



# comoseconstruyen los edificios

César Rodríguez García

Nelcy Echeverría Castro/Coinvestigador

Artículo cedido por REVISTA DE ARQUITECTURA Edición Número 7 (2005) de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Católica de Colombia, Bogotá.

RESUMEN: ESTE ARTÍCULO ES RESULTADO DE LAS INVESTIGACIONES, REALIZADAS POR LA FACULTAD DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

La arquitectura para el experto, a fuerza de prestarle atención, no es vista como un hecho propio de la naturaleza humana. Parece que el arquitecto de profesión al intelectualizar su actividad la separa, sin pretenderlo, de su condición más propia: la que dice que la arquitectura es una respuesta del humano a las exigencias del entorno, una respuesta del mismo modo en el que toda forma viva responde cuando interactúa con el medio físico de su existencia. Pero las ideas acerca de los lugares que habitamos, ideas que son la sustancia de la intelectualización, suponen su fabricabilidad. Es lo que se ha dado en llamar materialización o concreción del deseo y la intención. Tal materialización está mediada por el instrumento, que define y marca la configuración final de la idea convertida, para el caso de la arquitectura, el edificio. Pero hay que decir que este es un asunto de doble vía: el hombre hace el instrumento, el instrumento hace al hombre. Sin embargo, no es solo esta relación determinista la que cuenta, cuenta además, el hecho de que la forma física de las cosas es para el humano no solo comunicación si no de manera muy importante representación. Y lo que representa el arquitecto es, entre otros contenidos, la autenticidad del material y la honradez del acto de construir.

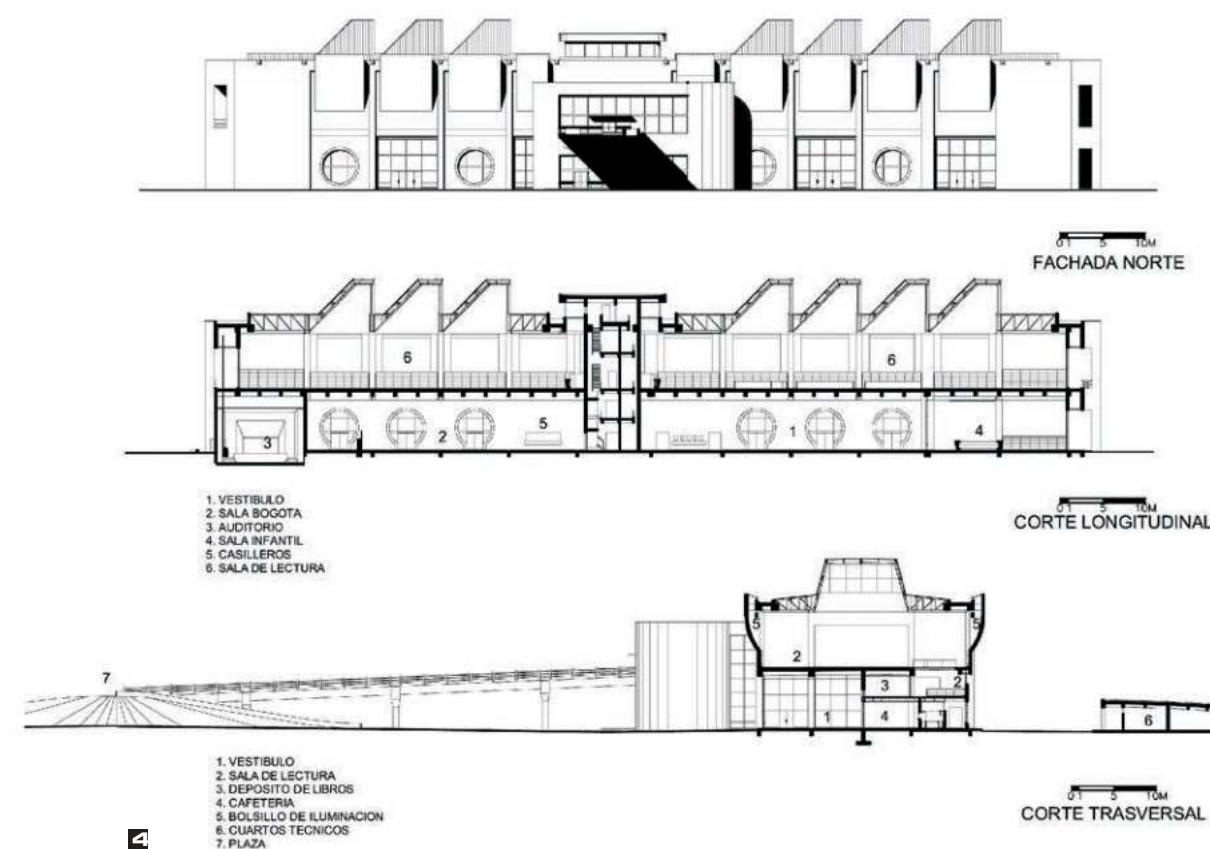
Detrás de esta noción se encuentra la interesante pero útil falacia del sentido en sí mismo de las cosas. Si lo anterior no es tenido en cuenta, el arquitecto cae en el formalismo más simple, confundiendo la idea de la forma como esencia con la forma como figura. Todo lo anterior conduce a declarar la necesidad del conocimiento como complemento indiscutible de la intuición tan apreciada en el acto creador. La historia en el marco de esta visión es una historia de las técnicas más que una historia de los estilos.

Siempre son 5 o 6 personas que vienen y aquí nos sentamos y hacemos dibujos. Por ejemplo aquí tengo dibujos del calculista; unas ideas de un personaje que maneja unos temas ambientales con unas ideas mías. Esto es todo un proceso técnico. (...); éste es de una reunión con el técnico de suelos; desde el primer día estoy trabajando con una realidad técnica, entonces la arquitectura, hacer edificios, es una creación colectiva con un equipo enorme de personas que pueden ser 14 o 15 (aquí me mandaron una descripción de un equipo técnico que corresponde a 15 disciplinas).

La complejidad es tal, que ¿qué es lo que hay que hacer? Que el estudiante, hablando de la formación- entienda la participación de cada uno de estas disciplinas que son independientes de la arquitectura, pero que son muy importantes; que las conozca para poder conformar el hecho arquitectónico, y que el arquitecto entienda que es su responsabilidad coordinar éstas, y que esa coordinación no puede caer en manos de interventores o constructores u otras personas que hagan lo que el arquitecto tiene que hacer, cosa muy común en nuestro país. Pero si nosotros preparamos a los arquitectos para que sean concientes de esa responsabilidad, como por ejemplo el área de presupuesto y programación, entonces yo ya sé qué es responsabilidad de presupuesto o que es responsabilidad de programación, es decir, el estudiante tiene que saber que esas cosas existen pero que él no necesariamente las va hacer, que él no va hacer los cálculos estructurales por ejemplo; arquitectos con esa actitud y esa capacidad de ser responsables, no solo responsabilidad social en el aspecto de que la gente que tiene menos ingresos..., con ricos y con pobres y que si el arquitecto es el encargado de hacer un edificio debe saber que se tiene que hacer bien; entonces si los estudiantes que se forman en las Universidades tuvieran esa conciencia muy clara realmente muchas construcciones en nuestras ciudades y en el medio rural como viviendas, pequeños depósitos, pequeñas bodegas, escuelas, salones comunales, que hoy se resuelve hacerlos sin arquitectos, -lo cual sale mas caro-, **se deberían hacer con arquitectos por que la responsabilidad es hacerlas bien y se harían obras de arquitectura.**

AULA: AHORA USTED HABLABA UN POCO DEL MÉTODO TRABAJO SUYO, EN DONDE EMPIEZAN A PARTICIPAR ACTIVAMENTE CASI DESDE EL COMIENZO MUCHAS DISCIPLINAS, MUCHAS PERSONAS CON PERFILES DIFERENTES. EN SUS ÚLTIMAS OBRAS MÁS RECONOCIDAS COMO LA BIBLIOTECA EL TINTAL, LOS EDIFICIOS DE LA UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO... CÓMO SE EXPLICA LA TAREA DEL ARQUITECTO CUANDO ALLÍ SE JUNTAN LAS DIFERENTES DISCIPLINAS O QUÉ HAY EN ESAS OBRAS QUE CUANDO UNO LAS EMPIEZA A DESCUBRIR COMO UN USUARIO COMÚN Y CORRIENTE, EMPIEZA A SENTIR EL ESPACIO...

