

---

## **CENTRO DE ESTUDIOS ARQUITECTÓNICOS, URBANÍSTICOS Y DEL PAISAJE**

---

Presentación del Proyecto CEAUP 2010-2011

Documento Técnico N°1 (DT-N1)

**PROYECTO DESARROLLO DE UN MARCO METODOLÓGICO PARA JERARQUIZAR VARIABLES INCIDENTALES EN AMBIENTES NOCIVOS INTRAURBANOS.**

**Cuerpo de criterios para la evaluación, diseño y construcción de la ciudad, como cuerpo dinámico pero dependiente. Y estructura relacional para el desarrollo de parámetros para un modelo de diseño y gestión de espacios públicos para la efectividad de servicios ambientales.**

---

Investigadora:  
Francisca Ianiszewski Buxton<sup>1</sup>.

**Marzo 2010**

SANTIAGO. CAMPUS ALMAGRO. SEDE VICENTE KOVACEVIC I.  
Av. Santa Isabel 1186 / Casilla 274 – 3 Santiago de Chile / Fono 582 68 91 / E mail [ceaup@ucentral.cl](mailto:ceaup@ucentral.cl)

---

<sup>1</sup> Ecóloga Paisajista. Concursante a Doctora de la Universitat de Barcelona

**PROYECTO DESARROLLO DE UN MARCO METODOLÓGICO PARA JERARQUIZAR VARIABLES INCIDENTALES EN AMBIENTES NOCIVOS INTRAURBANOS**  
**Estructura relacional para el desarrollo de parámetros para un modelo de diseño y gestión de espacios públicos para la efectividad de servicios ambientales.**

---

Investigadora:  
Francisca Ianiszewski Buxton

**RESUMEN DEL PROYECTO**

En este estudio, su nombre lo indica, se quiere desarrollar un marco metodológico y una estructura relacional, que permita jerarquizar variables incidentales en la formación de ambientes nocivos al interior de la ciudad. Con esta información, se pretende en un proyecto posterior, modelar y simular dichas variables, para desarrollar parámetros de diseño urbano que permitan contrarrestar o morigerar los efectos negativos de la configuración y funcionamiento urbano en su propio ambiente.

La investigación, se instala bajo el supuesto que la configuración del espacio urbano; la disposición de sus componentes (edificaciones, calles y avenidas, puentes, parques y plazas, vegetación, cursos de agua; componentes funcionales), su materialidad (materiales de construcción de cada componente), volumetría, espacialidad, y las relaciones existentes entre ellos, y con el propio funcionamiento de la ciudad, generan distintas formas de efectos ambientales. Efectos tales como, turbulencias, bolsones de contaminación, alta refracción de luz, producción de ozono urbano, aumento de la temperatura in situ y deficiente confort para los peatones y habitantes (esto a nivel local); a escala urbana, la isla de calor urbana, producción de contaminantes, y relocalización de contaminantes al interior de la ciudad bajo la capa de inversión térmica, entre otros. Y a escala regional, y en relación al calentamiento global, aportes de gases invernaderos, tanto en su funcionamiento como en su construcción, y deforestación en sus procesos de expansión.

La investigación, permitirá el desarrollo de una matriz relacional que incorporará tanto factores y variables incidentes en los efectos negativos del espacio urbano. Lo que incluye tanto factores y variables físicas, químicas, espaciales y materiales, así como también factores y variables socioculturales, económicas y de mercado. El resultado, que considera tanto el marco metodológico como el desarrollo de la matriz relacional, permitirá por una parte, la construcción de un cuerpo de parámetros de diseño para los espacios urbanos en función de sus posibles efectos ambientales. Y dos, una metodología de evaluación ambiental de los proyectos urbanos.

## 1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

### INTRODUCCIÓN

La ciudad, se puede entender como un proceso dinámico e inevitable, determinado por la naturaleza asociativa y aglutinadora de lo humano y lo social. Cualidades desde donde la ciudad, ha sido construida como un sistema de ocupación territorial, donde se han manifestado históricamente cinco tendencias claramente identificables: localización concentrada de habitantes; modificación de las cualidades ambientales para su instalación en el territorio; uso de tecnologías de amplificación funcional en permanente avance y cambio; y una serie de inclinaciones repetidas en los modos de hacer ciudad a través del tiempo, MARGALEF (1983-93-98) [1], y, diferenciación social al interior de la misma formación cultural emplazada en el espacio urbano, VARELA & MATURANA (1984) [2]; MATURANA (1985) [3 y 4]; BROUDEL (1966) [5]; ANDERSON P. (1986) [6]; MARX (1859) [7]; MAX-NEFF (1996) [8]; NAREDO et al (1999) [9]; entre otros. La totalidad e interrelación de este conjunto de procesos, suelen determinar graves efectos ambientales dentro y fuera del espacio urbano, sobre todo en las ciudades modernas post-industriales.

Como respuesta a este fenómeno, esta investigación (circunscrita a la ciudad de Santiago), quiere en una primera etapa, desarrollar un instrumento metodológico para el análisis físico-ambiental de los fenómenos propios de la operación y funcionamiento de la ciudad. Y por otra parte, y en una segunda etapa, espera construir un cuerpo de modelos de diseño urbano-paisajísticos, que propendan a modificar las reacciones físico-químicas que derivan del actual modelo de intervención urbana, incluidos materiales, volúmenes y superficies construidas, masas vegetales y funciones propias de la ciudad y el espacio urbano.

Esta propuesta, se desarrolla bajo el análisis de las ciudades como sistemas abiertos en intercambios de materiales y de energías con el entorno; y al mismo tiempo, como sistemas cerrados, por constituirse como una estructura artificial que depende de los objetivos de quienes las fundan y conservan.

