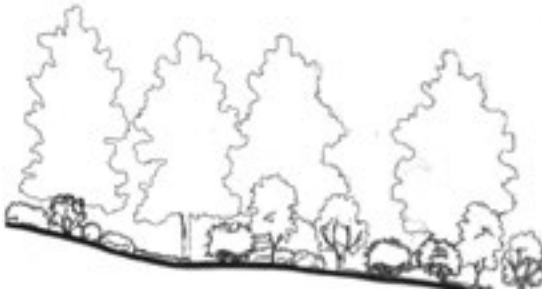
la que maneja el diseño. Así, encontramos acomodados, técnicamente denominados marco real o el tres bolillo, nacidos de la geometría euclidiana, a partir de esta mala se deforma la disposición para encontrar la forma de la asociación natural y de su comportamiento en una geometría del caos, que para alcanzarla se requiere la ayuda del tiempo y el azar, así nuestra intervención resulta simplemente un hecho caótico, como tantos hechos impredecibles que ocurren en la naturaleza provocando variaciones, y que en el tiempo se asimilan a la geometría fractal.



Corte transversal Bosque de pinos



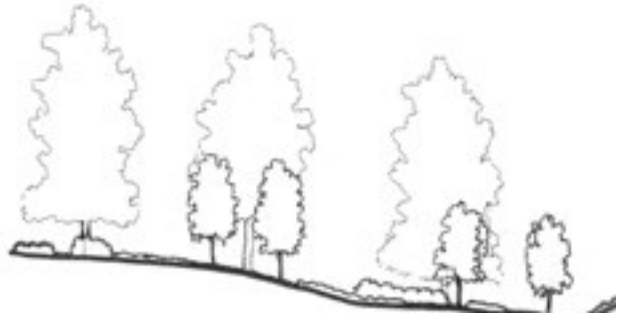
Corte longitudinal Bosque de pinos



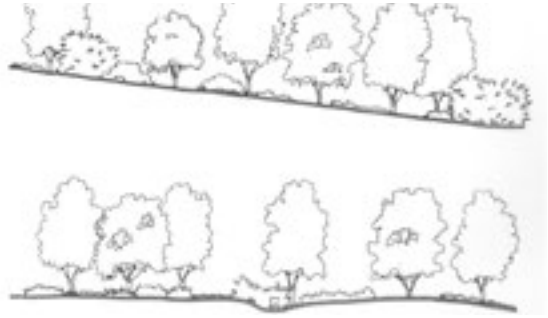
Corte transversal Bosque de oyamel sobre escurrimiento



Corte longitudinal Bosque de Oyamel sobre ladera húmeda y sombría



Corte transversal Bosque de oyamel sobre ladera



Corte transversal Bosque de encinos  
Corte longitudinal Bosque de encinos



Corte longitudinal Bosque de oyamel sobre escurrimiento

## **¿CÓMO SE APLICA EL MÓDULO DE PLANTACIÓN?**

El Módulo de Plantación nace del conocimiento profundo del área a intervenir, lo que se logra, como se mencionó anteriormente, a través de la metodología de diseño ambiental, que inicia con el análisis de cada variable abiótica, de donde se obtienen las unidades ambientales que son los índices de similitud encontrados en el terreno, capaces de regir decisiones en el diseño y planificación del sitio.

A partir de este punto, se define la relación que tiene el espacio con la población, de donde surgen los criterios de diseño, el uso de suelo y, con ello, los sitios que requieren de una intervención para la recuperación del ecosistema así como el grado de naturalidad que debe aplicarse, de lo que depende la selección del carácter autóctono o exótico de la vegetación a utilizar, definiendo si la intervención es una evocación de la comunidad vegetal o la restauración del hábitat. Definidas metodológicamente estas fases, se crean los Módulos de Plantación necesarios para las áreas de intervención que dependen de las diferentes manifestaciones de la comunidad vegetal.

Una vez diseñados los Módulos de Plantación, se encuentra su ubicación espacial en el plan maestro, por ejemplo, el Módulo de Plantación para una comu-

nidad asociada a la orientación norte, sólo se aplica en las laderas que presentan dicha orientación; el Módulo de Plantación asociado a la presencia de escurrimientos, sólo se ubica en donde este elemento está presente y se utiliza tantas veces como sea necesario en los puntos requeridos.

Una vez definidas las áreas que tiene cada comunidad vegetal a intervenir, con esta información se hace una zonificación para el acomodo y en cada zona se localizan los sitios que presentan aquellos factores que intervienen favorablemente en la dispersión de las especies, como pueden ser el viento, el agua o algún otro factor que domine el tipo de dispersión de la especie en particular. Sobre el plan maestro se pueden definir los Módulos que se necesitan aplicar en la zona, lo que permite realizar una cuantificación muy cercana de los individuos que se requieren para tal reforestación, no únicamente del estrato arbóreo, sino también de hierbas y arbustos, que admite el establecimiento de programas para la producción de material vegetal que resulta indispensable, sobre todo cuando se intenta la restauración del hábitat y se usa vegetación nativa.

El empleo del Módulo de Plantación conduce a un uso eficaz de los individuos producidos para la reforestación, ya que se están utilizando las características de la misma naturaleza para recuperar el sitio. Esta técnica re-

fuerza la propuesta de Ian McHart de que diseñar con la naturaleza también resulta más económico.

## **¿QUÉ VENTAJAS DE DISEÑO TIENE EL MÓDULO DE PLANTACIÓN?**

El Módulo de Plantación es un modelo, una forma sintética de representación de la estructura e imagen de un ecosistema, que toma los elementos que permiten la futura auto reparación. Ecológicamente, es capaz de coadyuvar, con otras técnicas, en la protección y mejoramiento del suelo, al conformar una capa vegetal que previene la erosión. Pero es una técnica de reforestación que guarda la estructura de la comunidad vegetal, ya que toma en cuenta los parámetros que la rigen: diversidad, distribución, estratificación, abundancia y fisonomía.

El Módulo de Plantación permite alcanzar la fisonomía identificable del ecosistema por lo que dota de carácter la intervención en un área natural. Pero también es capaz de estampar ese carácter que otorga la fisonomía, en una evocación de la comunidad vegetal dentro del hábitat humano, imprimiendo los principios estéticos extraídos de la propia naturaleza.

