

0.- Introducción

0.1. - Objetivo de la tesis.

La presente tesis de doctorado tiene como objetivo generar un método de análisis y evaluación de las intervenciones arquitectónicas en comunidades aisladas en áreas de alto valor ambiental, utilizando como herramienta el análisis del ciclo de los materiales.

Por medio del método, que tiene como punto de partida el análisis de los materiales para la construcción y la habitabilidad de la arquitectura, se pretende conocer los flujos y depósitos que el grupo humano analizado utiliza del medio local y del medio foráneo, así como las relaciones que se establecen entre los materiales, las estrategias productivas para acceder a los territorios donde se producen, la multiplicidad de sus formas de usos, las reutilizaciones y el tipo de depósitos que al final de la vida útil pueden retornar al medio natural o permanecer como focos contaminantes en el mismo.

La obtención de esta información nos permitiría conocer la capacidad del sistema establecido entre el medio y el grupo humano para soportar posibles intervenciones arquitectónicas, que no solamente se reducen al espacio arquitectónico sino a todos los demás aspectos interrelacionados en la vida de una familia, como materiales para la combustión, acondicionamiento térmico, utensilios domésticos, herramientas de trabajo, alimento, etc., pero que sobre todo corresponden a una superficie territorial productiva y accesible. Bajo esta perspectiva de interrelaciones, el análisis de las intervenciones arquitectónicas podría ayudar a definir la geografía humana de los asentamientos.

La aplicabilidad de este método se expresa en tres escalas sobre las que se pretende obtener resultados. En primer lugar, el método se aplica a la comunidad aislada de Metzabok que está insertada en el área natural protegida de la Selva Lacandona de Chiapas, México. Este caso de estudio se entiende como un paradigma de posibles intervenciones arquitectónicas inminentes a la existencia de los grupos humanos, que ya estaban establecidos previamente a la delimitación de protección ambiental y habían permanecido en una supuesta relación simbiótica con el medio ambiente. Así mismo, las intervenciones pueden ser motivadas por las emergentes actividades de servicios turísticos, implantadas recientemente en este tipo de comunidades y áreas de alto valor

ambiental, como alternativa de actividades productivas a la comunidad local.

En segundo lugar, la tesis pretende que el método propuesto sea aplicable a otras comunidades y áreas de alto valor ambiental del planeta, en las cuales exista el planteamiento de analizar y evaluar los posibles efectos de las intervenciones arquitectónicas antes de efectuar cualquier actuación.

Y en tercer lugar, a partir de los resultados del análisis aplicado a Metzabok y las reflexiones metodológicas de la aplicación del método, se pretende incidir de forma general en la problemática de la sostenibilidad, el marco conceptual en el que se aborda y el papel que juega en ello la arquitectura.

0.2. - Hipótesis de partida y bases conceptuales.

El cierre de ciclos, como condición de sostenibilidad, supone el enunciado básico que sostiene la justificación metodológica de esta tesis. Asumido como paradigma dentro del grupo del doctorado que trabaja sobre sostenibilidad y arquitectura del programa de máster de Investigación en la Energía y el Medio Ambiente en la Arquitectura de la Universidad Politécnica de Cataluña, la necesidad de asegurar el cierre de los ciclos materiales en los procesos técnicos -eso es, de retornar los residuos generados a la calidad de recursos- se plantea como una exigencia que redefine el campo de la arquitectura y con él, la tarea del arquitecto y los instrumentos que debe utilizar.

Aunque ha sido desarrollado con profundidad por diversos autores y es asumido por numerosos grupos de investigación, el paradigma del cierre de ciclos materiales reviste aún suficiente novedad como para merecer unas páginas de introducción que permitan enmarcar la tesis dentro de la definición de sostenibilidad que sustenta.

El desarrollo sostenible demanda el mantenimiento de la capacidad productiva del medio para las generaciones futuras. El sistema técnico que soporta el modelo productivo occidental, hoy en día dominante en el planeta, se basa en la utilización constante y acelerada de recursos del medio, lo cual ocasiona la disminución del capital natural disponible en el futuro. A su vez, genera un flujo simétrico de residuos que, debido a la base mineral de la mayoría de los materiales que usa, ocasiona el deterioro de los sistemas biosféricos sobre los que se vierten.