En tal sentido, la ciudad correspondería a un sistema cultural y por tanto artificial, que se transforma y modifica con la técnica, la ciencia aplicada y la historia, incluidos tanto eventos naturales, como sociales. Empero, siempre conservando un mismo objetivo y estructura de relaciones, el que depende siempre de la cultura que la construye, y que le permite operar (a la cultura), según las necesidades estructurales del orden social que la origina. Al mismo tiempo, como sistema operativo y funcional emplazado en el territorio, es abierto a un sin fin de relaciones ciudad-contexto geográfico; entorno y ciudad-componentes urbanos; y componentes urbanos entre sí. La ciudad en sí misma, en términos físicos-químicos-espaciales interactúa en forma pasiva con respecto al ambiente, como un objeto inerte. Sin embargo, dinámico en sus efectos en el clima y ambiente local. Esto, independiente de la presencia y actuación humana, de forma que la ciudad, se encuentra sujeta a procesos que se alejan muchas veces al control humano y a sus propios objetivos fundacionales.

Por una parte, se encuentra el llamado **Metabolismo Urbano**, MARGALEF, (1998-2003) [10], sistema de procesos y relaciones de materiales, gases y energías comprometidas en el funcionamiento de la ciudad moderna. Corresponden en parte a factores no deliberados entre los distintos objetivos culturales que los determinan (calefacción, iluminación, ventilación, transporte, movimiento, aislación, alimentación, metabolismo individual, higiene, a través del consumo energético, materiales, combustión, etc.). Entre sus principales efectos, se encuentran la contaminación atmosférica, la producción de ozono urbano, la isla de calor y turbulencias urbanas, la ocurrencia de olas de temperaturas extremas, y generación concentrada de desechos, entre otros efectos nocivos

ambientalmente. Este fenómeno se desarrolla al interior de la ciudad y en su entorno geográfico, y como tal se le debe estudiar a escala regional, urbana y local.

Por otra parte, tanto el modelo como el proceso de crecimiento y desarrollo de la ciudad, determinan la intervención, explotación y transformación del territorio en su entorno y en su interior; como también determina los niveles de explotación de materiales fuera de ella. Esto tanto para su construcción y expansión, como para la generación de las energías y materiales necesarios para mantener el funcionamiento de esta ciudad en permanente expansión o densificación. En ese sentido, la ciudad determina ciertos requerimientos de explotación de materiales que irán modificando sus niveles en la medida en que ésta crece y se expande. Este proceso se desarrolla en la relación espacio urbano con el sistema de redes de conexión con las distintas zonas geográficas donde ocurre la explotación de los materiales y la producción energética. En ese sentido, la explotación en sí misma incluye el espacio urbano, regional, interregional, e incluso internacional. De tal manera, se podría decir que la escala de análisis de este proceso debiera ser regional, nacional y global. Lo mismo que el estudio de los efectos de estas relaciones, como es el cambio climático global, IPCC 2007 (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático), estudio que se concentra en la producción de gases culturales de todos los espacios habitados del planeta.

En ese marco, el estudio de la ciudad en términos físico-ambientales, debe abordar necesariamente todas estas escalas de análisis para llegar a resultados efectivos. Esto, porque ambos niveles de efectos resultantes, tanto del metabolismo urbano y como de la explotación para mantenerlo, se generan mayormente a partir de un mismo fenómeno, el modelo de crecimiento y desarrollo de las ciudades modernas. Consecuentemente, las restricciones sobre el crecimiento de uno necesariamente controla la escala de implementación del otro. Esta sería una relación recursiva, que no considera el mercado de valores subjetivos y especulativos en sí mismo, por formar parte de un fenómeno cultural aquí no abordado, sin embargo las restricciones que se puedan instalar para un desarrollo urbano con menores efectos negativos en su metabolismo, influirán necesariamente en el modelo de producción de energías y bienes suntuarios. Como son los materiales requeridos para la construcción de edificaciones monumentales, (Costanera Center, Titanium en la ciudad de Santiago) y otras construcciones no tan grandes pero igualmente suntuarias, además de las grandes carreteras urbanas. O el exceso energético que se requiere para movilizar el parque automovilístico y un sin fin de escaleras mecánicas, ascensores, luminarias, ventiladores, acondicionadores de aire y calefactores que operan en la ciudad.

## **MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE**

### **La ciudad y el metabolismo urbano**

Asociado al crecimiento urbano, se desarrollan una serie de efectos negativos para las poblaciones que habitan dentro y fuera de la ciudad. Las características específicas de estos efectos y sus impactos, dependerán de la naturaleza geográfica del emplazamiento urbano; los modelos de crecimiento y desarrollo que se apliquen; las normativas y niveles de regulación y control institucional; y la aplicación permanente de los nuevos conocimientos emergentes de las experiencias del propio desarrollo urbano.