El Módulo de Plantación ordena la intervención en reforestaciones a gran escala, a través de un plan maestro que define las áreas más convenientes de ser intervenidas y toma en cuenta diversos parámetros ambientales

que rigen la presencia de las especies vegetales y su forma de asociación.

A través del plan maestro se encuentran los sitios idóneos para introducir ciertas especies vegetales, cuya dispersión depende de algún elemento como el agua, el viento o la propia gravedad; entonces, en estos sitios se hace, preferentemente, el sembrado de la vegetación correspondiente, ya que en el tiempo, estos elementos permiten la dispersión de las especies y, con esto, una recuperación más rápida y económica. En este proceso se calcula la cantidad de individuos de cada especie de plantas que se requiere; lo que es útil para la cuantificación del material vegetal y, en proyectos de gran envergadura, para realizar programas de producción de material vegetal e introducción del mismo.



## 02 **FORMULACIÓN Y APLICACIÓN DEL MÓDULO DE PLANTACIÓN**

El desarrollo de la técnica de Módulo de Plantación se muestra como ejemplo para tres comunidades vegetales específicas que conforman un continuum de la vegetación que se desarrolla en los bosques del Ajusco y que resultan de utilidad para proponer el proceso de reforestación tendiente a la restauración del hábitat, creando la oportunidad de generar diversos nichos que serán complementados en el tiempo por el azar y la posibilidad.

La vegetación del Ajusco está conformada por diversos bosques que deben su distribución a la conjugación de distintos factores. El primer factor determinante de esta distribución es la altitud, lo que provoca la presencia de bosques de encino cuya existencia, además, se asocia

a una conformación geológica más reciente y a suelos pedregosos. A mayor altitud encontramos los bosques de coníferas, en este grupo hay bosques dominados por pinos y otros por oyameles, lo que se debe a la presencia de la humedad necesaria para su desarrollo y que depende de dos factores: la presencia de escurrimientos y la orientación de las laderas. En las laderas orientadas al norte se desarrolla el oyamel en forma homogénea, pero en las laderas con orientación sur, este u oeste, la presencia de esta especie es, exclusivamente, asociada a los escurrimientos; la nariz y la ladera están cubiertas por pinos, por lo que, en la intervención de estas zonas, se han diseñado tres módulos de plantación, y uno de ellos, con dos versiones, mismas que se describen que a continuación.

### PALETA VEGETAL ILUSTRADA





#### ARBOLES

- 1) Alamo (Populus sp. B. & H.) (Form. 4-5cm)
- 2) Alamo (Populus sp.)
- 3) Arboles de floración blanca (B. & H.)
- 4) Picea canadensis (Mill.) (B. & H.)
- 5) Picea canadensis (Mill.) (B. & H.)
- 6) Picea canadensis (Mill.) (B. & H.)
- 7) Picea canadensis (Mill.) (B. & H.)
- 8) Picea canadensis (Mill.) (B. & H.)
- 9) Picea canadensis (Mill.) (B. & H.)
- 10) Picea canadensis (Mill.) (B. & H.)

#### ARBUSTOS

- 11) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 12) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 13) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 14) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 15) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 16) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 17) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 18) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 19) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 20) Salix (Salix sp.) (B. & H.)

#### HERBAS

- 21) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 22) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 23) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 24) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 25) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 26) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 27) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 28) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 29) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 30) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 31) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 32) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 33) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 34) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 35) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 36) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 37) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 38) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 39) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 40) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 41) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 42) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 43) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 44) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 45) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 46) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 47) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 48) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 49) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 50) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 51) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 52) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 53) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 54) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 55) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 56) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 57) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 58) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 59) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 60) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 61) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 62) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 63) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 64) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 65) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 66) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 67) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 68) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 69) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 70) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 71) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 72) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 73) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 74) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 75) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 76) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 77) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 78) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 79) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 80) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 81) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 82) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 83) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 84) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 85) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 86) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 87) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 88) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 89) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 90) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 91) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 92) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 93) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 94) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 95) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 96) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 97) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 98) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 99) Salix (Salix sp.) (B. & H.)
- 100) Salix (Salix sp.) (B. & H.)

## MÓDULO DE PLANTACIÓN PARA EL BOSQUE DE ENCINOS

### Paleta vegetal cualitativa

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Quercus crassipes</i> H.&B.	Encino	Fagaceae
<i>Q. laurina</i> H.&B.	Encino	Fagaceae
<i>Q. rugosa</i> Neé	Encino	Fagaceae
<i>Arbutus glandulosa</i> Mart. et Gal.	Madroño	Ericaceae
<i>Crataegus pubescens</i> (H.B.K.) Steud.	Tejocote	Rosaceae
<i>Sedum oxypetalum</i> H.B.K.	Sedum	Crassulaceae
<i>Baccharis conferta</i> H.B.K.	escobilla	Compositae
<i>Senecio cinerarioides</i> H.B.K.	Jarilla bca	Compositae
<i>Castilleja moranensis</i> H.B.K.	--	Scrophulariaceae
<i>Begonia gracilis</i> H.B.K.	Ala ángel	Begoniaceae
<i>Eryngium carlynae</i> Delar.	Hierba del sapo	Umbelliferae
<i>Alchemilla procumbens</i> Rose	--	Rosaceae

TIPO	DIMENSIÓN (M)	FLORACIÓN	LUZ	SUELO
	H X Ø			
Ac	11.0 x 5.0	--	D	p
Ap	12.0 x 8.0	--	D	h
Ac	10.0 x 6.0	--	D	p
Ap	8.0 x 6.0	Verde 1	D	c
Arc	5.0 x 3.0	Bca 4 Nar 3	D, M	c
Arp	2.5 x 1.0	Carne 2, 3	D, M	p
Arp	0.7 x 0.7	Verde 1	D	f
Arp	1.5 x 1.0	Ama 1	D	f
H	0.4 x 0.4	Roja 3, 4	D, M	c
H	0.3 x 0.1	Rosa 4, 1	D, M	p
H	0.2 x 0.5	Verde 2	D	f
H	0.1 x 1.0	Verde 2	M	o