D. B.: Yo creo que la gran pregunta que se le hace al arquitecto, el gran conflicto del arquitecto es que le dicen "haga el favor y me define la forma que van a tener los edificios". Entonces hay una serie de condiciones de lugar, hay unas condiciones de uso y hay una serie de condiciones técnicas cuyo conocimiento en profundidad, -particularmente la condición del lugar- el arquitecto encontrará la cantera de la cual sacará las definiciones de la forma. En el caso del edificio Lleras es un excelente ejemplo para entender las condiciones de lugar en profundidad. Rigurosamente también la arquitectura es un proceso de pensamiento que debe conducir a la belleza, es decir, que



estéticos. Inclusive hay arquitectos que hablan únicamente del problema tectónico o problema técnico aún hoy. **Entonces a mi parecer lo que es universal y probablemente inmutable es que la Arquitectura si es realmente la que se analiza desde los tres aspectos.**

AULA: ENTONCES HASTA QUE PUNTO PODRÍAMOS DECIR QUE LA ARQUITECTURA PUEDE TENER UNA AUTONOMÍA REALMENTE CON RESPECTO A ESAS DISCIPLINAS.

D. B.: No, la Arquitectura no es autónoma, el objeto de la arquitectura es hacer edificios. La expresión máxima de la arquitectura es el edificio construido. Yo creo que todo proceso intermedio es una idea confusa y es inexplicable por ejemplo, describir una idea de un edificio en términos literarios; es igual de deleznable que dibujar una arquitectura antes de que este construida y mas deleznable y equivocado aún es hacer una maqueta. La gran dificultad de la arquitectura es que el objeto de la arquitectura es hacer los edificios, entonces, desde luego que para hacer los edificios se necesita que el edificio sea útil, que el edificio sea estable y que el edificio sea bello; entonces ¿qué es este discurso? Es el discurso de que el edificio sea arquitectura. ¿Entonces que es lo que pasa?...

En los edificios que yo hago, en el momento en que se empieza el proyecto en esta oficina, a los 3 días estoy llamando al calculista que trabaja conmigo; al acústico por el tema de teatros que es lo que estoy haciendo ahora; al mecánico con los temas que tienen que ver con instalaciones especiales.



De los conceptos . Sobre la Historia . El caso

### De los conceptos

Los aspectos más obvios de las cosas la mayoría de las veces no son los que más fácilmente reconocen los hombres, ni en sus actos ni en sus ideas. Esto pone en duda si eso que se entiende como evidente en algo es precisamente lo contrario. Es decir, que lo evidente es, de manera desconcertante y paradójica, aquello que merece explicación pues no es tan manifiesta su naturaleza, como equivocadamente se cree. Con la arquitectura profesional bien puede suceder lo que se menciona antes. Su sentido original y por supuesto más apropiado, siempre está comprometido con la realización del deseo, en particular con el deseo de confort y seguridad de la que deriva especial placer el hombre. Es una simplificación, pero se puede imaginar al hombre en cualquier situación y en cualquier tiempo, tratando siempre de establecer un ajuste con el mundo que lo rodea y con su mundo interior.

Un ajuste adaptativo que le permite sobrevivir con ventaja respecto de otras formas de vida. Está claro que estas acciones indispensables para su existencia se concretan en hechos, en realizaciones en su **sentido más pleno, pues** el hombre no se imagina un mundo por hacer que no intente, además, construir. De no proceder así, nuestra forma particular de vida esta entonces camino de desaparecer. No hay evidencia de situación distinta. El mundo es exigente y la vida tiene que atender esta determinación o no existe más. Podemos imaginarnos los mundos que deseemos y siempre estarán impregnados de posibilidad. No nos es dado imaginar lo que no podemos

realizar. Una vez imaginado ya es posible, sólo queda realizarlo. Sin embargo, las condiciones que las circunstancias imponen a los actos de los hombres, definen la materialización de las ideas que elaboran para su relación con el mundo. Así, se puede entender que la natural constructibilidad de las ideas sobre los lugares que se desean tener, no este siempre presente en los actos del arquitecto, pues algunas maneras sociales de la practica del oficio de la arquitectura excluyen el compromiso de concebir los lugares como fabricables.

En estos términos es posible que aquello que es característico de la actividad del arquitecto, tan obvio en su sentido, no forme parte de lo que hace cuando hace arquitectura. Entonces se trata de rescatar la perdida calidad materializable de las ideas sobre el espacio arquitectónico, que a pesar del olvido del arquitecto, siempre le demandará realización, pues el acto de habitar no sólo es una idea naturalmente poseída sino, además, un hecho concreto y vital. El arquitecto no se puede sustraer a ésta exigencia pues está por encima de él y forma parte de la intensa relación de la vida con el mundo mencionada antes. Tal vez es en estos tiempos cuando las deformaciones de la primigenia condición de la arquitectura como un acto de los hombres para su existencia, han puesto a los arquitectos en el lugar de los soñadores sin esperanza, que traicionan con su resignación las premisas de un oficio que está más cerca del maestro constructor de la antigüedad que del artista inspirado de la post - modernidad, al que le basta la imagen y no percibe la necesidad de los hechos en el mundo físico de las cosas. De esta manera, las reflexiones sobre los edificios y sobre los lugares a su alrededor no se han de limitar a considerar la correcta o más conveniente disposición de los volúmenes de acuerdo con las abstractas nociones de orden compositivo que sólo el arquitecto conoce y que indudablemente son útiles para la labor preferentemente racional de concepción de los espacios. Tampoco han de limitarse a considerar la más placentera apariencia de los lugares en reconocimiento de la dimensión vital de la arquitectura y que sin duda siempre debe estar en los



propósitos del arquitecto para que su trabajo esté de manera íntima unido a la existencia de los hombres que habitan sus creaciones.

No se han de limitar las reflexiones a estos dos valiosos aspectos, pues nada de esto tan importante tendrá finalmente sentido si la reflexión no involucra simultáneamente consideraciones sobre la fabricación material de los espacios, como manifestación de los deseos que motivan la reflexión sobre el orden y sobre el hombre en los edificios y lugares en general. A esto tan evidente pero a la vez tan oculto se refieren estas líneas. Un aspecto determinante, que al igual que la necesidad que los humanos tenemos de fabricar los espacios de habitación, también se encuentra por encima de las usuales intenciones del arquitecto, es que la acción operativa sobre el mundo con la mediación de la razón, como manifestación de un aparato nervioso complejo, ha exigido históricamente la constitución de prolongaciones corporales como herramientas y utensilios, aparatos y máquinas, sin los cuales la supervivencia de la especie estaría en peligroso riesgo. Esto tiene una especial importancia en la actividad del arquitecto profesional; sin embargo, no forma parte de sus contenidos más conscientes con los cuales realiza sus diseños. Esta deformación conceptual se debe sin duda a la educación que recibe y sobre la que habría que hacer una extensa consideración crítica que no corresponde a la reflexión presente.

En general, se puede proponer, de acuerdo con lo dicho sobre el valor de las herramientas, que la forma de las realizaciones materiales, entre las que está obviamente la arquitectura, deriva de la naturaleza íntima de los instrumentos con los que se opera. Así, la pretensión de excluir voluntaria o accidentalmente del proceso creativo del diseñador arquitectónico el interrogante acerca de con cuáles herramientas se hacen los edificios, en todo su amplio sentido, no es más que una equivocación que implica grandes dificultades, tanto en la actividad de imaginar anticipando los espacios para la habitación humana, como en la actividad de

fabricarlos para cumplir con las promesas de lo imaginado. Pero también hay que aceptar que las herramientas que se emplean deben buena parte de su constitución a los propósitos que se poseen sobre los espacios en el acto de construir. Es decir, tanto el edificio como el instrumento para su realización derivan sus características de la intensa relación mutua que mantienen. Esto tiene unas consecuencias concretas muy interesantes para la creación de lugares de habitación humana, pues ante las dificultades en la producción de un lugar particular, se fabrican instrumentos para facilitar la solución de problemas derivados de lo que se quiere en los espacios arquitectónicos. A continuación la utilización de la herramienta hecha en función de unos problemas y frente a la insuficiencia que acompaña siempre toda realización, moldea la forma de los edificios en el proceso, incluso más allá de lo que el diseñador y constructor suponen. Así una parte considerable del resultado escapa a las previsiones más agudas, pero a eso hay que atenerse en tanto siempre una dificultad merece muchas soluciones diversas y nunca definitivas. Puede que se conserve la ilusión de haber concluido totalmente la solución a un problema de concepción y fabricación del edificio, pero eso es sólo lo dicho, una ilusión, pues siempre quedan interrogantes de mayor o menor importancia.