La sub-producción de materiales y la generación de residuos de distinto orden aumenta y concentra zonificadamente en la ciudad en función de los procesos metabólicos que las producen y de las condiciones geoclimáticas dominantes<sup>2</sup>. De los distintos procesos metabólicos que ocurren en la ciudad, tanto en la producción de artefactos (objetos de amplificación de las cualidades funcionales

---

<sup>2</sup>Esto se puede observar en el mapa de monitoreo de gases de la CONAMA Metropolitana <http://www.conama.cl/rm/568/channel.html>

humanas), como en la operación de servicios; en la industria y en el transporte, se producen grandes cantidades de gases, partículas, humos y vapores. A estos deben agregarse gases propios de los modelos de gestión agrícola, como toxinas de pesticidas y fertilizantes; y los subproductos de la minería y de la industria que se agregan por transporte atmosférico a la mezcla de gases a niveles regionales, e incluso globales. Y por último, agregar la producción de gases atmosféricos propio del metabolismo natural de la tierra. Entre los procesos y gases mayormente contaminantes se cuentan:

- Bromuros agrícolas y cloruros de solventes, refrigerantes y espumantes, son productos que destruyen la capa de ozono en la estratosfera, lo cual incrementa los rayos UV en la superficie aumentando no solo daños al ecosistema sino también con un comprobado incremento del cáncer de piel. Por otro lado, el cloro gaseoso que emana del océano y del uso de cloro doméstico e industrial en superficie, reacciona con hidrocarburos y óxidos nitrosos, produciendo ozono troposférico, al entrar en contacto con rayos UV. El profesor Eric Saltzman<sup>3</sup> (2006) [11], de la Escuela de Ciencias Físicas de la Universidad de California en Irvine (UCI), estima que la fotoquímica del cloro crea como promedio entre 40 y 80 partes por millón de ozono diario en California. En Santiago los NOx son los principales precursores del ozono troposférico. La estación de monitoreo de Las Condes muestra que la norma de O<sub>3</sub> es sobrepasada casi todos los días de primavera y verano.
- Los compuestos orgánicos volátiles (Cov), como el metano, los alcoholes y solventes, son altamente cancerígenos y junto a los óxidos nitrosos y sulfurosos forma ozono urbano. Estos últimos, son producidos por combustión de fósiles; solventes industriales y domésticos; espumantes, aerosoles, industria química, bioenergética, distribución de combustibles, uso de adhesivos, asfalto, etc.
- El Monóxido y dióxido de carbono, CO y CO<sub>2</sub>, el primero gas contaminante, y el segundo gas invernadero, son producidos por combustión. El primero se produce en combustión con baja presencia de oxígeno (sobre todo de gas y gasolina), es altamente tóxico para los vertebrados, ya que reemplaza el oxígeno en la hemoglobina de la sangre, provocando la muerte en pocos minutos. El dióxido por su parte, derivado junto con otros gases de la combustión para la producción energética, supera las tasas de absorción natural, mientras además aumenta la deforestación. Sus efectos negativos en la salud, incluyen toxicidad para vertebrados y plantas. Su mayor efecto en la atmósfera es el incremento de calor en las capas bajas, aumentando la inversión térmica.
- Además, en el proceso de combustión a temperaturas se oxida el nitrógeno presente en el aire y son liberados junto a otros gases, compuestos de óxidos de nitrógeno, NOx, (NO y NO<sub>2</sub>). Si bien se produce en mayor medida NO, al entrar en contacto con el aire se oxida hacia el dióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>, sustancia altamente ácida que genera graves daños en los tejidos orgánicos. Otro compuesto importante en el desequilibrio atmosférico, es el dióxido de azufre, SO<sub>2</sub>. Compuesto que resulta de la combustión del azufre presente en los combustibles fósiles, y de procesos minerales e industriales.

Todos estos compuestos forman además la mezcla de los llamados gases invernaderos, el material particulado no es invernadero, sino todo lo contrario cuyo efecto global acumulado es el calentamiento global PICC, (2007) [12], y en el ámbito local, contribuye a la construcción y engrosamiento de la capa de invernadero sobre algunas ciudades. Es decir, estos gases en su ciclo de vida, producen efectos donde son emitidos y fuera de la región de emisión.

Agregado a esto, se cuentan los factores pasivos, que corresponden a las estructuras físicas necesarias para llevar a cabo todas las funciones y operaciones al interior de la ciudad, y su conectividad fuera de ella. La materialidad y dimensión de ellas, generan formas de intercambio físico-químico con el ambiente, que producen reacciones tales como, absorción y liberación de calor, refracción de la luz y re direccionamiento de las fuentes de calor natural, entre otros fenómenos.

<sup>3</sup> [http://educacion.upeu.edu.pe/ediciones/0806/noticias\\_MC.html](http://educacion.upeu.edu.pe/ediciones/0806/noticias_MC.html)

También se debe incluir plazas y parques, porque los modelos de diseño de la arquitectura paisajística tienden al uso de grandes superficies abiertas y cementadas y las superficies vegetadas a veces no cumplen las funciones ambientales que se buscan. Esta última consideración, hace necesario el desarrollo de criterios para la remodelación del paisaje urbano.

Al respecto, se han desarrollado estudios sobre la captación de partículas, BRUSE M<sup>4</sup>. et al, (1999) [13]; (2007) [14], variaciones locales en la temperatura y el viento, BRUSE & SKINNER (1999) [15] que ejerce la vegetación, incluidos techos forestados. Sin embargo no arrojan en sus resultados, metodologías para el diseño urbano ambientalmente efectivos para los servicios que se quieren concretar, más que a niveles de recomendación.