## SÍMBOLOS PARA LA LECTURA DE LAS TABLAS

Ac = árbol caducifolio	
Ap = árbol perennifolio	
Arc = arbusto caducifolio	1 = primavera
Arp = arbusto perennifolio	2 = verano
H = hierba	3 = otoño
Hr = hierba rasante	4 = invierno
Hb = hierba de bulbo	

### DATOS ESTRUCTURALES

Superficie del Módulo de Plantación:  $50 \times 50 \text{ m} = 2500 \text{ m}^2$

Cobertura total del ecosistema:  $120\% = 3000 \text{ m}^2$

Cobertura del estrato arbóreo  $72\% = 1800 \text{ m}^2$

Cobertura del estrato arbustivo  $30\% = 750 \text{ m}^2$

Cobertura del estrato herbáceo de  $18\% = 450 \text{ m}^2$

Cobertura vegetal total  $3000 \text{ m}^2 \approx 120\%$

Para calcular la importancia de cada especie dentro del estrato, la superficie cubierta por dicho estrato se convierte al 100% y, a partir de ahí, se calcula el porcentaje que ocupa cada especie dentro de su propio estrato.

D = sol directo M = media sombra S = sombra Ama = amarilla Bca = blanca Nar = naranja	o = orgánico c = cualquiera f = franco h = húmedo a = arenoso ar = arcilloso p = pedregoso
--	--



Corte transversal



Corte longitudinal

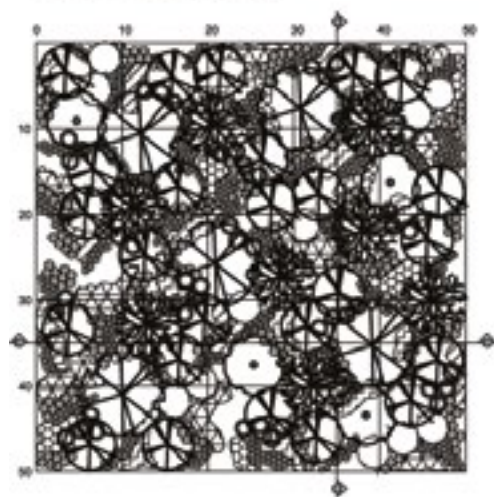
## PALETA VEGETAL CUANTITATIVA

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DIMENSIÓN (M)
		H X Ø
Árboles		
<i>Quercus crassipes</i>	Encino	11.0 x 6.0
<i>Q. laurina</i>	Encino	12.0 x 10.0
<i>Q. rugosa</i>	Encino	10.0 x 8.0
<i>Arbutus glandulosa</i>	Madroño	8.0 x 7.0
Arbustos		
<i>Crataegus pubescens</i>	Tejocote	5.0 x 4.0
<i>Sedum oxypetalum</i>	Sedum	2.5 x 1.0
<i>Baccharis conferta</i>	escobilla	0.7 x 0.7
<i>Eupatorium pascuarensense</i>	--	1.5 x 1.0
Hierbas		
<i>Castilleja moranensis</i>	--	0.4 x 0.4
<i>Begonia gracilis</i>	Ala de ángel	0.3 x 0.1
<i>Eryngium carlynae</i>	Hierba del sapo	0.2 x 0.5
<i>Castilleja tenuiflora</i>	--	0.4 x 0.6

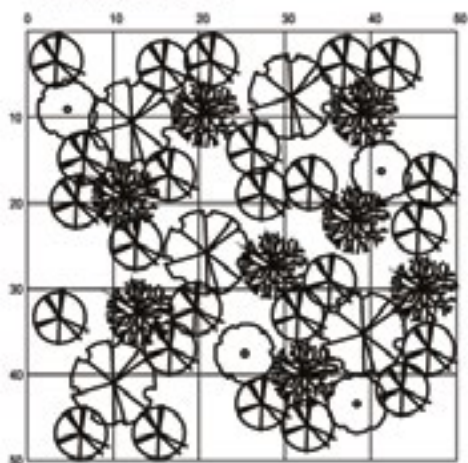


COBERTURA	IMPORTANCIA	ÁREA (M <sup>2</sup> )	FRECUENCIA
60 = 1800 m <sup>2</sup> ≈ 100%			
28.30	40%	720	25
78.55	25%	450	5
50.30	25%	450	8
38.50	10%	180	4
25% = 750 m <sup>2</sup> ≈ 100%			
12.60	20%	150	11
3.14	20%	150	47
0.40	30%	225	562
0.80	30%	225	281
15% = 450 m <sup>2</sup> ≈ 100%			
0.13	20%	90	692
0.01	10%	45	4500
0.20	30%	135	675
0.28	40%	180	643

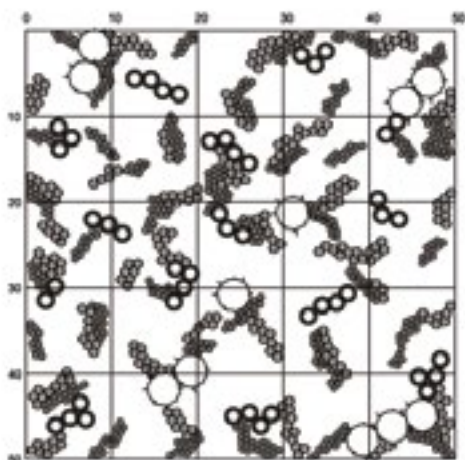
### Todos los estratos



### Estrato arbóreo







### Estrato arbustivo







### SIMBOLOGÍA

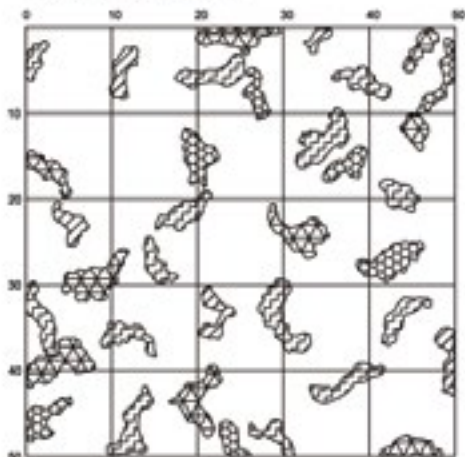
Estrato arbóreo 72% 1800m<sup>2</sup>

-  *Quercus crassipes*
-  *Quercus laurina*
-  *Quercus rugosa*
-  *Arbutus glandulosa*