La labor continuada del arquitecto que implica esta permanente duda sobre su actividad, evoca el viejo valor de la experiencia y la útil noción de que la arquitectura se aprende no sólo desde la reflexión abstracta, como es obligación para un arquitecto de profesión, sino, además, haciéndola, como ha sucedido desde siempre. No se puede entonces soslayar el valor que tienen los medios de todo orden que emplean los arquitectos en su actividad creadora. Estos son condición y muchas veces origen de los lugares que edifican. No es posible que se produzcan formas materiales independientemente de cómo y con cuáles medios se fabrican. La referencia anterior a los medios con los que se hacen los edificios no se limita, como hasta el momento se ha tratado, a los instrumentos, herramientas o

definición elemental primaria y vitrubiana de la trinidad, no santísima trinidad, pero si una verdadera trinidad no?, se aplica. ¿Y porque es una trinidad? Por que es una trinidad de sentido, -el tema de la técnica, el tema del uso y el tema de la estética-, **ninguna de las tres solas son arquitectura y si la arquitectura no tiene estos elementos resueltos en conjunto entonces no es arquitectura.**

AULA: ESA DIALÉCTICA RESPECTO A LAS ESCUELAS DE INGENIERÍA Y LAS ESCUELAS DE BELLAS ARTES PARA ADOPTAR LA ARQUITECTURA, DE ALGUNA MANERA ES UNA HERENCIA EN DONDE SE HA PERDIDO LA AUTONOMÍA DE LA ARQUITECTURA, PUES RESULTA QUE O LA ARQUITECTURA SE INCLINA A LAS BELLAS ARTES O SE INCLINA HACIA LAS TÉCNICAS Y LA INGENIERÍA Y PODRÍAMOS DECIR QUE LA HERENCIA DE ESA DUALIDAD, DE ESA HISTORIA EN LA QUE SE HA QUERIDO INSCRIBIR A LA ARQUITECTURA LE HA QUITADO ESA AUTONOMÍA...



D. B.: Pues no sé si se la ha quitado o si la ha tenido. Fíjese que de esa tradición que yo le mencionaba de las sectas secretas que eran las que dominaban el conocimiento de la construcción, que fueron las que hicieron las grandes catedrales góticas, se maneja todavía el concepto de taller, el concepto de aprendiz y maestro que son términos de esas sectas secretas y lo son hasta hoy. Aún hoy se dan clases de Taller en arquitectura en la cual se supone que hay un aprendiz que sigue las directrices de un Maestro. Ese es el principio. Entonces yo lo que veo después de esta reflexión es que a la enseñanza de la arquitectura debemos introducirla en unos principios y en unos sistemas y en unas estructuras mas modernos de enseñanza, pues ese tema de que haya un aprendiz simplemente mirando, -estoy caricaturizando un poco por que realmente puede haber unos profesores de taller excelentes-, pero lo cierto es que hay que hacer unos esfuerzos por hacer reflexiones desde el punto de vista disciplinar de la misma arquitectura que no sean desde el punto de vista de las áreas de sociología y psicología que se encargaría de la parte de uso y función; ni tampoco desde las áreas de ingeniería, ni desde el punto de vista de las artes, sino hacer una serie de reflexiones desde el puro punto de vista de la arquitectura. Es que en muy pocas escuelas se habla de arquitectura desde el punto de vista de la arquitectura; hay que tener un discurso de arquitectura desde la misma arquitectura y no pedir prestados términos y tecnologías de medición y criterios de evaluación de otras disciplinas como ha sucedido en muchas épocas. Hay épocas de la arquitectura, la Italiana por ejemplo en los ochenta, en que se tomaron una cantidad de cosas de la sociología. Hay momentos en que sabemos que en la arquitectura solo se habla del problemas

REVISTA AULA: INICIALMENTE LA DIFERENCIACIÓN DE LA ARQUITECTURA COMO ARTE Y TÉCNICA SIEMPRE HA SIDO UNA CONSTANTE DESDE LA MISMA ESCUELA Y DESDE EL SIGLO XVI. ¿CONSIDERA USTED QUE HAY ALGUNA PRIORIDAD DE ALGUNA DE LAS DOS VISIONES EN ESTE CASO, ARQUITECTURA COMO TÉCNICA Y ARQUITECTURA COMO ARTE? ¿DESDE SU PUNTO DE VISTA CUAL ES LA PERCEPCIÓN FRENTE A ESTOS DOS ENFOQUES?

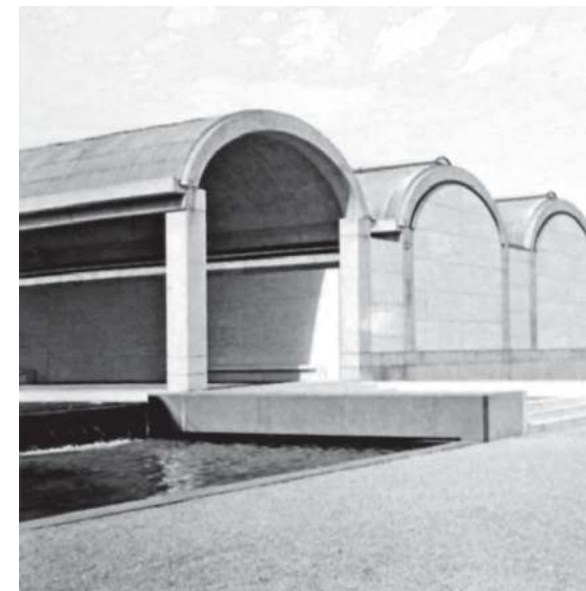


DANIEL BERMÚDEZ: Es evidente que en el siglo XVII a raíz del surgimiento de las Escuelas de Caminos europeas particularmente las francesas, la arquitectura salió del conocimiento secreto de una serie de familias o de personajes que eran los que sabían construir; eso empezó a volverse materia del conocimiento oficial por las famosas escuelas que hizo el estado francés..., el conocimiento empezó a volverse parte del estado; ahí empiezan las universidades y las escuelas de ingeniería particularmente, y las escuelas de matemáticas. La arquitectura entró un poco por el lado de las bellas artes y todos los procesos de conocimiento técnicos que tenía la construcción y que tenía la arquitectura misma entraron mas bien a las escuelas de ingeniería.