### Fenómenos dinámicos derivados de factores pasivos

Las ciudades cubren una serie de necesidades humanas y culturales presentes en la mayoría de las sociedades del mundo. Esto, tanto por las funciones que en ella operan, como por los espacios de desarrollo social. Para ello en las ciudades hay estructuras físicas de distinto orden que cumplen también distintas funciones. Entre ellas se cuentan las edificaciones como casas, edificios habitacionales, de oficinas, comercio y servicios públicos y privados, los que pueden ser de mediana, pequeña o gran altura; y de gran, pequeña o mediana extensión en el plano. También hay obras planas, como veredas, paseos peatonales, calles, avenidas, carreteras y nudos viales por donde transitan las personas caminando o en vehículos mecánicos o motorizados respectivamente, también se deben agregar los estacionamientos para dichos vehículos. Todo esto, en relación funcional y espacial con las edificaciones. Además, en mayor o menor grado, hay plazas, parques, los que se componen de planos despejados de distintos materiales y de vegetación, que puede ser arbórea, arbustiva, de *cubresuelos* y herbáceas (plantas de menor tamaño y generalmente sin corteza), y a veces también suculentas (como el aloe, el agave y la puya) y cactáceas, así como hay también en mayor o menor medida arbolado urbano. En la ciudad o en su periferia, hay también obras industriales, las que antiguamente eran en su mayoría edificaciones de obra gruesa. Como Machaza en la ciudad de Santiago, en la ribera norte del Zanjón de la Aguada, antiguo límite de crecimiento urbano de la ciudad. Actualmente, las industrias se instalan en galpones metálicos de diverso volumen.

Cada uno de estos componentes tiene también otros elementos necesarios para cumplir su función, como vidrios y metales de distinto tipo, y a veces también madera. Los que son parte constituyente e indispensable del propio fin de la obra construida, como el vidrio de una ventana o la madera de una puerta en el caso de una vivienda. Así mismo, y en torno a su función y flexibilidad operacional, se ha definido como materialidad funcional sine qua non el hormigón armado y el cemento para la construcción de edificaciones, pavimentos para vías vehiculares y peatonales, estacionamientos, puentes, acueductos, piscinas, piletas entre otros. Material compuesto, semejante a la piedra, elaborado con puzolana, más arena, ripio y agua en distintas proporciones según función, además de la enfierradura cuando es hormigón armado. Material también relevante de la configuración urbana, corresponde al ocupado en la techumbre de las edificaciones, que en el caso de los edificios altos desde siglo XX en adelante, son mayormente de hormigón armado. Las techumbres de construcciones unifamiliares, son mayormente metálicas y a veces de tejas de arcilla o tejas de fibras, en las construcciones antiguas también encontramos tejas de madera. También hay edificaciones de madera y ladrillos de arcilla pagados con mortero (cemento más arena y agua), a veces el ladrillo también se estructura con fierros. Etc.

---

<sup>4</sup> Cabe destacar que este autor propone un modelo matemático para la predicción de niveles de captación de partículas PM10, en un determinado periodo de tiempo.

Estos y otros componentes con sus materiales, dimensiones y volumetrías, ocupan un lugar en la ciudad, y se relacionan entre ellos tanto espacial como materialmente, y también por su disposición con respecto al recorrido del sol. En dichas relaciones, sin la intervención de variables y factores propios del funcionamiento y operación de la ciudad, se producen indefectiblemente, varias formas de interacciones y efectos ambientales. Los que escala local, son también independientes de su localización geográfica, no así en la intensidad de los mismos. Entre ellos destacan fenómenos de turbulencia local, túneles de viento en algunas calles, zonas de altas temperaturas locales, zonas de bajas temperaturas locales, zonas de sombra permanente y variable, zonas o momentos de alta refracción de la luz solar, acumulación y pérdida de calor, etc. Estos corresponden a fenómenos físicos puros y de escala local. A estos efectos, se les debe integrar en el proceso la actividad química, el intercambio gaseoso que se produce entre los materiales de los componentes y elementos urbanos, y entre ellos y la atmósfera urbana. Que algunas veces se dan sólo en determinadas condiciones climáticas, o, varían en su intensidad según las características temporales del factor de perturbación propiamente tal. Algunos de los efectos químicos de los intercambios gaseosos de la configuración urbana, son independientes y sólo se intensifican con la operación cultural y funcional de la ciudad. Otros son altamente dependientes de ellas, como los gases industriales y de motores catalíticos que influyen directamente en la producción de gases, como dióxido de carbono y ozono urbano, óxido nítrico y sulfuroso, lo mismo que la presencia de piletas con agua clorada y el cloro que se evapora de ellas.

Por otra parte, y en función de su localización geográfica, las ciudades son atravesadas por cursos de agua, se encuentran rodeadas de sistemas montañosos, a veces por planos. Las ciudades también pueden estar rodeadas por campos de cultivos, bosques, o montañas boscosas, o suelos degradados, o a la orilla del mar y estar rodeadas de cerros por una parte y dunas por la otra, etc. Es decir, las ciudades se pueden emplazar en distintas configuraciones geográficas, ecológicas y funcionales. Y dependerá de las decisiones sobre el uso del suelo y sus componentes naturales, los efectos en los niveles de conservación y *artificialización* de los mismos, así como los servicios ambientales que estos puedan entregar al grupo humano que habita en la ciudad y en su periferia. Así como también dependerán de los niveles de conservación y formas de usos, los efectos negativos que estos componentes y estructuras puedan ejercer sobre la población. O simplemente, como las influencias geográficas y climáticas locales (muchas veces modificadas por las actividades culturales) influyen en la formación de algunos de los efectos ambientales negativos más conocidos del funcionamiento urbano, como la contaminación por CO<sub>2</sub> y su conservación en la atmósfera urbana por los efectos de la inversión térmica local natural o geográfica, por ejemplo.

### **Factores culturales de desarrollo. Variables dependientes**

“...las necesidades humanas fundamentales son pocas, delimitadas y clasificables. Segundo: las necesidades humanas fundamentales son las mismas en todas las culturas y en todos los períodos históricos. Lo que cambia a través del tiempo y de las culturas es la manera o los medios utilizados para la satisfacción de las necesidades.