Estrato arbustivo 30% 750m<sup>2</sup>

-  *Cataegus pubescens*
-  *Sedum oxypetalum*
-  *Baccharis conferta*
-  *Senecio salignus*

### Estrato herbáceo



Estrato herbáceo 18% 450m<sup>2</sup>

-  *Castilleja moranensis*
-  *Begonia gracilis*
-  *Eryngium carlynae*
-  *Castilleja tenuiflora*

## MÓDULO DE PLANTACIÓN PARA EL BOSQUE DE PINOS

### Paleta vegetal cualitativa

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Pinus teocote Schiede ex Schltld.</i>	Pino ocote	Pinaceae
<i>Pinus ayacahuite Ehrenb. ex Schltld.</i>	Ayacahuite	Pinaceae
<i>P. hartwegii Lindl.</i>	Pino	Pinaceae
<i>Senecio cinerarioides H.B.K.</i>	Jarilla blanca	Compositae
<i>Castilleja tenuiflora Benth.</i>	Mirto de campo	Scrophulariaceae
<i>Festuca tolucensis H.B.K.</i>	Zacatón	Gramínea
<i>Muhlenbergia macroura (H.B.K.) Hitchc.</i>	Zacate duro	Gramínea
<i>Salvia splendens</i>	Mirto rojo	Labiatae

TIPO	DIMENSIÓN (M)	FLORACIÓN	LUZ	SUELO
	H X Ø			
Ap	18.0 x 12.0	--	D	f
Ap	30.0 x 15.0	--	D	f
Ap	25.0 x 15.0	--	D	f
Arp	1.5 x 1.0	Ama 1	D	c
H	0.6 x 0.6	Roja 3	D, M	c
H	0.8 x 0.8	Verde 2	D	c
H	1.2 x 1.2	Café 2, 3	D	c
H	0.4 x 0.4	Rojo 1, 2, 3, 4	M	o

## SÍMBOLOS PARA LA LECTURA DE LAS TABLAS

Ac = árbol caducifolio Ap = árbol perennifolio Arc = arbusto caducifolio Arp = arbusto perennifolio H = hierba Hr = hierba rasante Hb = hierba de bulbo	1 = primavera 2 = verano 3 = otoño 4 = invierno
---	--

## DATOS ESTRUCTURALES

Superficie del módulo de plantación:  $50 \times 50 \text{ m} = 2500 \text{ m}^2$

Cobertura total del ecosistema:  $140\% = 3500 \text{ m}^2$

Cobertura del estrato arbóreo  $65\% = 1625 \text{ m}^2$

Cobertura del estrato arbustivo  $5\% = 125 \text{ m}^2$

Cobertura del estrato herbáceo de  $70\% = 1750 \text{ m}^2$

Cobertura vegetal total  $3500 \text{ m}^2 \approx 140\%$

Para calcular la importancia de cada especie dentro del estrato, la superficie cubierta por dicho estrato se convierte al 100% y, a partir de ahí, se calcula el porcentaje que ocupa cada especie dentro de su propio estrato.

D = sol directo  
M = media sombra  
S = sombra  
Ama = amarilla  
Bca = blanca

o = orgánico  
c = cualquiera  
f = franco  
h = húmedo  
a = arenoso  
ar = arcilloso  
p = pedregoso



Corte longitudinal



Corte transversal

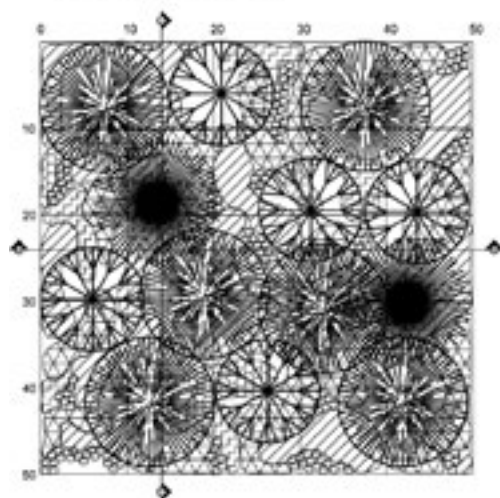
## PALETA VEGETAL CUANTITATIVA

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DIMENSIÓN (M)
		H X Ø
Árboles		
<i>Pinus teocote</i>	Pino	18.0 x 10.0
<i>P. hartwegii</i>	Pino ocote	25.0 x 12.0
<i>Pinus ayacahuite</i>	Ayacahuite	30.0 x 18.0
Arbustos		
<i>Senecio cinerarioides</i>	Jarilla blanca	1.5 x 1.0
Hierbas		
<i>Castilleja tenuiflora</i>	Mirto del campo	0.6 x 0.6
<i>Festuca tolucensis</i>	Zacatón	0.8 x 0.8
<i>Muhlenbergia macroura</i>	Zacate duro	1.2 x 1.2
<i>Salvia elegans</i>	Mirto rojo	0.8 x 0.5

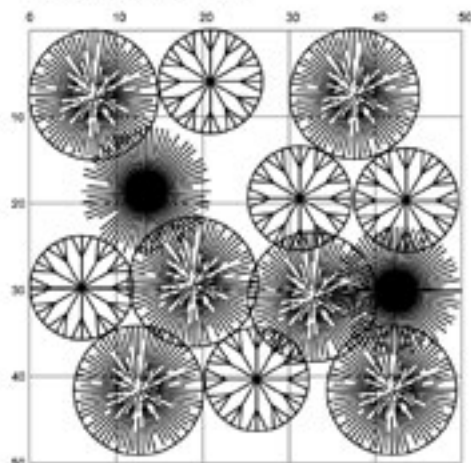


COBERTURA	IMPORTANCIA	ÁREA (M <sup>2</sup> )	FRECUENCIA
65% = 1625 m <sup>2</sup> ≈ 100%			
78.5	25%	406.25	5
113.1	40%	650	6
254.5	35%	568.75	2
5% = 125 m <sup>2</sup> ≈ 100%			
0.79	100%	125.00	158
0.28	4 %	70	250
0.50	36 %	630	1260
1.13	52 %	910	805
0.20	8 %	140	700