Entonces las escuelas de arquitectura como tales empezaron realmente como escuelas adscritas más a las escuelas de bellas artes que a las escuelas de ingeniería y de hay viene esa dualidad que yo creo que nunca ha sido una dualidad conciente, ni pensada por nadie, ni es un punto de vista, es un puro problema administrativo de los países; inclusive hay países en los cuales hay las dos opciones: que la arquitectura se enseñe en una escuela de bellas artes o la que se enseña en unos institutos técnicos como en la escuela técnica superior de Arquitectura de Madrid y la escuela técnica superior de Arquitectura de Barcelona, instituciones con formación técnica. Entonces yo creo que el énfasis en uno de los dos aspectos en las parte artística que usted llama y la parte técnica no quiere decir que ninguno de los dos lados este pretendiendo que la arquitectura no sea lo que en realidad es: un proceso disciplinar en el cual tanto el proceso de uso, el proceso técnico y el proceso estético deben estar a la par. Precisamente lo que yo sostengo allá en la facultad de Arquitectura de los Andes hace como 30 años es que por un lado los procesos técnicos se han vuelto tan complejos que es imposible que el arquitecto los domine todos. Entonces hay que prepararlo mas bien para que entienda que hay una serie de sistemas técnicos o de conjuntos de principios técnicos que tiene que valorar en su proyecto, y tiene que saber en cual está inscrito para saber cuales son las reglas de esos procesos técnicos, pero eso no le quita validez a que su obra sea una obra de arquitectura la cual por el hecho de la definición misma de arquitectura deber ser bella, útil y estable. Yo creo que en ese sentido la

1-2. Biblioteca El Tintal

máquinas, si no que incluye la materia con la que se fabrican. Este aspecto, al igual que lo dicho sobre los instrumentos, se relega en nuestro tiempo a un lugar de menor valor ante el predominio del efecto escénico de la imagen y la penetración en la cultura de los propósitos de comunicación por encima de los de representación. Esto es lo que mueve a los diseñadores de toda clase en una actividad en la que se da cumplimiento irracional a las exigencias sociales del consumo de mercancías. Puede que en esta observación se oculte una perspectiva nostálgica que añora unas viejas maneras de hacer la arquitectura en donde sin la presencia de consideraciones tendenciosas sobre los efectos de los edificios, la naturaleza del acto constructor se imponía sobre toda otra pretensión, sin que el actor lo supiera, tal vez de la manera como sucede con los constructores espontáneos de siempre, que se sirven de la tradición sin entenderla en su esencia. Pero esta



consideración alude mejor a la existencia de algunas calidades universales que han acompañado, acompañan y acompañarán a la arquitectura. De otra parte, además de la necesaria adecuación del entorno para la habitación humana como una acción exitosa de adaptación, así como el confort que deriva de esa correcta adaptación y el placer que producen el uso y la contemplación de

los lugares que se hacen como arquitectura; una calidad más abstracta pero que se puede entender como una causa importante de las calidades de adaptación, confort y placer mencionadas, es la de la apropiada disposición del material con el que se fabrica la arquitectura. Dicha disposición apropiada alude a la curiosa idea de autenticidad de las cosas en el mundo, es decir, al peculiar hecho de que las cosas tienen una naturaleza propia que debe manifestarse plenamente en su existencia y la traición a esta autenticidad es fuente de dificultades.

El carácter moral de esta noción es apenas aparente pues en el fondo no es un asunto que dependa de los humanos y sus deseos, sino que con un definitivo tono de objetividad las cosas tienen una orientación natural que las hace mover hacia su total realización. Aunque esta vieja idea de que las cosas deben ser lo que son, puede ser sólo una frágil creencia, contraría a la razón y una deformación del mundo por los límites de nuestro conocimiento. Pero también puede ser útil y como se mencionó, puede ser, además, el origen de las mejores calidades de la arquitectura. Así se explica que la mejor manera de hacer uso de un material cuando se construye una edificación, es la que reconoce las posibilidades y los límites que tiene aquel para cumplir con las características del espacio arquitectónico pretendido. Esto implica no esperar de un material lo que no se puede conseguir de él.

Así, la adaptación al entorno físico en el acto de habitar cuenta con mayores probabilidades de éxito en tanto no se pone en peligro la vida por la precariedad del material, sino que se la asegura por la virtud de éste. Además, el confort no es sino una función directa del correcto material que procura condiciones de temperatura, humedad y estabilidad. En general el confort es, en esta perspectiva, la expresión correcta de la adecuación a la fisiología de los espacios El placer que deriva de la experiencia directa con los espacios, aunque supone una preparación del espíritu para el disfrute, no deja de ser una inquietante intuición hasta en el hombre más tosco, que

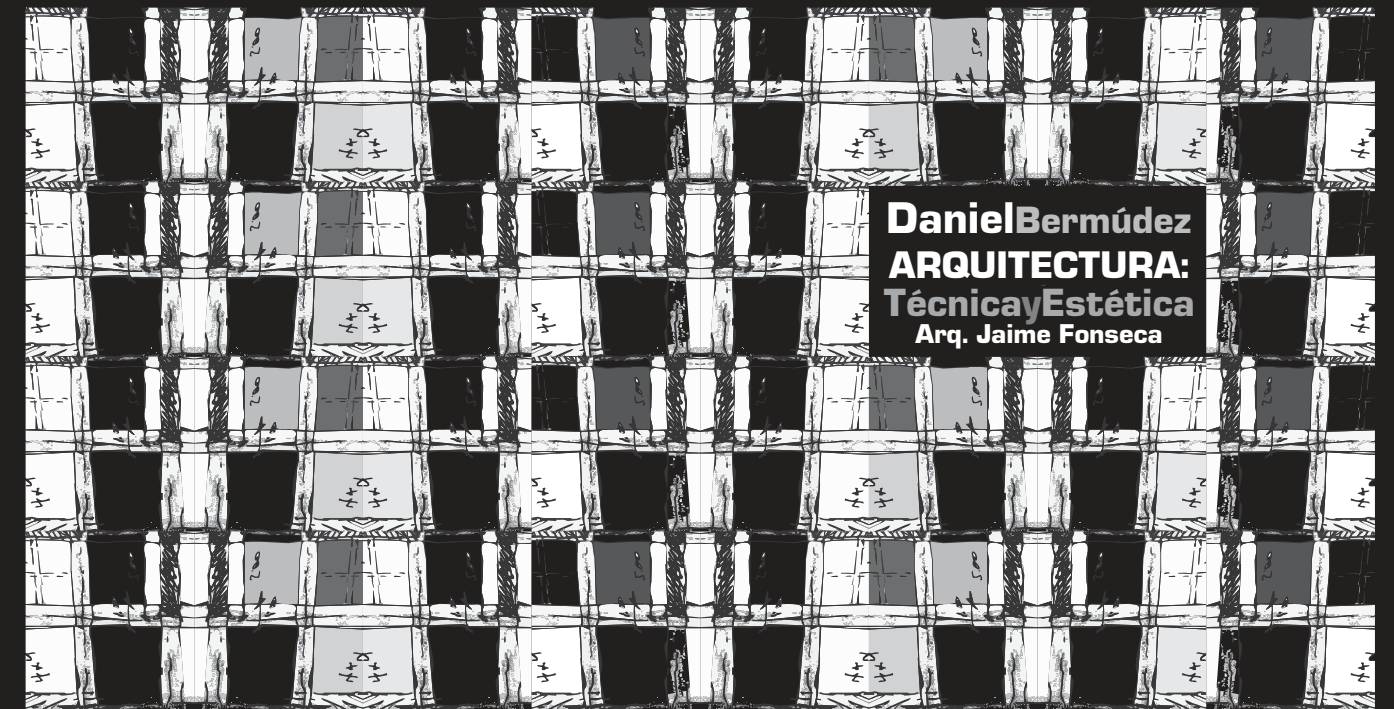


puede sospechar que algo de eso que no comprende bien, depende de la materia con la que está fabricado el lugar que habita. Aquí cuentan para el arquitecto profesional las sutiles consideraciones sobre la luz reflejada y absorbida en los materiales, la textura de las superficies derivada de la calidad perceptual que se le asigna a un material cualquiera y la forma que puede adquirir la materia con la que se hacen los lugares. Todo esto en su conjunto, además de la disposición de las formas hechas y definidas por determinados materiales, conforman en última instancia las características concretas de los edificios que fabrican los arquitectos. La mayor dificultad a la que aluden de modo indirecto las reflexiones hechas hasta este punto, es la del olvido de los aspectos más característicos de la arquitectura. Este olvido se manifiesta en la preferencia del arquitecto por la elaboración de la apariencia de las edificaciones en tanto considera su forma como la figura que se percibe. Se encuentra de esta manera centrada la acción del arquitecto en la estética de sus creaciones, pero en la estética reducida de las formas sin contenidos. A esto se le suele llamar "formalismo". Si no es así, entonces, la actividad del arquitecto se encamina hacia una estética limitada a tener sólo la belleza como su contenido más notable. A esto se le suele llamar "esteticismo". Cualquiera de las dos situaciones no pasan de ser vicios de la arquitectura. La perspectiva que tiene como fundamental las condiciones de producción intelectual y material de los edificios, así como los mediadores operativos que requiere la mencionada producción, considera la forma como esencia y hace de la forma como figura, sólo la manifestación importante de la naturaleza más profunda de los espacios de la arquitectura y obviamente de los instrumentos y de los materiales que se utilizan para su construcción. Por esta razón es por la que tomar como determinadores de las calidades de los edificios, tanto la idea que contiene a la vez la imagen y su realización, como el instrumento y la materia con los que se realizan, no es más que el camino más sensato por el que debe caminar la actividad del arquitecto profesional.