Cada sistema económico, social y político adopta diferentes estilos para la satisfacción de las mismas necesidades humanas fundamentales. En cada sistema éstas se satisfacen (o no) a través de la generación (o no generación) de diferentes tipos de satisfactores. Uno de los aspectos que define una cultura es su elección de satisfactores. Las necesidades humanas fundamentales de un individuo que pertenece a una sociedad consumista son las mismas del que pertenece a una sociedad ascética. Lo que cambia es la cantidad y calidad de los satisfactores elegidos, y/o las posibilidades de tener acceso a los satisfactores requeridos.

*Lo que está culturalmente determinado no son las necesidades humanas fundamentales, sino los satisfactores de esas necesidades. El cambio cultural es consecuencia -entre otras cosas- de abandonar satisfactores tradicionales para reemplazarlos por otros nuevos y diferentes". MANFRED MAX-NEEF et al (1986) [8].*

**En el contexto de los objetivos culturales y sociales de la ciudad, se debe considerar también que los modelos de uso de suelo, corresponden a constructos (elaboraciones culturales) sobre cómo deben ejercerse las relaciones espacio-tiempo-personas, incluidos los modelos de producción.** Lo que incluye también los modelos socio-productivo en que se desarrolla el orden social. De manera tal, que la ciudad se construye no solo para satisfacer necesidades funcionales, si no también preceptuales, sociológicas, espirituales, morales, productivas y económicas. Donde los *satisfactores* culturales (IBÍD.), imprimen finalmente los contenidos formales y espaciales a la expresión territorial de los emplazamientos humanos. Esto tanto en materiales como en dimensión, proporción y localización de las obras estructurales en relación a la comunidad donde se instala, sobre todo en cuanto a premisas de confort, nivel y calidad de vida. Construyéndose la ciudad, muchas veces en función de satisfactores que son más culturales, que propios de las necesidades humanas, MAX-NEEF (IBÍD.).

Desde esa perspectiva, en el estudio de los efectos ambientales de la ciudad se hace necesario también tener en cuenta, por una parte: la diferenciación con el otro y función socio-productiva y puramente social de los integrantes en la formación cultural, VARELA & MATURANA (1984) [2]; MATURANA (1985) [3 y 4]; BROUDEL (1966) [5]; ANDERSON P. (1986) [6]; MARX (1859) [7]; MAX-NEEF (1996) [8]; NAREDO et al (1999) [9]. Y por otra parte, poner atención, en las distintas percepciones de la realidad en los procesos de observación, uso y valoración territorial y material de los individuos de una formación social piramidal y multicultural, COSGROVE (2002) [12]; VARELA (1984) [2]; MATURANA (1985); (S.F.) [3 y 4]; VENDER-ZÖLLER (2004) [16]. Fenómenos expresados y representados en la escala, diseño y materialidad de las intervenciones urbanas, edificaciones y obras de infraestructura en general.

Se hace necesario destacar en este punto, que tanto dentro como fuera del territorio urbano, la escala de intervención actuaría de modo recursivo<sup>5</sup>. En ese contexto, se desarrolla un proceso de acreción en los efectos negativos de la propia ciudad. Proceso en que se imposibilita además, la recuperación y conservación de los equilibrios energéticos y de materiales naturales en niveles locales, regionales y globales. Donde las escalas de intervención en los modelos de usos del suelo, (dentro y fuera de la ciudad) juegan un papel preponderante.

En el sentido de lo anterior, cabe destacar además, que la escala de actuación, controla necesariamente las externalidades directas de cada intervención en su entorno local. Esto porque la escala de la intervención, se comportaría en sí misma como un factor determinante en la intensidad de los efectos e impactos ambientales resultantes de la propia intervención, DE BOLÓS (1987) [17], MARGALEF (1998; 2003) [1 y 10] NAREDO & VALERO (199) [9].

---

<sup>5</sup> Recursividad: fenómeno en que los efectos del sistema son incorporados a él.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA (EN ORDEN DEL TEXTO)