Gracias a la disponibilidad de potencia que permite el uso generalizado de combustibles fósiles y nucleares, el sistema técnico accede de forma sistemática a los recursos minerales como fuente de materiales, lo que le permite responder al modelo de crecimiento continuo que el sistema económico le demanda. El retorno, en forma de residuos, de estos materiales de origen mineral al medio es, al mismo tiempo que la explotación mineral de la biosfera, la causa de la insostenibilidad ambiental de dicho modelo productivo.

El crecimiento económico que sustenta el sistema social occidentalizado -y que hoy se propone en forma de globalización para todo el planeta- implica el aumento continuado del valor del conjunto de bienes y servicios producidos por la sociedad. Pero este aumento sólo es posible a través de la aceleración del sistema productivo mediante el uso de una cantidad cada vez mayor de recursos para producir esos bienes y servicios.

Ya hace tiempo que se estableció ésta íntima relación entre crecimiento económico, industrialización y contaminación. Edward A. Wrigley, historiador de la población que ya recoge como definición de industrialización su relación directa con el crecimiento económico *se dice que tiene lugar cuando la renta real per cápita empieza a crecer de modo constante y sin límite aparente*¹ describió su proceso de gestación en la Inglaterra de los siglos XVII y XVIII a través del cambio de un sistema técnico orgánico hacia un sistema técnico de base mineral que, con el acceso a un depósito prácticamente inagotable de recursos, permitía subvencionar este nuevo crecimiento ilimitado.

El sistema productivo tradicional de base orgánica, substituido por la revolución industrial, veía limitadas sus posibilidades de crecimiento de la producción a las mejoras en el conocimiento y control de los sistemas orgánicos que la abastecían. Pese a un siglo precedente de grandes transformaciones técnicas en la agricultura y a las posibilidades que el comercio ofrecía para mejorar la eficiencia del sistema productivo a escala mundial gracias a la especialización, tanto Adam Smith como David Ricardo o Malthus -los padres de la economía política- reconocieron que al final de todas las mejoras no había sino la limitación de la cantidad de tierra disponible para garantizar el crecimiento

¹ E.A.Wrigley (1992). *Gentes, ciudades y riqueza*. Blakwell, Oxford 1987. En castellano en Ed. Crítica, Barcelona 1992.

continuado de la producción y, por lo tanto, su limitación y el estancamiento como futuro ineludible: *En un país que hubiera conquistado la totalidad de las riquezas que la naturaleza de su suelo y clima, y su situación respecto a otros países le permitiera alcanzar, que ya no pudiera por tanto avanzar más pero que tampoco retrocediera, los salarios del trabajo y los beneficios del capital serían probablemente muy bajos.*²

La demanda de carbón para calefacción de la ciudad de Londres puso en marcha un proceso que, sustentado por un feed-back positivo y por otros factores favorables, permitió el desarrollo de máquinas movidas por la energía fósil del carbón y, con la potencia que suministraba, el acceso sistemático de los recursos minerales al poner a disposición la capacidad de extraerlos y refinarlos en cantidades que, hasta aquel momento, sólo podían ser reducidas y destinadas a actividades muy limitadas.

Pero el acceso a los recursos minerales abre también un escenario cualitativamente nuevo para la relación entre las sociedades y su medio. En una sociedad orgánica, los residuos materiales ocasionados por el consumo de los productos generados por el sistema económico son materiales precisos para alimentar la máquina orgánica que produce los recursos, para asegurar el mantenimiento de la capacidad productiva del sistema técnico. El mismo sistema técnico se encarga de reingresar todos los materiales al medio de la forma oportuna. El olvido de tan prudente consigna supone el empobrecimiento de la capacidad productiva del medio y, con ello, de la sociedad que lo explota.