De esto la historia da pruebas permanentes. Sin embargo, la forma de los edificios en cuanto figura, muestra también las condiciones del tiempo y del lugar en las que existe o en las que existió la construcción. A esto se le llama el espíritu de una época y se refiere a todo lo que la cultura de una comunidad en particular pone en cada idea y en cada fenómeno, incluyendo la manera como se hacen físicamente los lugares que habita el hombre. Este es el asunto de mayor interés para el arquitecto, es decir, la pregunta por como se hacen los edificios, es el origen de sus actos. Tratar de enfocar el oficio del arquitecto en otra dirección siempre será una grave equivocación.

Por último, inevitablemente asociado con la naturaleza construible de la idea, con los instrumentos que se emplean para su realización y con la materia que se usa para configurar los edificios, se encuentra el conocimiento que se posee para que los tres aspectos mencionados tengan sentido. Dicho de otra forma, sólo desde el conocimiento es posible una acción estructurada como la que sugiere la reflexión de esos aspectos constitutivos de la arquitectura. El conocimiento, en esta situación especial del trabajo del arquitecto, está ubicado en el territorio de la técnica. Ésta no es sólo un modo de hacer, aunque esto último sea determinante en los resultados como se ha sugerido aquí.

La técnica es con mayor precisión la acción concreta derivada de la ciencia. Esta afirmación compromete la labor del arquitecto más allá de lo que es dable pensar. En este asunto el arquitecto de estos tiempos se comporta con ligereza al suponer que la creación y fabricación de sus ideas no exigen el rigor que se espera de una realización de inmensa exactitud que demanda el cálculo y la medición como sucede con la producción de los espacios para vivir. Esto es parte del olvido que tanto se reprocha aquí. Debe quedar claro que no bastan la intuición y la imaginación que tanto aprecian los arquitectos de hoy, para enfrentar el problema de hacer edificios. Se necesita que el conocimiento riguroso



FECHA: ABRIL 4 DE 2006 HORA: 5:30 P.M.

DOS VECES INTENTANDO HABLAR CON DANIEL BERMÚDEZ HASTA QUE UNA CITA EN SU OFICINA A LAS 8 DE LA MAÑANA POR SUGERENCIA DE SU SECRETARIA PROPORCIONA LA OPORTUNIDAD DE ENCONTRARLO Y HABLAR UN POCO DE LA RELACIÓN ENTRE LA TÉCNICA, LA CONSTRUCCIÓN Y EL DISEÑO EN SUS PROYECTOS. SIN EMBARGO NUEVAMENTE SE FRUSTRAN LA POSIBILIDAD DE HABLAR CON ÉL, PUES A LAS 8 EN PUNTO SALE DE AFÁN A UNA CITA DE TRABAJO, LO CUAL SIGNIFICA QUE DESDE ANTES DE QUE LLEGUEN QUIENES TRABAJAN CON ÉL EN SU OFICINA, BERMÚDEZ ESTÁ LABORANDO.

EN LA TARDE CON UNA LLOVIZNA QUE EN LAS TARDES DE ALGUNAS TEMPORADAS BOGOTANAS SE VUELVEN COSTUMBRE, Y DESPUÉS DE ATRAVESAR EL PARQUE DE LA INDEPENDENCIA CON SUS EUCALIPTOS Y URAPANES VERDES, DANIEL BERMÚDEZ EL ARQUITECTO AUTOR ENTRE OTROS EDIFICIOS DEL BLOQUE H Y EL EDIFICIO ALBERTO LLERAS DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES; DEL EDIFICIO DE POSTGRADOS Y EL AUDITORIO Y BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO; DE LA BIBLIOTECA EL TINTAL, NOS RECIBE AMABLEMENTE, EN UNA CASA ADAPTADA COMO OFICINA EN EL BARRIO BOSQUE IZQUIERDO.

## TAPIAL DE TERROCEMENTO ESTRUCTURADO CON MADERA DE EUCALIPTO ROLLIZO

### CRITERIOS TECNICOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

EL SISMO ES UN MOVIMIENTO ONDULATORIO, DE LA CORTEZA TERRESTRE QUE TRASMITE PRESIONES DE COMPRESIÓN Y CORTE, LAS QUE PRODUCEN FUERZAS HORIZONTALES Y VERTICALES.

Para fines constructivos la magnitud, que más interesa en cuanto a sismos es la aceleración. Según la escala internacional de doce magnitudes de Mercalli, debemos tasar todos los sismos habidos en el Ecuador como de novena magnitud o menor (en los epicentros) por lo cual parece necesaria y suficiente una fuerza que esté entre el décimo y el vigésimo del peso de la construcción como fuerza horizontal de cálculo estático.

El peligro mayor, cuando las construcciones están sometidas a una fuerza horizontal, es el volcamiento del muro, lo cual ocurre en las paredes esbeltas y largas de más de tres metros sin trabas, o en los muros que carecen de contrafuertes y cuyo alto contenga más de diez veces a su ancho.

### El Tapial

El tapial debe ser autoportante por su forma y dimensiones y debe estar estructurado de tal manera que la construcción actué como un todo monolítico.

Se obtiene al consolidar en una tapialera apropiada una mezcla de una parte de gravilla que pase por una criba de 1,5 cm. y retenida íntegramente en una de 5 mm. con 19 partes de terrocemento producto de una mezcla de 30 partes de tierra con una de cemento.

La compactación se hace por capas de no más de un decímetro de espesor ya consolidado o lo que es lo mismo 16 cm. sin

consolidar. A las mezclas homogéneas de tierra areno-arcillosa o en su lugar limo-arcillosa, de granulometría apropiada, con proporciones de cemento que estén entre 1/10 y 1/30 del volumen de la tierra, debe agregarse la humedad crítica de compactación; siendo este, factor principal para su resistencia a la compresión y al desgaste. Aparte de la humedad, la homogeneidad de la mezcla es muy importante y ella sólo puede obtenerse si la tierra esta seca y finamente desmenuzada.

La tierra debe contener 50% de arena-limo por una parte y 50% de arcilla por otra. Este material se emplea para: cimientos, pisos y tapiales. El tapial estará estructurado internamente por rollizos de eucalipto preservados de 5 cm. de diámetro y que van desde el cimientto hasta la solera. Debe tener una resistencia a la compresión de por lo menos 1 Mega Pascal lo cual es muy fácil de obtener en un muro de terrocemento de entre 30 y 50 cm. de ancho.

El terrocemento cuando se seca libre de toda presión se agrieta en proporción directa a la humedad que contenga durante la consolidación. La mínima contracción observada es aproximadamente de 0,005 de la longitud del muro y esta es la causa de las grietas verticales que ninguna traba puede evitar. Las grietas pueden eliminarse con juntas de ladrillo o de madera preservada.

### Cimientos de Terrocemento

La mezcla de terrocemento para tapiales con proporción doble de cemento, es un excelente material para cimientos de tapiales y muros de bloques de este mismo material. Se debe corregir su exagerada capilaridad con una lámina de polietileno pegada al sobrecimiento con el mismo mortero. Sobre la lámina puede compactarse directamente el tapial.

Como en todo cimientto debe limpiarse el suelo de todo signo de vida vegetal y en cuanto al ancho debe ser mayor de 10 cm. al del muro que soportará.