- [1] MARGALEF RAMÓN. **Ecología**. Omega, Barcelona. 1983. **El Marco Ecológico para Iluminar la Sociedad Actual Barcelona**. 1998. CF+S. CIUDADES PARA UN FUTURO MÁS SOSTENIBLE. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X. **Teoría de los Sistemas Ecológicos**. Universitat de Barcelona. 1993.
- [2] VARELA FRANCISCO **Dominios Conductuales** en: "El Árbol del Conocimiento" VARELA FRANCISCO & MATURANA HUMBERTO 1984
- [3] MATURANA HUMBERTO **Biología Del Fenómeno Social**. 1985
- [4] MATURANA HUMBERTO **Modo de vida y cultura** <http://www.enfocarte.com/4.23/filosofia.html> (S.F.)
- [5] BRAUDEL FERNAD. **Las civilizaciones Actuales. Estudio de Historia Económica y Social**. EDITORIAL TECNOS. MADRID, 1966.
- [6] ANDERSON, PERRY. **Transiciones de la Antigüedad al Feudalismo**. SIGLO XXI EDITORES. 1986
- [7] MARX KARL **Contribución a la Critica de la Economía Política**. 1859 Traducción de Zur Kritik Der Politischen Ökonomie. Siglo veintiuno editores. 1980
- [8] MAX-NEEF, MANFRED; ELIZALDE, ANTONIO Y HOPPENHAYN, MARTIN. **Desarrollo a Escala Humana**. 1996
- [9] NAREDO PÉREZ, JOSÉ MANUEL; VALERO CAPILLA ANTONIO. **Desarrollo Económico y Deterioro Ecológico**. Fundación Argentina-Visor Dis. Madrid, 1999.
- [10] MARGALEF RAMÓN. **El Marco Ecológico para Iluminar la Sociedad Actual Barcelona**. 1998. CF+S. CIUDADES PARA UN FUTURO MÁS SOSTENIBLE. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X (publicación en 2003)
- [11] FINLEY, BRANDON & SALTZMAN, Eric. **El cloro puede contribuir a la formación del ozono** Recuperado en 03/08/2006 [www.amazings.com/ciencia/noticias/280706a.html](http://www.amazings.com/ciencia/noticias/280706a.html)
- [12] PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO OMM PNUMA **Cambio Climático 2007: la Base Física de las Ciencias**
- [12] COSGROVE, DENIS. **Observando la Naturaleza: el Paisaje y el Sentido Europeo de la Vista**. Boletín de la A.G.E. N.º 34 - 2002, págs. 63-89 Universidad de California, Los Ángeles.
- [13] BRUSE M., THÖNNESSEN M., RADTKE U. **Practical And Theoretical Investigation Of The Influence Offacade Greening On The Distribution Of Heavy Metals In Urban Streets**. 1999. <http://www.envi-met.com/>
- [14] BRUSE MICHAEL. **Particle Filtering Capacity Of Urban Vegetation: A Microscale Numerical Approach**. 2007. <http://www.envi-met.com/>
- [15] BRUSE MICHAEL & SKINNER CAROL J. **Rooftop Greening And Local Climate: A Case Study In Melbourne**. 1999. <http://www.envi-met.com/>
- [16] VERDEN-ZÖLLER GERDA. **El Juego en la Relación Materno Infantil: Fundamento Biológico de la Conciencia de sí mismo y de la Conciencia Social**. En : **Cultura Patriarcal. Amor y Juego. Fundamentos Olvidados de lo Humano. Desde el Patriarcado a la Democracia**. VERDEN-ZÖLLER GERDA, MATURANA HUMBERTO Editorial Instituto de Terapia Cognitiva. 2004
- [17] DE BOLOS I CAPDEVILA, MARÍA **La Tendencia del Paisaje Integrado en Geografía**. II Encuentro de Geografía : Euskal Herria-Catalunya : 1987.

## BIBLIOGRAFÍA REVISADA NO CITADA

- 1) JESIONEK KAI, BRUSE MICHAEL **Impacts of vegetation on the microclimate: modeling standardized building structures with different greening levels**
- 2) Institute of Geography, University of Bochum, Germany
- 3) DOMÍNGUEZ C JUAN IGNACIO; JUNGSMANN D. RICARDO; MIRANDA S. MARCELO; VARGAS R. ALEJANDRA; IRARRÁZABAL S. RICARDO; PEÑA U RICHARD; **"Forestación urbana, una alternativa real para combatir la contaminación ambiental"** Camino Al Bicentenario,

**Propuestas Para Chile Concurso Políticas Públicas 2009** Congreso Nacional, MINSEGPRES, MIDEPLAN y FOSIS 26 de noviembre de 2009

- 4) **ULRIKSEN U., PABLO. Contaminación Atmosférica De Santiago.** 1992. CONYCIT
- 5) HUGO ROMERO; MELANDRA MOLINA **Relación Espacial Entre Tipos de Usos y Coberturas de Suelos En Islas De Calor En Santiago De Chile.** Departamento de Geografía, Universidad de Chile. Laboratorio de Medioambiente y Territorio. Proyecto Fondecyt 1050423
- 6) PEÑA ARAYA, MARCO. **“Relación Espacial y Estadística Entre las Islas de Calor de Superficie, Coberturas Vegetales, Reflectividad y Contenido de Humedad del Suelo, en la Ciudad de Santiago y su Entorno Rural”** en **Evaluación de los efectos geográfico-ambientales del Crecimiento Urbano Metropolitano Mediante el Analisis de las Áreas Totales de Impermeabilización, Islas De Calor y Ecología De Paisajes, 2005-2008** CONYCIT <http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/ap/interfacultades/p2006328154penaromero.doc>
- 7) HUTTNER, SEBASTIAN, BRUSE, MICHAEL, DOSTAL, PAUL, KATZSCHNER, ANTJE GUTENBERG, JOHANNES. **Strategies for mitigating thermal heat stress in central european cities: the project klimes.** *The seventh International Conference on Urban Climate, 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan*
- 8) BRUSE M., THÖNNESEN M., RADTKE U. **Practical And Theoretical Investigation Of The Influence Offacade Greening On The Distribution Of Heavy Metals In Urban Streets Michael Bruse. Particle Filtering Capacity Of Urban Vegetation: A Microscale Numerical Approach** *The seventh International Conference on Urban Climate, 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan*
- 9) BRUSE MICHAEL & SKINNER CAROL J.. **Rooftop Greening And Local Climate: A Case Study In Melbourne**

## PRENSA

MARTIN KEMPF CLARAMUNT. **El lado B del ozono: Especialistas de la USM estudian sus efectos como contaminante urbano** Universidad Técnica Federico Santa María 20/8/2009 Periodista Dirección General de Comunicaciones Universidad Técnica Federico Santa María Edición: Universia / RR Fuente: Universidad Santa María [http://www.universia.cl/portada/actualidad/noticia\\_actualidad.jsp?noticia=146610](http://www.universia.cl/portada/actualidad/noticia_actualidad.jsp?noticia=146610)

## INSTITUCIONAL

- 1) GORE-UNIVERSIDAD DE CHILE-GTZ. **DIAGNOSTICO DEL TERRITORIO DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO.** Gobierno de Chile, marzo 2003.
- 2) GORE-UNIVERSIDAD DE CHILE-GTZ. **ATLAS SOCIOECONÓMICO REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO.** Gobierno de Chile, 2006
- 3) GORE-UNIVERSIDAD DE CHILE-GTZ. **PLANIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL TERRITORIO** Guía Metodológica. Gobierno de Chile, 2002
- 4) CENTRO DE DESARROLLO MEDIOAMBIENTAL. UNIVERSIDAD CENTRAL DE CHILE. **Contaminación Atmosférica en Santiago. Calderas Industriales.** Abril 2008
- 5) GORE-UNIVERSIDAD DE CHILE-GTZ. **Proyecto Bases para el Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable de la Región Metropolitana de Santiago.** Informe Final. Gobierno de Chile, diciembre 2005.