Además, la optimización en el uso de los recursos de ese sistema de productividad limitada obliga a un aprovechamiento sistemático de los recursos obtenidos en procesos de reutilización muy complejos antes de retornarlos al medio. En el sistema técnico industrial, en cambio, los residuos materiales resultantes del proceso de consumo no son precisos para obtener nuevos recursos del medio mineral ya que éste no se reproduce y es prácticamente inagotable -o eso se pensaba- por la magnitud de sus reservas. La cantidad de recursos sólo depende de la disponibilidad de energía para extraerlos y procesarlos, con lo que no existen otras limitaciones a la generación de residuos.

² Adam Smith (1999), *La riqueza de las naciones*, Madrid, España: Editorial Alianza.

Aparece de este modo un elemento conceptualmente nuevo como resultado del cambio de sistema técnico en la sociedad occidental: el residuo como elemento sistemáticamente producido al final del proceso económico. La inutilidad del residuo desvanece su valor económico como material y procede su alejamiento del medio productivo y social para evitar las ineficiencias y los problemas sanitarios que su acumulación ocasiona. Comienza así un proceso progresivo de vertido de residuos, de contaminación del medio con productos desconocidos, en tasa o en composición, por los sistemas naturales que los reciben y, en particular, por la biosfera. Un proceso que es inherente al nuevo sistema técnico y al crecimiento continuado de la producción que deviene ahora posible.

La insostenibilidad del sistema productivo actual sería así genérica; una cualidad propia e inseparable de su propia sustancia. Quedaría, como única posibilidad de romper esta radical insostenibilidad, la consideración que recurso o residuo no son sino conceptos sociales que el cambio técnico puede redefinir hasta el punto de reconocer continuamente nuevas fuentes de recursos y nuevas posibilidades de uso a los residuos y que, por tanto, la evolución tecnológica tiene atributos taumatúrgicos en este asunto.

Esta posibilidad, defendida por los autores instalados en lo que se ha dado en llamar *weak sustainability* y que recoge el enfoque de la economía estándar al reto de la sostenibilidad, precisaría para ser cierta que no existiera diferenciación objetiva entre recursos y residuos, que no se perdiera ninguna propiedad física específica en la transformación de un recurso a un residuo en el proceso de consumo, que se tratara de un consumo social, de un proceso sin bases físicas, únicamente con un sentido cultural.

Nicholas Georgescu-Roegen estableció con claridad la relación entre los procesos productivos del sistema económico y los procesos físicos que los permiten, determinando cómo la diferenciación entre productos y residuos debe medirse en forma de aumento de entropía: *En lo que respecta a su faceta física, el proceso económico consiste en una transformación continua de baja entropía en alta entropía, es decir, en desecho irrevocable o, utilizando una expresión tópica, en contaminación*³.

³ Nicholas Georgescu-Roegen (1996), *La ley de la entropía y el proceso económico*. Harvard University Press. Edición española en Visor-Argentaria, Madrid.

De la misma forma que para el sistema económico es preciso que un producto tenga utilidad para poseer valor (aunque no todo lo que tiene utilidad tenga valor), también es necesario que un producto tenga baja entropía para poseer utilidad (aunque eso no quiera decir que todo lo que tenga baja entropía tenga utilidad).

El mantenimiento para las generaciones futuras de la cantidad de utilidad que suponen los recursos naturales hoy día disponibles implica tanto la necesidad de su valoración como la restitución de su calidad cuando han sido utilizados, eso es, cerrar su ciclo devolviendo los residuos de los materiales utilizados en los procesos técnicos a la calidad de recursos. Ambos enunciados han sido recogidos por J.M. Naredo y A. Valero⁴ en una propuesta que dispone ordenadamente los argumentos para entender esta diferenciación física entre recursos y residuos y sus consecuencias sobre la sostenibilidad.

Pero, hasta qué punto la exigencia de cerrar los ciclos de los materiales en los procesos técnicos puede resultar incompatible con el sistema técnico mineral propio de la revolución industrial que ha permitido el modelo social de progreso, basado en el crecimiento continuo de la producción? Clausurar los ciclos materiales implica recoger los residuos generados por los procesos técnicos y reorganizarlos de nuevo en la configuración que presentaban como recursos; cerrar los ciclos materiales demanda el uso de energía, la disponibilidad de las técnicas adecuadas para llevar a cabo los procesos precisos y la organización social que mantenga el interés en realizarlos.