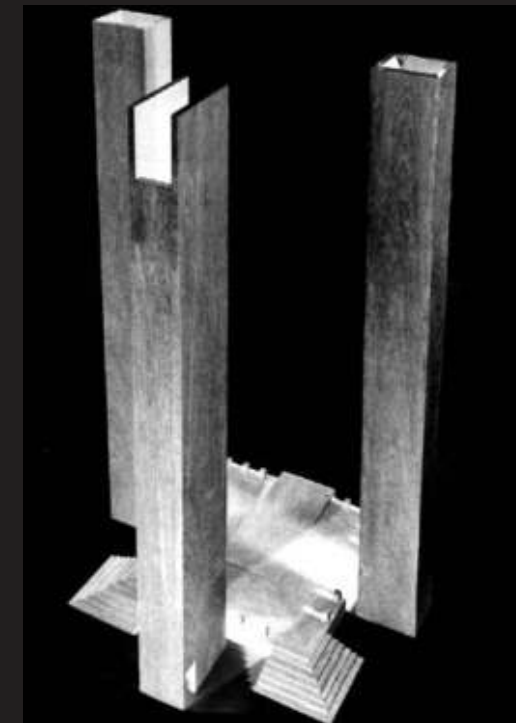
Autores del Sistema Constructivo: Ing. Alberto Larrea Borja, Arq. Carlos A. Ríos Roux, Arq. Roberto Andrade y grupo ALAHUA, Sistema de madera. Coordinador técnico Arq. Carlos Ríos.

c a r l o s a l f r e d o r í o s r o u x

Uruguayo de nacimiento y Ecuatoriano por nacionalización. Arquitecto de la Universidad Central del Ecuador (1981). Coordinador Área Técnica FADA-PUCE 2006-2007. Profesor Pontificia Universidad Católica-Facultad de Arquitectura 1997 al 2006 y Coordinador Área de diseño de Universidad Intercultural Indígena 2002-2006.

marque las acciones del diseñador. Tal vez la concepción del trabajo del arquitecto como una actividad artística en primer lugar, enmascara la naturaleza cierta de este oficio que está comprometido antes que nada con la materialización de las intenciones y de los deseos. El carácter de obra de arte que acompaña eventualmente las realizaciones de los arquitectos es sólo una calidad que se le agrega después de construida la edificación y no es el punto de partida.

Esa calidad de obra de arte se la asignan los demás y sólo en tanto el tiempo y el uso le constituyen al edificio, de manera natural, el carácter de obra de arte. El arquitecto a quien mueve antes que nada el propósito de hacer una obra de arte, se pierde en los vericuetos del sin sentido y equivoca el blanco. Su preocupación, para ser legítima, l



se articula mejor con las calidades de materialización, confort y placer, disponiendo de las ideas realizables, las herramientas convenientes, la materia apropiada y el conocimiento suficiente. De esta manera da cumplimiento al tiempo y al lugar en el que vive y donde fabrica sus

edificios y paisajes. Así, sólo se está dando cumplimiento a la más amplia condición para las cosas del mundo, que no existen sin algún grado de dependencia. Y los edificios, además de las condiciones para su existencia expuestas aquí, dependen concreta y materialmente del ámbito en el que se producen.

### Sobre la historia

La exposición del curso que la construcción de los espacios de habitación ha seguido a lo largo del tiempo, puede centrarse en una presentación descriptiva de las diversas formas que los edificios han tomado, de acuerdo siempre con las exigencias tanto naturales como culturales, en las que estos actos se han llevado a cabo. Esta manera de abordar la historia de la materialización de las ideas sobre el espacio arquitectónico en la construcción de los lugares, es muy frecuente en los abundantes trabajos que sobre el tema se han realizado. En general es así, no por que sea más fácil tratar el asunto, sino porque compromete menos el juicio con interpretaciones sobre hechos del pasado acerca de los cuales siempre y en cada caso cabe otra mirada y otra lectura distinta a la usual. Los trabajos con un carácter contrario al mencionado se miran con reserva por su poco fiable tono especulativo. Pero si se limita un estudio como los anotados, al ámbito reducido de la sola descripción, habría que extrañar las explicaciones sobre las causas y los fines de las edificaciones, explicaciones que aunque tengan un carácter especulativo siempre significan un esfuerzo por comprender el sentido de las adaptaciones que hacemos para sobrevivir cuando hacemos arquitectura.

Si la orientación que cuenta es la de las descripciones; los documentos que reseñan edificios y lugares con imágenes a las que acompañan someras narraciones de sus características aparentes, serían los más apropiados



para conocer sobre la tradición constructora de una cultura. Pero la orientación que aquí se prefiere se coloca un paso más allá de la anterior y se atreve a afirmar y negar sobre los edificios y lugares en función de su situación física y temporal, procurando explicar su naturaleza más propia. Otro aspecto que es usual en los tradicionales estudios descriptivos, es la cronología homogénea que ubica en niveles semejantes hechos arquitectónicos y urbanos distintos, en un vano esfuerzo por regularizar y normar todos los aspectos de las construcciones sin importar las diferencias culturales. En este punto es notable que la tradición occidental haya procurado reducir su catálogo de eventos urbanos y arquitectónicos a las culturas dominantes de su propia historia. Sin embargo, y a pesar de lo dicho antes, es posible que aspectos muy generales como los relacionados con los recursos materiales que las culturas han empleado para fabricar sus entornos, puedan aparecer en tiempos y lugares distintos, pero sin duda con las características y versiones locales que hacen que por ejemplo el ladrillo, por más que sea antiguo y común a muchas comunidades, siempre tiene peculiaridades que denuncia su naturaleza local en términos culturales. Es decir, para el caso del ladrillo, la arcilla cocida tan antigua como la primera ciudad conocida, adopta formas y maneras propias según las condiciones culturales en cada comunidad en la que aparece. Pero no sucede esto porque exista necesariamente una comunicación en el tiempo y en el espacio entre culturas disímiles, sino porque el material indica en cierto sentido sus posibles formas y utilidades. Una explicación plausible para las diferencias, que de todas formas son apreciables entre ejemplares de un mismo material y para un mismo propósito como el ladrillo, atribuye esta particular calidad al empleo de instrumentos distintos en su fabricación y a procedimientos diversos en su utilización, de acuerdo con el conocimiento que una comunidad tiene sobre las exigencias ambientales que se le imponen.

Queda claro que sólo si se toma en cuenta la situación material y espiritual de una

sociedad particular, es posible aproximarse apropiadamente al fenómeno de los asentamientos edificados por los hombres en ese mundo cultural específico. Las generalizaciones que se puedan hacer de cada estudio, sólo pueden tener valor metodológico en tanto permiten articular algunos aspectos que hacen evidente contactos culturales en el pasado. Pero, según se arguye, reducir la variedad de los muchos fenómenos de habitar a unos pocos esquemas descriptivos, empobrece la comprensión. Esta última precisión significa que las simples descripciones no permiten conocer la complejidad de un lugar, menos aun si tales descripciones pretenden generalizar, pues los aspectos profundos del origen y el sentido sólo se muestran en la forma única de cada uno de los edificios. Para acceder al origen y sentido mencionados, estos tienen que ser desentrañados de los hechos arquitectónicos y urbanos, para que además de mostrarse simplemente a la observación desprevenida de los hombres, se exponga, al agudo ojo del estudioso, el contenido cultural del entorno habitado. De acuerdo con lo planteado, no es necesaria una historia que recapitula sobre los innumerables tratados que se ocupan de las diversas formas de los edificios y sus aspectos comunes en muchas culturas disímiles. Tal vez se requiere una visión interpretativa que mantenga uno o varios criterios con relación a los cuales las edificaciones guardan una natural conexión.

Esos criterios ya se han expuesto al inicio de esta reflexión, se refieren a: primero las ideas realizables de las cuales los edificios son su manifestación, segundo las herramientas convenientes sin las cuales los edificios no se podrían fabricar, tercero la materia apropiada sin la cual las ideas no se podrían materializar en edificios y cuarto el conocimiento suficiente sin el cual no se podría ni siquiera reconocer el problema que el acto edificatorio pretender resolver.

Además, está bien claro que desde la ignorancia no es posible enfrentar la dificultad de adaptar el entorno para la supervivencia de la especie. Con estos elementos en el equipaje intelectual del

armadura para que neutralice las presiones de corte que se presentan al ser acelerado horizontalmente el edificio por un sismo.

### Cimentación

La prismoresistencia es compatible como estructura espacial solo con cimentaciones lineales. Para terrenos fuertes las vigas bandas de cimentación resultan sumamente económicas, para terrenos débiles las placas livianas o pesadas son soluciones apropiadas.