## SITIOS WEB

<http://www.envi-met.com/>

<http://eetd.lbl.gov/HeatIsland/PUBS/>



## 2.- HIPÓTESIS Y PREGUNTAS DE TRABAJO

### Hipótesis del proyecto

La configuración de las estructuras urbanas y sus relaciones espaciales y territoriales, son determinantes en la calidad ambiental de la ciudad. Ya que entre ellas, y entre ellas y el ambiente, se desarrollan interacciones físico-químicas, que influyen en la ventilación y renovación de la atmósfera urbana, y a la vez, condicionan y modifican la temperatura local y general. De la misma manera, la reconfiguración de ciertas relaciones constructivo-funcionales (espacialidad y materialidad) al interior de las ciudades, debiera modificar parte de los efectos ambientales negativos que genera la ciudad actual.

Entre las estructuras urbanas, las únicas que presentan valor ambiental son las que incluyen presencia de vegetación, sobre todo las que corresponden a espacios de uso público y de forestación urbana. Sin embargo, la configuración y composición de las mismas, puede generar efectos ambientales secundarios adversos tales como zonas de detención y acumulación de aire contaminado y la emanación de compuestos orgánicos volátiles (COVs), que colaboran con la construcción de ozono urbano. A la vez, los espacios públicos se componen en general de grandes superficies pavimentadas, las que contribuyen al aumento de temperatura en la ciudad y en el área local de tránsito peatonal, y generan además, alta refracción de la luz, dos factores de incomodidad peatonal.

De tal manera, se puede decir, que las actuales configuraciones de espacios públicos, más allá de las falencias en su dotación y distribución, en sí mismas, no son ambientalmente eficientes en sus servicios ambientales y sociales. Lo que agrava aún más la condición ambiental de la ciudad.

En tal sentido, el estudio detallado de las relaciones físico-químicas desarrolladas en las interacciones entre las distintas configuraciones urbanas y los espacios públicos y forestados presentes en una ciudad, y la construcción de parámetros de diseño que apliquen estos nuevos antecedentes al espacio público, podrán hacer efectivos los servicios ambientales esperados, sobre todo en relación a la forestación urbana.

Por otra parte, debiera ser posible, a partir de la información existente y nuevos antecedentes de campo, desarrollar parámetros de diseño para el espacio urbano, donde las interacciones que se desarrollen entre ellos y el ambiente, sean realmente efectivos y permitan el manejo y control de efectos secundario.

### Preguntas:

- ¿En qué contextos urbanos, las zonas forestadas contribuyen a provocar áreas de acumulación de aire contaminado? ¿En qué configuraciones de forma, superficie y composición vegetal, se acumula el aire contaminado? ¿Se acumulan más contaminantes en presencia de especies con mayor tasa de fijación de partículas, o depende mayormente de la morfología total de la masa vegetal? ¿En estas zonas de acumulación de aire contaminado, se produce mayor concentración de ozono urbano?
- ¿Qué especies vegetales producen COVs y en cuanta concentración? ¿Estas concentraciones, varían en las distintas épocas del año? ¿Qué variables geográficas y ambientales inciden en su concentración? ¿De qué manera? ¿La concentración de COVs producida por las plantas, varía según la hora del día? ¿A qué distancia de las fuentes fijas y móviles de NOx y SOx, la producción de COVs de la vegetación produce ozono urbano; qué variables geográficas ambientales influyen, y cómo?
- ¿Qué superficies vegetadas con respecto a las pavimentadas reduce efectivamente la temperatura? ¿cuánta disminución de temperatura en función de dichas superficies genera

gradientes barométricos suficientes para promover movimientos de aire que ventilen el área urbana? ¿Estos gradientes barométricos y consecuentes movimientos de aires, contribuyen en la formación de bolsones de aire contaminado en otras áreas? ¿Se pueden planificar estas tensiones físico-ambientales para aislar las zonas de aire contaminado de las personas?

- ¿Cómo planificar y ordenar la forestación urbana para conducir a una efectiva ventilación urbana y no promover bolsones de aire contaminado y áreas de formación de bolsones de aire contaminado?
- ¿Cómo armonizar la seguridad física y perceptual de los usuarios con la aislación de contaminantes viales y las áreas de alta refracción lumínica?, ¿cómo armonizar las funciones socioculturales y operativas de los espacios públicos en términos de superficie y materialidad con la eficiencia ambiental? ¿cómo armonizar la permeabilidad del suelo con las funciones socioculturales y operacionales de los espacios públicos?

En términos específicos de ciertas funciones de los espacios públicos:

- ¿Cómo armonizar el servicio ambiental, el confort de los usuarios, las funciones socioculturales y operativas en parques inundables? ¿y cómo armonizarlos en las nuevas tipologías de plazas sobre estacionamientos subterráneos? ¿Se pueden armonizar las funciones de parque inundable y plaza estacionamiento con el servicio ambiental específico de permeabilidad del suelo?