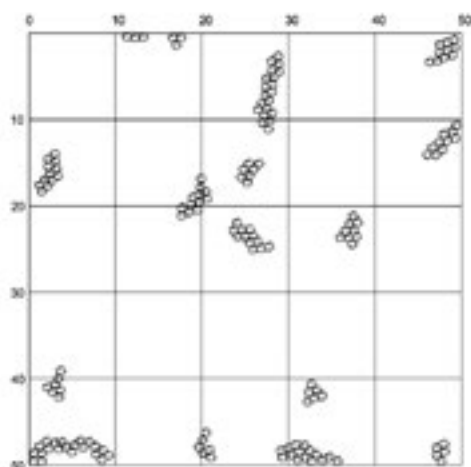
### Todos los estratos



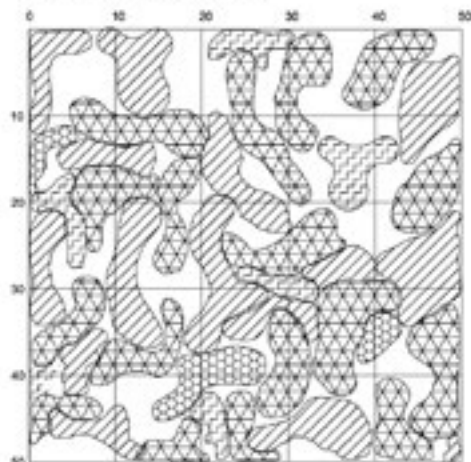
### Estrato arbóreo



## Estrato arbustivo






## Estrato herbáceo




## SIMBOLOGÍA





Estrato arbóreo 65% 1625m<sup>2</sup>

-  *Pinus teocote*
-  *Pinus ayacahuite*
-  *Pinus hartwegii*

Estrato arbustivo 5% 125m<sup>2</sup>

-  *Senecio cinerarioides*

Estrato herbáceo 70% 1750m<sup>2</sup>

-  *Castilleja tenuiflora*
-  *Festuca tolucensis*
-  *Muhlenbergia macroura*
-  *Salvia elegans*

## MÓDULO DE PLANTACIÓN PARA EL BOSQUE DE OYAMEL SOBRE ESCURRIMIENTO

### Paleta vegetal cualitativa

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Abies religiosa</i> (H.B.K.) Cham. & Schl.	Oyamel	Pinaceae
<i>Alnus firmifolia</i> Fern.	Aile	Betulaceae
<i>Prunus serotina</i> ssp. <i>capuli</i> (Cav.) McVaugh.	Capulín	Rosaceae
<i>Quercus laurina</i> H.&B.	Encino	Fagaceae
<i>Ribes ciliatum</i> H.&B.	Sarahuache	Saxifragaceae
<i>Senecio barba-johannis</i> DC.	--	Compositae
<i>Senecio reticulatus</i> DC.	--	Compositae
<i>Cestrum thyrsoides</i> H.B.K.	Apestosa	Solanaceae
<i>Symphoricarpos microphyllus</i> H.B.K.	Perlilla	Caprifoliaceae
<i>Salix oxylepis</i> Schl.	Huejote	Salicaceae
<i>Achillea millefolium</i> L.	Milenrama	Compositae
<i>Eupatorium glabratum</i> H.B.K.	--	Compositae
<i>Salvia elegans</i> Vahl.	Mirto	Labiatae
<i>Cirsium ehrenbergii</i> Sch. Bip.	Cardosanto	Compositae
<i>Verbena recta</i> H.B.K.	--	Verbenaceae
<i>Alchemilla procumbens</i> Rose	--	Rosaceae
<i>Lupinus montanus</i> H.B.K.	Garbancillo	Leguminosae

TIPO	DIMENSIÓN (M)	FLORACIÓN	LUZ	SUELO
	H X Ø			
Ap	25.0 x 12.0	--	D	o, h
Ap	10.0 x 8.0	Café 3, 4	D, M	o
Ac	8.0 x 5.0	Bca 4, 1	D, M, S	o
Ap	8.0 x 4.0	---	M	o
Arc	4.0 x 4.0	Bca 4	D, M	o
Arc	2.5 x 2.0	Ama 3, 4	D, M	o
Arp	0.80 x 1.0	Ama 3, 4	D, M	o, f
Arp	1.75 x 1.5	Ama 3, 4, 1	D, M	v
Arp	0.80 x 0.8	Rosa 2	D, M	f
Arc	5.0 x 3.5	Ama 4	D	f
H	0.50 x 0.80	Bca 2, 3	D	o
H	0.30 x 0.30	Bca 4, 1	M, S	o
H	1.0 x 0.50	Roja 2	M, S	c
H	0.80 x 0.60	Roja 3, 4	D, M	c
H	0.30 x 0.20	Rosa 2	M, S	o
Hr	0.20 x 1.0	Verde 2	M, S	c
H	0.60 x 0.60	Lila 1	M	c

## SÍMBOLOS PARA LA LECTURA DE LAS TABLAS

Ac = árbol caducifolio Ap = árbol perennifolio Arc = arbusto caducifolio Arp = arbusto perennifolio H = hierba Hr = hierba rasante Hb = hierba de bulbo	1 = primavera 2 = verano 3 = otoño 4 = invierno
---	--

## DATOS ESTRUCTURALES

Superficie del módulo de plantación:  $50 \times 50 \text{ m} = 2500 \text{ m}^2$

Cobertura total del ecosistema:  $180\% = 4500 \text{ m}^2$

Cobertura del estrato arbóreo  $70\% = 1750 \text{ m}^2$

Cobertura del estrato arbustivo  $10\% = 450 \text{ m}^2$

Cobertura del estrato herbáceo de  $100\% = 2500 \text{ m}^2$

Cobertura vegetal total  $4500 \text{ m}^2 \approx 170\%$

D = sol directo M = media sombra S = sombra Ama = amarilla Bca = blanca	o = orgánico c = cualquiera f = franco h = húmedo a = arenoso ar = arcilloso p = pedregoso
---	--