La demanda de uso de energía afecta directamente a los combustibles fósiles y nucleares y, con ellos, a las bases del modelo técnico que soportan: cerrar el ciclo material de los combustibles fósiles implica recoger los productos de su combustión y construir de nuevo las moléculas que lo constituyen. Eso exige más energía que la que obtenemos con su combustión y, en consecuencia, los hace inhábiles como materiales portadores de energía. La imposibilidad de cumplimiento de la condición de clausura de los ciclos materiales para el sistema energético atenta contra la continuidad de nuestro sistema técnico mineral en tanto le arrebatara el soporte que le permite la disponibilidad de las enormes cantidades de energía que necesita.

⁴ Naredo y Valero (1999), *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, Madrid: Visor-Argentaria.

Por otra parte, las técnicas precisas para llevar a cabo estos procesos de reciclaje no siempre están disponibles, ni han sido el objetivo del desarrollo técnico en tanto que la reintegración de residuos no ha sido una demanda de nuestro sistema económico. Más bien al contrario, este progreso se ha basado en el consumo de la utilidad disponible en los recursos de la tierra, en el capital que debemos compartir con las generaciones futuras a las que estaríamos, literalmente, expoliando. Entonces, dónde está la alternativa?

La biosfera es un sistema organizado hacia la clausura de los ciclos de los materiales que utiliza. A través del uso esencialmente de la energía solar, pero también de la energía de la gravedad y de la geotérmica, la biosfera adecua su composición y metabolismo, a la velocidad y ámbito de ciclado de los diferentes elementos que usa, y asegura su renovación en una escala temporal ajustada a sus tasas de utilización. La biosfera es así el ejemplo, el modelo de que disponemos para entender las estrategias de una organización que cierra los ciclos de los materiales que usa. Pero también, es la gran máquina de que disponemos para hacerlo.

Los materiales renovables son aquellos en que confiamos en la biosfera, para absorber los residuos y producirnos de nuevo el recurso, cerrando así su ciclo a través de su paso por ella. Los materiales renovables, materiales orgánicos pues, han sido el soporte de la humanidad hasta la revolución industrial y aún lo son de aquellas sociedades tradicionales no desarrolladas. De hecho, y como ya se ha comentado anteriormente, la revolución industrial es inseparable de su sistema técnico mineral, de la ruptura con las limitaciones propias del mundo orgánico. La sostenibilidad demanda un retorno a una sociedad orgánica, a un uso orgánico de los recursos, a un reciclado completo de los materiales, ya sea dentro del sistema técnico o a través de la biosfera. Debe redefinirse el sistema técnico para que asuma esa demanda de cierre de los ciclos materiales. Desde ese punto de vista, el análisis de los flujos materiales, en cualquier proceso técnico, se revela como el instrumento a través del cual es posible leer su sostenibilidad o, en caso contrario, entender los flujos abiertos, sus consecuencias y las estrategias posibles para cerrarlos. Esto implica redefinir el campo de estudio, por ejemplo de la arquitectura, en un entorno cuyos límites exceden los del objeto tradicional de análisis, en nuestro caso el edificio y su entorno inmediato, para abarcar las dimensiones tanto espaciales como temporales que contemplen el ciclo completo de los materiales que usa.

Sobre una realidad concreta, como es el caso del análisis que esta tesis realiza, la metodología precisa reconocer la realidad que se va a estudiar, la arquitectura de Metzabok; discriminar los materiales que utiliza, listar los diferentes tipos y medir sus cantidades. Desde ahí se inicia un recorrido hacia delante y hacia atrás en el tiempo para averiguar su procedencia y su destino, su metabolismo medido en flujos de cantidades de materiales y tiempos, elaborando un nuevo plano de esas edificaciones que abarca la escala espacial y temporal de los procesos y territorios precisos para disponer de ellos.