La búsqueda de estas y otras respuestas, a través del estudio detallado de las interacciones que se dan en las distintas configuraciones de espacios públicos y forestados urbanos; podrán contribuir a la construcción de parámetros de diseño, para hacer efectivos los servicios ambientales esperados de este tipo de intervención. Sobre todo en relación a la forestación urbana. Es decir, es posible desarrollar parámetros de diseño para el espacio público urbano, donde las interacciones que se desarrollen entre ellos y el ambiente, sean realmente efectivos y permitan el manejo y control de efectos secundarios como zonas de acumulación de contaminantes y generación de ozono urbano a partir de compuestos orgánicos volátiles de la vegetación.

### 3.- OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

#### Objetivo General

*Identificar y desarrollar un conjunto de parámetros y variables físicas, ambientales, sociales y económicas para la elaboración de un modelo de gestión multidimensional del espacio público, orientado a la eficiencia socio-ambiental al interior de la cuenca de Santiago, dentro del ámbito urbano.*

#### Objetivos Específicos:

2. Identificar las áreas, ámbitos, dimensiones y variables que interactúan y modifican las relaciones socioambientales de los espacios públicos en el contexto metropolitano.
3. Identificar y jerarquizar las variables definidas como críticas (\*) en función de las interacciones con el sistema socio ambiental.
4. Elaborar un modelo multidimensional de gestión del espacio público que integre las distintas dimensiones identificadas, y se articule en función de las variables críticas identificadas.
5. Definir las tipologías de espacio público en función de los productos del funcionamiento urbano y caracterizar sus parámetros constitutivos.

- 6.** Establecer y clasificar los parámetros de las variables identificadas según las dimensiones del modelo conceptual.
- 7.** Presentar una propuesta de criterios y elementos para un Modelo de diseño urbano y espacios públicos.
- 8.** Identificación de los valores culturales implícitos en el actuar social. Representación en el orden social y su significancia territorial
- 9.** Identificación de las tendencias de uso del suelo al interior de los fenómenos de diferenciación social, incluidos el diseño urbano-paisajísticos, sus contenidos, materialidad, especialidad, volumen; y segregación social
- 10.** Tendencias culturales de desarrollo y necesidades de crecimiento urbano
- 11.** Diferenciación de Proyecciones de crecimiento económico y material
- 12.** Identificación de umbrales de diferenciación entre necesidades humanas y satisfactores culturales, MAX-NEFF, con representación territorial
- 13.** Identificación y diferenciación de valores subjetivos y reales
- 14.** Identificación de costos reales y subjetivos

(\*) Entendiéndose como críticas, a aquellas variables que determinan, en la interacción del sistema socio-ambiental, efectos bajo los cuales éste se ve alterado, deteriorado, degradado, superando incluso los límites admisibles para su conservación.

**4.- METODOLOGÍA** (Caracterice el método que utilizará para abordar los objetivos; considerando todos los aspectos metodológicos: muestra, técnicas y procedimientos para la recolección de información, tipo y procedimientos de análisis, etc.). **La extensión máxima de este punto es de 3 páginas)**

La investigación aborda desde una perspectiva multidimensional el problema de los espacios públicos y la efectividad de los mismos en sus funciones y servicios socio-ambientales. De tal modo, recoge e integra criterios y antecedentes socioculturales, socioeconómicos y ambientales. Para ello, se desarrollarán dos líneas paralelas de investigación, una de gabinete, en la búsqueda de indicadores internacionales validados en esas miradas de aproximación al tema de estudio; y el estudio de campo para la recolección de nuevos antecedentes y construcción de información. Los antecedentes levantados en trabajo de campo serán georeferenciados y relacionados con la totalidad de la cuenca donde se instala el estudio.

El proceso investigativo incluye la investigación bibliográfica y el estudio fenomenológico y estadístico de los espacios públicos, el análisis de datos, la integración de indicadores validados internacionalmente en función de criterios socioambientales y económicos, y la aplicación de variables que permitan simular situaciones posibles y estudiar sus efectos.

La salida de datos, permitirá extraer rangos de uso del suelo para la posterior construcción de parámetros de diseño, planificación y modelos de gestión para construcción y conservación espacios públicos efectivos en sus funciones socioambientales.

## 5.- PLAN DE TRABAJO

El carácter del estudio es multidimensional, te tal forma que incluye las miradas social, económica y ambiental como los tres grandes enfoques al problema de efectividad socioambiental de los espacios públicos. Esto significa en la implementación del estudio, la actuación e interacción permanente de las disciplinas sociales, ambientales y económicas en el análisis de las interacciones entre estos espacios y su entorno. Así como significa también el traspaso permanente de los antecedentes en una matriz de cruce de información que permita la extracción de parámetros de diseño

## 6.- PROPUESTA DE DIFUSIÓN: PUBLICACIONES, CONGRESOS, PATENTES

Los distintos resultados desde las perspectivas de los enfoques individuales de las disciplinas que participan en el estudio, serán postuladas a revistas indexadas y dentro del sistema de publicaciones de ScELO Chile (Scientific Electronic Library Online). Así mismo, parte de los avances serán publicados también en los soportes disponibles en el Centro de Estudios Arquitectónicos y del Paisaje (CEAUP), en sus revistas D&UP (ISSN 0717- 9758) y AmbienteTotal (ISSN 0717-9839).

Se planifica el desarrollo de un seminario donde se promuevan los avances al interior de esta facultad (FAUP), así como su promoción en congresos internacionales aún no definidos.

Tanto los avances, como seminarios y el producto final serán difundidos en prensa nacional.

## 7.- TRABAJO ADELANTADO POR LA INVESTIGADORA

ANEXO 1

Esquema de relaciones socioambientales en la ciudad. Parte 1