Corte longitudinal



Corte transversal

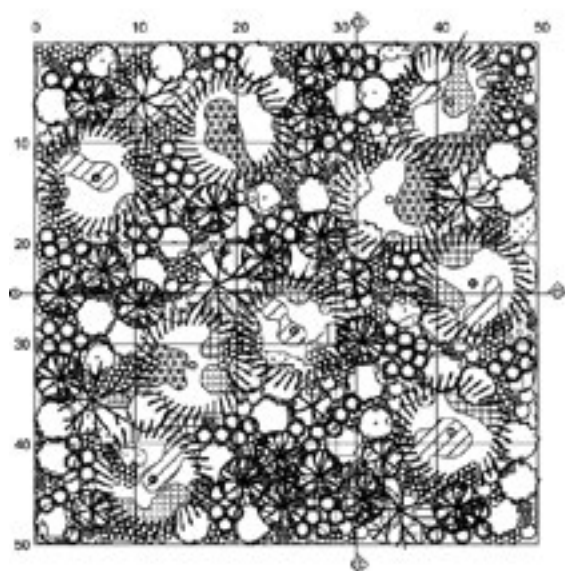
## PALETA VEGETAL CUALITATIVA

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DIMENSIÓN (M)
		H X Ø
Árboles		
<i>Abies religiosa</i>	Oyamel	40.0 x 12.0
<i>Alnus firmifolia</i>	Aile	12.0 x 8.0
<i>Prunus serotina</i>	Capulín	10.0 x 5.0
<i>Quercus laurina</i>	Encino	8.0 x 4.0
Arbustos		
<i>Ribes ciliatum</i>	Sarahuache	4.0 x 4.0
<i>Senecio barba-johannis</i>	--	2.5 x 2.0
<i>Senecio reticulatus</i>	--	0.80 x 1.0
<i>Cestrum thyrsoides</i>	Apestosa	1.75 x 1.5
<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	Perlilla	0.80 x 0.8
<i>Salix oxylepis</i>	Huejote	5.0 x 3.5
Hierbas		
<i>Achillea millefolium</i>	Mil en rama	50 x 0.80
<i>Eupatorium glabratum</i>	--	0.30 x 0.30
<i>Salvia elegans</i>	Mirto	0.8 x 0.50
<i>Cirsium ehrenbergii</i>	Cardosanto	0.80 x 0.60
<i>Verbena recta</i>	--	0.30 x 0.20
<i>Alchemilla procumbens</i>	--	0.20 x 1.0
<i>Lupinus montanus</i>	--	0.60 x 0.60

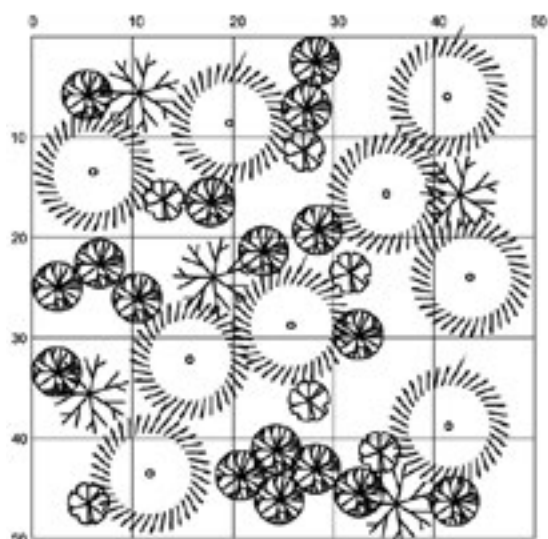


COBERTURA	IMPORTANCIA	ÁREA (M <sup>2</sup> )	FRECUENCIA
70% = 1750 m <sup>2</sup> ≈ 100%			
113.0	60%	1050	9
50.3	15%	262	5
19.6	20%	350	17
12.6	5%	88	6
60% ≈ 100% = 1500 m <sup>2</sup>			
12.6	30%	450	35
3.1	20%	300	97
0.8	20%	300	375
1.8	5%	75	41
0.50	20%	300	600
9.6	5%	75	7
30% ≈ 100% = 750 m <sup>2</sup>			
0.5	10%	75	150
0.07	15%	112.5	1607
0.2	15%	112.5	562.5
0.3	15%	112.5	375
0.03	15%	112.5	3750
0.78	10%	75	96
0.28	20%	150	535

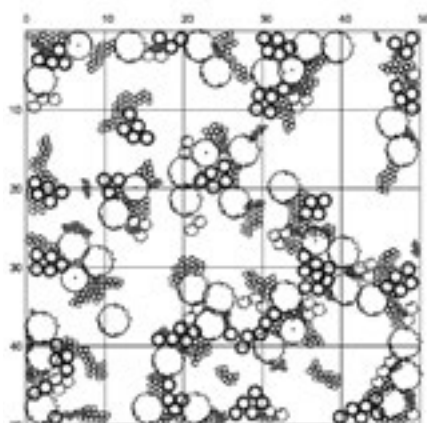
## Todos los estratos



## Estrato arbóreo



### Estrato arbustivo



### Estrato herbáceo



### SIMBOLOGÍA

Estrato arbóreo 70% 1750m<sup>2</sup>

- *Abies religiosa*
- ✱ *Alnus firmifolia*
- ⊗ *Prunus serotina*
- ⊙ *Quercus laurina*

Estrato arbustivo 60% 1500m<sup>2</sup>

- *Ribes ciliatum*
- *Senecio barba-johannis*
- *Senecio reticulatus*
- *Cestrum thyrsoides*
- *Symphoricarpos microphyllus*
- *Salix oxylepis*

Estrato herbáceo 30% 750m<sup>2</sup>

- ▨ *Achillea millefolium*
- ▨ *Eupatorium glabratum*
- ▨ *Salvia elegans*
- ▨ *Cirsium ehrenbergii*
- ▨ *Verbena recta*
- ▨ *Alchemilla procumbens*
- ▨ *Lupinus montanus*