Aplicada sobre una sociedad, aún básicamente orgánica como la lacandona de Metzabok, y por tanto cuya sostenibilidad vamos a considerar una hipótesis de partida, esta tesis pretende evaluar la potencia del paradigma del cierre de los ciclos materiales como instrumento para comprender esa nueva dimensión de la arquitectura en la sostenibilidad, para elaborar nuevos esquemas, nuevos entramados metodológicos sobre los que sea posible trazar y evaluar estrategias para acercarnos a la sostenibilidad. Más allá del análisis concreto de una comunidad en un espacio natural de alto valor ambiental - acaso somos la humanidad entera otra cosa?- la tesis es en realidad casi un primer paso, una aproximación, un intento de usar una nueva idea como instrumento para elaborar un nuevo acercamiento hacia la arquitectura que nos permita redefinir nuestro campo de trabajo para cumplir con la nueva-vieja exigencia de sostenibilidad.

0.3. - Organización del documento.

El presente documento de investigación tiene una doble lectura, la primera se realiza como el retrato actual de la vida de la comunidad de Metzabok, insertada en la Selva Lacandona de Chiapas, de la cual se describen los aspectos materiales de su vida a partir de la arquitectura. Por otro lado, este documento debe entenderse como la aplicación del método de análisis para la evaluación de las intervenciones arquitectónicas en la comunidad lacandona de Metzabok. Los capítulos 1 de antecedentes, 2 sobre el análisis arquitectónico y 3 sobre el análisis de los recursos vegetales del sistema selvático y sus territorios productivos son prácticamente la información previa necesaria para el análisis del ciclo de los materiales que proponemos y que permite elaborar los diagramas desarrollados en el capítulo 4, que expresan la información analizada.

El documento está organizado de forma que en los capítulos se desarrolla la información relativa al caso de estudio de Metzabok y en los apéndices los aspectos metodológicos para la obtención de dicha información y los parámetros aplicados a las cuantificaciones de los materiales.

La historia del retrato actual de Metzabok comienza a partir del planteamiento de los diversos puntos de vista a través de los cuales se puede observar la realidad de la Selva Lacandona; se describe el medio físico, las montañas que la configuran, los ríos, las lagunas y las demás características del medio natural que la convierten en uno de los parajes más hermosos del planeta. Así mismo se describe el proceso histórico que ha vivido la región desde la época prehispánica, planteando la posible relación del grupo cultural de los lacandones con los antiguos mayas, supuestamente inexistentes en estado puro en los tiempos de la invasión de los misioneros católicos españoles. A partir de ello, la Selva Lacandona ha sido un escenario de invasiones, agrupaciones, reubicaciones y disoluciones de pueblos. Ha sido un inmenso territorio abandonado pero sobre el cual surgían repentinamente brotes de interés como los de las explotaciones madereras y la satisfacción de las demandas agrarias del resto de México a mediados del siglo XX. A la problemática territorial se sumó las demandas sociales y nuevamente las invasiones religiosas, esta vez protagonizadas por las corrientes de evangelistas, mormones y testigos de Jehová; lo cual dió como resultado enfrentamientos sociales, desde escala familiar hasta escala nacional, con el levantamiento armado de los Zapatistas. A partir de ese momento, se marcó un parte aguas en la historia de la Selva Lacandona y Chiapas mismo, en donde se pasó del abandono y la indiferencia social a la concentración de miles de miradas, a la ejecución de numerosos proyectos gubernamentales y no gubernamentales, con la intención de subsanar todo lo que no se había realizado, pero con la premura que inferían las protestas sociales. El afortunado o desafortunado abandono de la región de la Selva Lacandona permitió la conservación de altos valores ambientales que aún la caracterizan, mismo que fue conservado por la oleada ambientalista que ha caracterizado a la posmodernidad del planeta globalizado. Ahora las comunidades de la selva son grupos culturales insertados en áreas naturales protegidas para las cuales se debe planificar su desarrollo.

Pese a la aparente belleza de la región, la Selva Lacandona vive un proceso de urbanización inminente. Las comunidades ubicadas en los bordes de los límites de conservación se van comiendo a trozos la selva, provocando manchones de supuesto

valor ambiental que configuran pequeños oasis de selva, y Metzabok es uno de ellos.