### Generalidades

Hay dos aspectos importantes que influyen sobre la trabajabilidad y por lo tanto la economía del hormigón armado: la utilización de moxantes apropiados y cofres herramientas. Los hormigones son de tres tipos que denominaremos: tres (contrapiso), cuatro (paredes) y cinco (entrepisos y losas), que se definen por el número de quintales de cemento que cada uno de ellos contiene por cada m<sup>3</sup> de hormigón que se complementa con 800 lt. de grava, 550 lt. de arena, 120 lt. de agua y 120 gr. de detergente (moxante). El hormigón 4 y 5 debe vibrarse a una frecuencia de por lo menos 60 Hz.

Para comprobar la esbeltez de estas piezas las clasificamos en la siguiente forma: la de esquina o ángulo, la cruz y la te. Todas estas formas funcionan al pandeo como rechonchas por ser sus esbelteces siempre del orden de las unidades y su altura siempre menos que 5m. El área de las columnas rechonchas se calcula en m<sup>2</sup> dividiendo la carga en MN para la presión de seguridad en MPa. Las paredes forman con los entrepisos vigas cuya sección es una I que es el perfil más resistente para piezas flejadas, esta condición hace que cuando se han diseñado correctamente se puedan alcanzar luces de hasta 20 m. libres y voladizos significativos a costos reducidos en relación a otras técnicas.

Una novedad especial de estas vigas pared es la posibilidad de colocarlas sobre el piso que van a sostener y pueden tener aberturas las cuales es conveniente ubicarlas en los os

tercios medios de la luz que salvan. Las directrices de estas vigas pared pueden ser líneas rectas o quebradas y en este último caso en cada cambio de dirección se debe contrarrestar la torsión que este cambio implica. Por la gran altura de estas vigas en relación a los vanos que deben salvar, el consumo de acero en ellas no llega a la décima parte de la economía que produce el acortamiento de las luces.

### Resultados en Edificios

A la técnica constructiva prismoresistente de hormigón débilmente armado la hemos venido desarrollando desde tiempo atrás. En los últimos años se han realizado modificaciones para adaptar la técnica a vivienda de interés social.

Con la técnica prismoresistente de hormigón débilmente armado se han construido diferentes edificaciones. El mayor número de pisos construidos hasta la fecha es ocho. El vano mayor edificado es de 12x14m.

En el proyecto Turubamba de Monjas, auspiciado por el I. Municipio de Quito, en el año 1990 se construyó con esta técnica un prototipo de vivienda de interés social, habitable y de crecimiento progresivo. Esta edificación tiene dos pisos y un área construida de 68 m<sup>2</sup>. La planta baja consta de sala, comedor, cocina, baño y escalera. La planta alta tiene espacio para tres dormitorios divididos por la viga pared. Las cantidades de materiales utilizadas en entrepiso, paredes, cimientos y pisos del prototipo son: 9 qq. de hierro (de 5.5 mm y 8 mm), 125 qq. de cemento, materiales pétreos: 10m<sup>3</sup> de polvo de piedra y 10m<sup>3</sup> de ripio.

Tiempo de construcción de prototipo: 60 días laborables. Si se realizan las viviendas en serie, los costos y tiempos de ejecución disminuyen. Si se dispone de cofres suficientes se pueden construir un grupo de casas habitables en 40 días laborables.

sea el suelo de apoyo.

Se comprende que para el análisis de una estructura dinámica como un objeto tetradimensional que es, necesita un estudio estático estereó y una comprobación dinámica. La estructura se la verifica solicitando un modelo no menor que un vigésimo y no mayor que un décimo de la realidad, con cargas normativas para lo estático y con un modelo acelerado horizontalmente en una mesa de oscilación con una aceleración de por lo menos un m/s<sup>2</sup>. Esto permite obtener diseños con incremento de la seguridad de por lo menos dos veces en la parte estática y casi diez veces en la experimentación dinámica.

### Cálculo de las Placas

La cubierta, los entrepisos y a veces la placa de cimentación de las estructuras prismo resistentes están formadas por cajetonados de armadura reticular oblicua con respecto a las paredes con cuyos ejes hace un ángulo constante de 45 grados. El apoyo normal de las placas horizontales está a lo largo del perímetro rectangular de las paredes, cruces y vanos de las placas verticales, así apoyadas las placas horizontales se pueden calcular sus girógenos de vano y de apoyo, flexores y torsores que se presentan al armarlas con acero dispuesto diagonalmente, que reparte la carga que soporta la placa, igual en ambas armaduras.

En estas circunstancias se pueden calcular tanto los girógenos de campo como los de

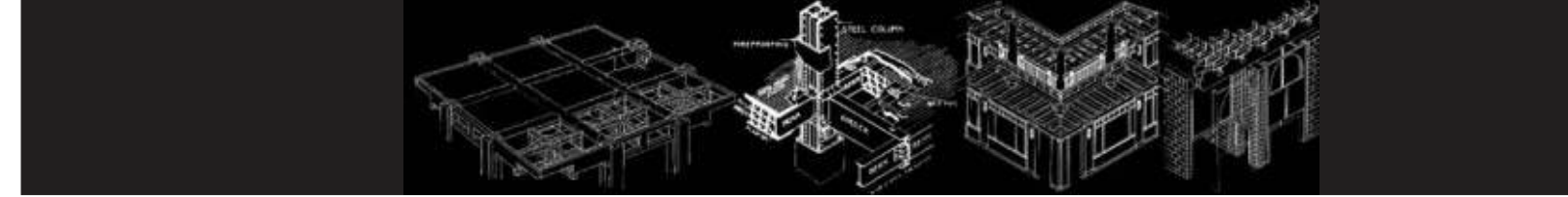
apoyo, usando como luz común de las dos direcciones del ancho de la placa por 1,4142, que es la raíz cuadrada de 2.

Con todo esto, todas las armaduras tienen la misma sección de acero cualquiera que sea la relación largo - ancho del rectángulo base, que por esa causa funciona elásticamente como una placa cuadrada, lo cual es muy importante en la economía de la armadura. En las esquinas, como disminuye la longitud, la sección del acero se puede disminuir. Esta disposición de la armadura permite obtener menor magnitud de oscilación. El cajetón más económico y seguro está entre los 90 y 70 cm dependiendo esto en mucho del sistema de modulación o material de alivianamiento que se ha seguido al diseñar el proyecto arquitectural.

Las bovedillas de hormigón deben prefabricarse al menos con 30 días de anticipación antes de que se pongan en obra, los burbujones de polietileno rellenos de aserrín, producen cielo raso liso y las bovedillas un artesonado característico.

### Diseño de Seudocolumnas

En las estructuras prismoresistentes como en todas las demás, el largo de la columna es el dato arquitectural prefijado, el diseño solo comprende el dimensionamiento del área y de su forma para determinar su esbeltez. Para el diseño del área y de la forma de lasseudocolumnas debemos diseñarlas como si carecieran de armadura, es decir como si fuera de hormigón simple dejando la



arquitecto, éste consigue el tipo de materialización, el grado de confort y el nivel de placer que los edificios y los lugares habitados deben poseer. Respecto al primer criterio para mirar en términos históricos el tema de cómo se han construido las edificaciones, hay que decir que aún cuando toda idea posee en mayor o menor medida la probabilidad de ser realizada, como se propuso al principio, sólo es dable referirnos a los rastros que se conservan del pasado como evidencia de la naturaleza realizable de la idea. Sin embargo, a pesar de disponer sólo de vestigios, hay que conservar la noción de que cada idea constituida e imaginada tiene en sí misma toda la potencia para su surguimiento en el mundo de los hechos físicos. De la arquitectura del pasado distante, más que del reciente, hay que inferir la presencia en su tiempo de muchas otras ideas sobre el espacio habitado realizadas en su momento, pero de las que no quedan huellas que nos permitan afirmar sobre su origen y destino. En estos términos la historia de los edificios reconoce su límite y su posibilidad, en tanto se convierte en una interpretación de las construcciones del pasado, sin la pretensión de afirmar con total certeza acerca de su naturaleza. La historia de los edificios en cada caso es sólo una versión que explica el hecho, no es su descripción certera. Con este criterio de las ideas que se realizan en forma de arquitectura edificada, el estudioso descubre la capacidad de una comunidad para lograr lo que se propone como adecuación del medio a su existencia. Pero hay que anotar que las ideas realizables de los constructores de todos los tiempos dejan huellas más duraderas, en tanto las ideas realizables se encuentran más cerca de los intereses particulares de quienes dominan en cada cultura. Por esto la historia descriptiva del pasado de las construcciones tiene que

referirse a las edificaciones de carácter religioso, militar, económico y de gobierno, más que a las edificaciones próximas a la vida de los hombres comunes en sus casas de habitación, en la calle del barrio, en el pequeño taller de producción o en el discreto local de comercio.