**MÓDULO DE PLANTACIÓN PARA EL BOSQUE DE  
OYAMEL SOBRE LADERA HÚMEDA Y SOMBRÍA**

**Paleta vegetal cualitativa**

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Abies religiosa</i> (H.B.K.) Cham. & Schl.	Oyamel	Pinaceae
<i>Alnus firmifolia</i> Fern.	Aile	Betulaceae
<i>Salix oxylepis</i> Schl.	Sayolisco	Salicaceae
<i>Senecio barba-johannis</i> DC.	--	Compositae
<i>Senecio callosus</i> Sch. & Bip.	--	Compositae
<i>Alchemilla procumbens</i> Rose	--	Rosaceae
Diversas especies	Musgo	

TIPO	DIMENSIÓN (M)	FLORACIÓN	LUZ	SUELO
	H X Ø			
Ap	25.0 x 12.0	--	D	o
Ap	10.0 x 8.0	Café 3, 4	D, M	o
Arc	6.0 x 4.0	Ama 4, 1	M	o
Arc	2.5 x 2.0	Ama 3, 4	D, M	o
H	0.6 x 0.4	Rosa 3, 4	M, S	o
H	0.1 x 1.0	Verde 2	M, S	o
Hr	0.05 x 1.0	--	S	o

## SÍMBOLOS PARA LA LECTURA DE LAS TABLAS

Ac = árbol caducifolio Ap = árbol perennifolio Arc = arbusto caducifolio Arp = arbusto perennifolio H = hierba Hr = hierba rasante Hb = hierba de bulbo	1 = primavera 2 = verano 3 = otoño 4 = invierno
---	--

## DATOS ESTRUCTURALES

Superficie del módulo de plantación: $50 \times 50 \text{ m} = 2500 \text{ m}^2$ Cobertura total del ecosistema: $180\% = 4500 \text{ m}^2$ Cobertura del estrato arbóreo $70\% = 1750 \text{ m}^2$ Cobertura del estrato arbustivo $10\% = 450 \text{ m}^2$ Cobertura del estrato herbáceo de $100\% = 2500 \text{ m}^2$ Cobertura vegetal total $4500 \text{ m}^2 \approx 170\%$
---

<p>D = sol directo</p> <p>M = media sombra</p> <p>S = sombra</p> <p>Ama = amarilla</p> <p>Bca = blanca</p>	<p>o = orgánico</p> <p>c = cualquiera</p> <p>f = franco</p> <p>h = húmedo</p> <p>a = arenoso</p> <p>ar = arcilloso</p> <p>p = pedregoso</p>
--	---



Corte transversal



Corte longitudinal

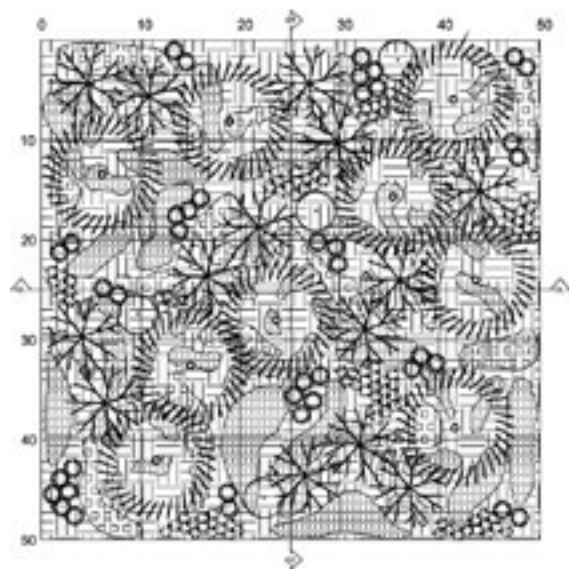
## PALETA VEGETAL CUALITATIVA

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DIMENSIÓN (M)
		H X Ø
Árboles		
<i>Abies religiosa</i>	Oyamel	25.0 x 12.0
<i>Salix oxylepis</i>	Sayolisco	6.0 x 4.0
<i>Alnus firmifolia</i>	Aile	10.0 x 8.0
Arbustos		
<i>Senecio barba-johannis</i>	--	2.5 x 2.0
<i>Berberis moranensis</i>	Palo amarillo	5.0 x 3.0
<i>Senecio callosus</i>	--	0.6 x 0.4
Hierbas		
<i>Alchemilla procumbens</i>	--	0.1 x 1.0
Diversas especies	Musgo	0.05 x 1.0

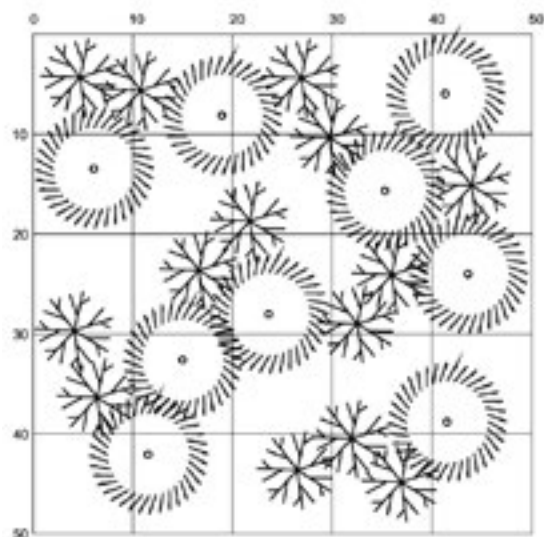


COBERTURA	IMPORTANCIA	ÁREA (M <sup>2</sup> )	FRECUENCIA
70% = 1750 m <sup>2</sup> ≈ 100%			
113.0	60%	1050	9
12.57	10%	175	13
50.3	30 %	525	11
10% = 250 m <sup>2</sup> ≈ 100%			
3.1	50%	125	40
7.1	20%	50	7
0.13	30%	75	576
100% = 2500 m <sup>2</sup> ≈ 100%			
1	40%	1000	1000
1	60%	1500	1500