El asentamiento de Metzabok insertado en el centro de un oasis de selva y al costado de un sistema de lagunas, tiene una estructura tradicional de grupos familiares y la sobreposición de una estructura recientemente implantada por organismos gubernamentales de infraestructuras hidráulicas, eléctricas y equipamientos públicos como una escuela, casas comunitarias y cabañas para el turismo. En el capítulo 2 se describen las características de este asentamiento, la fisonomía de sus calles, las características de sus casas y los espacios que las rodean; así como también el resto de espacios que aunque no están definidos por elementos arquitectónicos materializados son espacios naturalmente delimitados y habilitados por los habitantes de la comunidad para satisfacer sus necesidades. A partir del orden cronológico de la edificación de las viviendas, en el punto 2.2 de dicho capítulo, se realiza la descripción detallada de cada una de ellas, los diversos habitáculos que las configuran y los elementos constructivos con los que están edificadas. Esta información nos ha permitido realizar la identificación de los materiales que provienen del medio foráneo y los que se obtienen del medio local; gran parte de estos últimos son especies vegetales maderables y no maderables aptas para ciertos elementos constructivos pero también para otras formas de uso que la comunidad ha aprendido a aprovechar. Así mismo, a partir de dicha información se ha realizado la cuantificación de los materiales de construcción utilizados y existentes en las viviendas, identificando la preferencia de uso de las especies para ciertas formas de uso y la equivalencia en el medio natural de la cantidad de recursos utilizados; es decir, se ha aproximado la cantidad de árboles que se han extraído del medio local para elaborar los elementos constructivos de las viviendas. Sobre esta base, se ha obtenido el promedio de material necesario para la construcción de un edificio nuevo de este tipo.

El oasis de selva que los habitantes de Metzabok han aprendido a aprovechar por conocimientos empíricos desarrollados a lo largo de muchos años, se identifica como un sistema productivo selvático configurado por diversos territorios de donde se obtienen gran parte de los recursos que necesitan para vivir. En el capítulo 3 se describen los territorios productivos de la Milpa, el Acahual, el Huerto de traspatio, la Laguna, las Orillas de la Laguna y la Selva, para profundizar sobre sus características fisiológicas, el tipo de productos que se pueden obtener, las formas de aprovechamiento y las estrategias productivas que se practican hasta hoy en día, en cada uno de ellos. Entre los territorios productivos de donde se obtienen las especies vegetales maderables y no maderables para la construcción se ha identificado a los Rumbos de extracción como

estrategia de accesibilidad y forma de aprovechamiento. Estos senderos destinados a la obtención de recursos principalmente de la selva, también acceden a zonas de acahuales y a las orillas de la laguna; así mismo comunican a los sitios religiosos y a otras comunidades vecinas. En el punto 3.2 de este capítulo se describe el recorrido que hemos realizado en el Rumbo a la Caoba, Rumbo a Damasco, Rumbo a Cham-Petá, Rumbo a la Ceiba y Rumbo a los Acahuales donde hemos buscado las 17 especies vegetales reconocidas por los habitantes de Metzabok como útiles para la construcción. A partir de ello, se han aproximado el número de individuos de estas especies existentes en cada territorio productivo accesible, el área basal de dichos individuos y el estado reproductivo en el que se encuentran, clasificado como madre, maduro y joven.

En el capítulo 4 se presentan los materiales que proceden del medio foráneo y del medio local identificados a lo largo del análisis arquitectónico para los materiales de construcción y para la habitabilidad de la arquitectura. A partir de dicho momento se expone el análisis del ciclo de los materiales como la herramienta de análisis para el método que proponemos para la evaluación de las intervenciones arquitectónicas. Dicho análisis pasa por la identificación de la multiplicidad de usos que satisfacen estas especies vegetales, las interrelaciones que se establecen con los demás usos y territorios productivos y el tipo de depósitos que dejan en el medio local o el cierre de su ciclo de materiales con el retorno de los residuos orgánicos al sistema natural. El análisis de este ciclo de materiales da origen a la secuencia de 3 diagramas, el primero expresa gráficamente la información que inicialmente se obtiene en el marco de los materiales de construcción, mismo que se expande al resto de formas de uso que practica el grupo cultural y da origen al siguiente diagrama general del ciclo de los materiales. Finalmente, el tercer diagrama es la aproximación cuantitativa de los flujos y depósitos de los materiales relacionados con la construcción y la leña, del diagrama general del ciclo de los materiales. Es decir, se aproxima la cantidad de árboles y plantas que realmente son disponibles en los territorios productivos accesibles del medio, de donde se desprenden los flujos de materiales necesarios para satisfacer las demandas de la comunidad, que no solamente son los materiales de construcción o la leña, también son utensilios domésticos, herramientas de trabajo, fibras para amarre, alimentos, medicamentos, insecticidas, tintes, ambientadores, materiales para los cultos religiosos, medios de transporte para la laguna, materiales para artesanías, cestería, hamacas y vestimentas.

El capítulo 5 trata algunos temas que han surgido en el análisis de la información del estudio de las especies vegetales maderables y no maderables útiles para material de construcción existentes en los territorios productivos, que, aunque no entren en los objetivos de nuestra investigación, consideramos pertinente exponerlas en un marco de discusión como posibles hipótesis o puntos de partida para futuras investigaciones.

Posteriormente, se presentan las conclusiones en tres escalas de aplicación: al *Programa de Manejo para las reas de Protección de Flora y Fauna de Nahá y Metzabok*, al método propuesto y otras de aplicación general. En la primera escala, antes de abordar las conclusiones, se realiza un resumen sobre las aportaciones directamente aplicables al programa de manejo mencionado, y en las siguientes dos escalas se expresan directamente las conclusiones.

0.4.- Metodología.

Los resultados de este trabajo, más allá de los aspectos relativos al caso de estudio, pretenden extraer los aspectos metodológicos de la realización de dicho estudio. Ello con miras a su aplicabilidad para otros casos que, como la comunidad de Metzabok, se encuentran dentro de un área de alto valor ambiental manteniendo una serie de relaciones interdependientes; las cuáles fundamentalmente hay que conocer para acercarnos a la comprensión y manejo de los recursos en ecosistemas complejos. Como ya hemos mencionado en los objetivos de esta tesis se pretende llegar a la configuración de un Diagrama del Ciclo de los Materiales con los flujos y depósitos anuales que la comunidad utiliza a partir de los materiales de construcción y para la habitabilidad de la arquitectura. Para llegar a la obtención de la información necesaria hemos tenido que desarrollar una serie de investigaciones correspondientes a dos ámbitos: el de los espacios arquitectónicos construidos y el de las especies vegetales útiles para material de construcción (incluidos los territorios donde se producen, las prácticas de extracción, las formas de uso y la disponibilidad de los recursos).

Debido a la extensión y sobre todo a la necesidad de referirnos constantemente a los aspectos metodológicos para la explicación de este trabajo siguiendo un hilo conductor de fácil entendimiento para el lector, decidimos agrupar dicha metodología en apéndices que se encuentran al final de este documento, por lo que, por el momento tan sólo resumimos a grandes rasgos el contenido de ellos.

El Apéndice Metodológico 1 incluye los aspectos del estudio de los espacios arquitectónicos construidos, el Apéndice Metodológico 2 lo referente al estudio de las especies vegetales útiles para material de construcción y finalmente en el Apéndice Metodológico 3 se incluye la información extraída de otros estudios vegetales de referencia realizados en otras áreas de la Selva Lacandona.