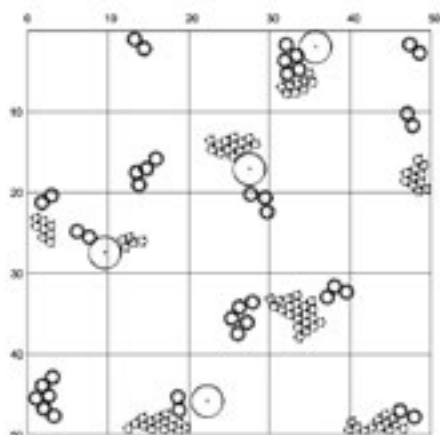
## Todos los estratos



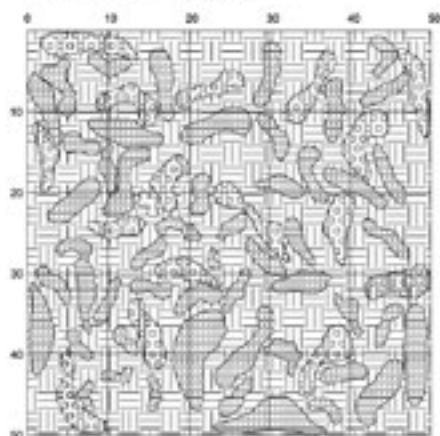
## Estrato arbóreo



## Estrato arbustivo



## Estrato herbáceo



## SIMBOLOGÍA

Estrato arbóreo 70% 1750m<sup>2</sup>

○ *Abies religiosa*

✱ *Alnus firmifolia*

Estrato arbustivo 10% 250m<sup>2</sup>

○ *Salix oxylepis*

○ *Senecio barbajohanis*

◊ *Senecio cinerarioides*

Estrato herbáceo 100% 2500m<sup>2</sup>



Musgo diversas especies

*Senecio callosus*

*Alchemilla procumbens*

## **CONCLUSIONES**

En el diseño ecológico se establece una relación entre el arte y la naturaleza, como una opción de expresión para las áreas verdes, donde el Módulo de Plantación conjuga aspectos estéticos, formales y técnicos que permiten la expresión de la comunidad vegetal.

El Módulo de Plantación reproduce los patrones de la vegetación en el ecosistema.

La técnica del Módulo de Plantación es una contribución al diseño para la reproducción sintética de la estructura de la comunidad vegetal, a través de las bases biológicas de su conformación, para alcanzar aspectos formales y estéticos que hacen culturalmente valorable la expresión natural.

El Módulo de Plantación admite ser resuelto con plantas nativas o vegetación exótica.

En el diseño ecológico se pretende reestablecer la situación clímax, lo que disminuye el mantenimiento y permite que cualquier planta crezca de acuerdo a la lucha de especies proclamada por Darwin, según declaraciones de Le Roy "Padre Espiritual" del jardín natural en 1973, es decir, permite la expresión del azar.

En la creación del hábitat natural dentro de las áreas urbanas intervienen arte, diseño y filosofía, lo cual, actualmente, sólo se observa en culturas altamente industriales, que desean renegociar su relación con la naturaleza y, en este proceso, la aplicación de la técnica de Módulo de Plantación es la reproducción de las características formales y estéticas de la comunidad vegetal, con base ecológica.

El diseño del Módulo de Plantación toma como base los parámetros que definen la estructura de la comunidad vegetal: diversidad, distribución, estratificación y abundancia, juntos alcanzan la fisonomía del bioma y dentro de la corriente naturalista y ecológica confiere carácter e identidad al diseño.

En el diseño ecológico existe la conciencia de que la interpretación exacta de la naturaleza es imposible, por lo que, el Módulo de Plantación aún basado en los parámetros reales que conforman la estructura

de la comunidad vegetal, es una simplificación y una abstracción, en donde el hombre siembra la posibilidad y la naturaleza ejerce el azar.

El Módulo de Plantación simplifica el ecosistema, pero mantiene la proporción de formas de vida, los patrones de distribución, estratificación y abundancia en aras de alcanzar la fisonomía de la comunidad vegetal.

La fisonomía es la apariencia de la comunidad vegetal, el diseñador debe ser capaz de reconocer la correcta posición de cada especie, para alcanzar esta imagen.

El Módulo de Plantación ayuda a alcanzar la fisonomía de una comunidad vegetal a través de la abstracción de su propia estructura.

El Módulo de Plantación resulta útil en la conservación y evocación. Si el objetivo es la restauración del hábitat, el Módulo de Plantación se desarrolla con especies nativas y cuando se persigue la evocación, entonces el material que se utiliza puede ser de origen alóctono.

Los elementos necesarios para definir el Módulo de Plantación son: la paleta vegetal cualitativa que muestra las especies y sus características taxonómicas, fenológicas y ecológicas; los datos estructurales que definen la superficie que ocupa el Módulo de Plantación, la cobertura de cada estrato vegetal y la cobertura total, que puede rebasar el 100% porque los estratos se sobreponen; la paleta vegetal cuantitativa que contiene

los datos de los cálculos numéricos que marcan la frecuencia de cada especie en el Módulo de Plantación; su representación gráfica en planta permite la ejecución de la plantación, en alzado prefigura la fisonomía de la propuesta y, actualmente, la representación virtual permite comprender el carácter del sitio así como corregir los elementos que confieren legibilidad.

La propuesta es la apreciación estética como camino a la conservación, lograda a través de la aplicación de la técnica de diseño Módulo de Plantación, alimentada por los conocimientos generados en la ciencia de la ecología.

## **BIBLIOGRAFÍA**

AUSTIN M.P. (2005), "Vegetation and environment: discontinuities and continuities" en eddy van der maarel, Vegetation Ecology, Blackwell Publishing, Gran Bretaña.

BOX E. & K. FUJIWARA (2005), "Vegetation types and their broad-scale distribution" en eddy van der maarel, Vegetation Ecology, Blackwell Publishing, Gran Bretaña.

ching f. (1979), Architecture: form, space and order, An Nostrand Reinhold, USA.

CABEZA A. (1994), Elementos de arquitectura de paisaje, Trillas, México.



TERRADAS J. (2001), Ecología de la vegetación. De la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes, Omega, Barcelona.

VILLAGRAN G.J. (1988), Teoría de la Arquitectura, Facultad de Arquitectura UNAM, México.