El estudio de los espacios arquitectónicos construidos y de las especies vegetales útiles para la construcción se realizó sobre la base de dos estancias de trabajo de campo, la primera en el año 2000 y la segunda en el 2003, las cuales se pudieron llevar a cabo gracias al incondicional apoyo del Instituto de Historia Natural y Ecología de Chiapas, a Conservación Internacional. AC. y otros compañeros de investigación que participaron, al igual que la que suscribe, en la elaboración del Programa de Manejo para las áreas de Protección de Flora y Fauna de Nahá y Metzabok. Así mismo, a la participación de los informantes de Metzabok que describieron pacientemente su medio natural y construido y nos guiaron e instruyeron en los recorridos de la selva. En ambas estancias se registraron las características formales de las 16 viviendas que configuran la comunidad de Metzabok, por medio de fotografías y levantamientos arquitectónicos representados en croquis, así como el tipo de material de construcción de cada uno de sus elementos constructivos (cubierta, muro, piso, viga, trabe y horcón o columna). De los materiales de origen local los informantes describieron el tipo de especie vegetal utilizado en las viviendas y la procedencia o zona de extracción de dichos individuos vegetales, así como el momento en el que esto se llevó a cabo. Cabe mencionar que respecto a las características mecánicas que los habitantes de Metzabok conocen de las especies vegetales útiles para material de construcción, no se registró dato alguno ya que ello extendería los objetivos acotados de esta tesis. Por otro lado, sobre los materiales de origen foráneo se registró el tipo y otras características de los materiales como durabilidad, lugar de procedencia, motivo de su introducción a la comunidad, etc. Para la cuantificación de los materiales de construcción, en el caso de las especies vegetales maderadas con sierra (con motor de gasolina) se consideraron las medidas comerciales ya que la mayoría de las casas coincidían con dichas dimensiones. En el caso de las especies cortadas con machete (tipo de cuchillo de 40 a 60 cm. de largo) se tomaron las medidas observadas en el trabajo de campo durante las prácticas de los habitantes de la comunidad.

Con respecto al estudio de las especies vegetales útiles para material de construcción, en primer lugar se realizó una cartografía comunitaria para identificar sobre un mapa del

área natural protegida, proporcionado por el Sistema de Monitoreo Ambiental de La Selva Lacandona de Conservación Internacional, los rumbos de extracción de donde se han obtenido las 17 especies vegetales que los informantes identificaron como útiles para material de construcción. Posteriormente, se recorrió cada uno de estos rumbos de extracción. En las zonas de vegetación primaria (selva madura) se realizaron muestras, generalmente a cada 100 m. y registradas en un punto georeferenciado con GPS, cuadros de 10 x 10 m. donde se consideraron los individuos en diferentes estados reproductivos de las 17 especies vegetales identificadas como útiles para material de construcción. En los casos que la georeferenciación era imposible por la densidad de la vegetación, se registró el punto en función a la distancia de referencia con el punto anteriormente registrado y la orientación de una brújula. En el caso de las zonas de vegetación secundaria (acahuales de barbecho corto) las muestras se realizaron a cada 10 m. en cuadros de 5 x 5 m.

Con ayuda de cinta métrica se midió la circunferencia de los individuos a la altura del pecho, para después obtener el DAP (diámetro a la altura del pecho), se aproximó la altura y en numerosas ocasiones, los informantes indicaron la edad aproximada del individuo. Cuando estos estaban en terrenos de pendiente pronunciada se midió desde el lado superior de la pendiente. En el caso de árboles con contrafuertes se midió la circunferencia por arriba de ellos. En el caso de árboles con el tronco inclinado se midió desde el lado cercano al suelo. En el caso de palmas se midió la circunferencia del tallo por debajo de las hojas y se cuantificaron el número de hojas aprovechables. Y en el caso del carrizo se cuantificaron por manchones de 2 x 2 m. y se contaron el número de varas aprovechables. Los criterios de selección de los individuos cuantificados se consideraron para el caso de los árboles a partir de 0,15 m. DAP. En el caso de los arbustos y las palmas se consideraron los que medían a partir de 0,01 m. de DAP en el fuste, para los primeros, y en el tallo por debajo de las hojas, para los segundos. Finalmente en el caso del carrizo se consideraron por manchones de 2 x 2 m., pero no se midió el diámetro de ninguna de ellas.

Según el tipo de vegetación en cada territorio productivo se asignó un área accesible y según el estado reproductivo de los individuos vegetales se clasificaron como MADRES, MADUROS Y JUVENES, para delimitar la disponibilidad sostenible de ellos. En el Apéndice Metodológico 2 se desarrolla la información bajo la cual se han definido los parámetros de dichas clasificaciones y la cuantificación del material aprovechable para cada especie vegetal útil para material de construcción y leña.