De estas últimas edificaciones quedan pocos rastros. Así, una historia descriptiva de las construcciones encuentra poca materia para mostrar que incluya, además, la vida cotidiana de sus habitantes en los aspectos íntimos y privados. Parece como si la historia no pudiera dar cuenta sino de la vida pública de los hombres, soslayando la otra esfera igualmente importante de la vida privada. La historia de la arquitectura es la historia de las manifestaciones materiales del dominio y del control de la vida de los hombres. Es probable que este matiz del tema no se pueda conocer sino en tanto el estudio histórico incluya interpretaciones de los hechos que van más allá de las descripciones figurativas de los edificios, como se ha anotado antes. Las ideas realizables se esconden detrás de los edificios conservados en el estado en que se encuentran hoy; así, al observador metódico no le queda sino interpretar, descubriendo cuáles ideas fueron causa de lo que contempla. Finalmente se puede decir que el trabajo del investigador en el ámbito de las ideas que se materializan en arquitectura, es en esencia un trabajo sobre la ideología que determina el carácter de las construcciones.

El segundo criterio útil para una visión histórica explicativa y crítica de las construcciones del pasado se refiere a la conveniencia o pertinencia de los instrumentos o herramientas empleados en la fabricación de las edificaciones. Esto compromete al historiador de la arquitectura a prestar atención a la manera como una



comunidad ha desarrollado, en su propósito de adaptación evolutiva con el medio, útiles ingenios que le facilitan su acción para extraer de la naturaleza los recursos que necesita, moviéndolos, ajustándolos, ensamblándolos, en fin, transformándolos para, en el caso de los edificios, lograr su fabricación y procurar lugares confortables y placenteros. Ya mencioné la recíproca afectación que existe entre el problema que quiere resolver la arquitectura y los instrumentos mediadores que están en el proceso, pero esta noción sólo expone la dependencia entre fin y medio; así, se hace necesario considerar que el instrumento exitoso está, además de relacionado con el fin que le da origen, obligado a ser adecuado a ese fin. Es decir, el instrumento existe y sobrevive en función de su pertinencia. Esto último resalta la importancia de asociar con el tiempo y el lugar específico de una cultura los instrumentos, las máquinas y los artefactos que se emplean en la fabricación de los edificios. Esta observación puede parecer innecesaria en primera instancia, pero es suficiente recordar las innumerables dificultades observables, en especial en la arquitectura y la construcción reciente, cuando para realizar una idea sobre el espacio arquitectónico, el constructor emplea procedimientos e instrumentos que requieren costosas e ineficientes adaptaciones al contexto peculiar de una edificación, adaptaciones que con toda seguridad no requiere. Hay que recordar que no todas las edificaciones demandan soluciones novedosas.

El hombre ha habitado desde siempre constituyendo respuestas idóneas a los problemas de asentarse en un territorio particular, soluciones que no son mejores por formar parte de la tradición, sino porque muestran el éxito obtenido en el transcurso de los tiempos para que esta otra piel que llamamos arquitectura cumpla su propósito.

Sólo algunas situaciones especiales en cada época y sobre las que no existe experiencia previa en una cultura, ameritan la elaboración de soluciones nuevas con instrumentos nuevos o modificados y adaptados a partir de viejas y confiables

herramientas. En estos términos se puede afirmar, como se puede hacer para muchas actividades humanas, que sólo los problemas realmente nuevos requieren soluciones sin antecedentes. Los otros problemas siempre se pueden resolver con viejas y bien adaptadas soluciones que a veces solo necesitan ajustes a circunstancias peculiares de un contexto. Esto dentro de un necesario concepto de economía de recursos y de eficiencia práctica en la acción, sin la cual la vida estaría siempre en un mayor riesgo de no conservarse. En este sentido los divertidos concursos de novedades tecnológicas que no enfrentan problemas concretos, tan populares en estos tiempos y promulgados por la industria y los medios contemporáneos de comunicación, no pasan de ser ejercicios de creatividad incondicionada que ayudan en el desarrollo de capacidades superiores de pensamiento a quienes se involucran en el espectáculo, pero que no se pueden confundir con reales procesos investigativos organizados en función de problemas sustanciales en la vida de la especie. Bien se puede hacer una extraordinaria colección de interesantes aunque extravagantes y bizarros aparatos e instrumentos que encarnan no sólo intentos que fracasaron, sino, además, exponen la mórbida fascinación de los hombres por la novedad sin condición, en especial en los últimos tiempos tan influidos por la intensa circulación de información entre las diversas culturas sobrevivientes. Una historia de la construcción de los edificios requiere de forma simultánea una historia de los instrumentos con los cuales se han fabricado esos edificios. Ésta no es una advertencia que los historiadores de la arquitectura hayan tenido en cuenta con frecuencia; más bien se han centrado en asuntos más próximos a la apariencia de los edificios y a la fascinación que estos les producen. No es que esos usuales temas y enfoques no tengan valor o importancia académica, pero hay que extrañar entonces la ausencia de trabajos aleccionadores sobre el histórico arte de construir el territorio que hemos habitado largamente. En esos trabajos los instrumentos, mediaciones concretas de la actividad constructora, juegan un papel determinante, como se ha propuesto. El

## SISTEMA CONSTRUCTIVO PRISMORESISTENTE DE HORMIGÓN DÉBILMENTE ARMADO

EI ECUADOR ESTÁ AFECTADO POR SISMOS PORQUE SU TERRITORIO CONTINENTAL SE ENCUENTRA EN UNA ZONA DE PLEGAMIENTO PERMANENTE Y SUS ISLAS SON DE ORIGEN VOLCÁNICO.

HEMOS CREADO UNA TÉCNICA CONSTRUCTIVA A LA QUE LLAMAREMOS "PRISMORESISTENTE" LA CUAL POSIBILITA LA APLICACIÓN AL HORMIGÓN DÉBILMENTE ARMADO; QUE RESISTE MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE LA DÉCIMA MAGNITUD DE LA ESCALA MERCALLY MODIFICADA, CON UNA ACELERACIÓN DE 1.001 A 2.5 M/S<sup>2</sup>; DE MENOR COSTO QUE SUS SIMILARES; QUE MINIMIZA EL CONSUMO DE ACERO; QUE SE ADAPTA A LAS CONDICIONANTES MEDIOAMBIENTALES, PUDIENDO INCLUSIVE SER UTILIZADO EN TERRENOS DE FUERTE PENDIENTE SOSTENIENDO EL EMPUJE DEL SUELO CON EL PESO DEL EDIFICIO Y QUE PUEDA APLICARSE A DIFERENTES TIPOS DE EDIFICACIONES.

### Prismo Resistencia en Hormigón Débil

Definimos el hormigón débilmente armado como el que tiene un área de acero menor a 9 milésimas del área de hormigón correspondiente.

Para el análisis estructural de construcciones de este material planteamos como celosía estérea fundamental, láminas regulares de prismas de n. pisos como punto de partida.

### Modelo Regular

Llamaremos celosía estérea regular a aquella en la cual todas las barras verticales coinciden piso a piso.

En toda celosía estérea estructural hay tres direcciones de barras: verticales, horizontales y diagonales. En el caso del hormigón armado tanto las barras horizontales como las verticales, cuando son cruce de dos placas verticales las llamaremos pseudo-columnas, en el del cruce de una horizontal con una vertical las llamaremos pseudo-vigas.

Todas las diagonales deben estar extendidas por consiguiente son la armadura de acero de todas las placas y. está formada por un sistema diagonal contra diagonal para que trabajen alternativamente en caso de una sollicitación sísmica.

Para la conformación de la celosía estérea básica, eliminamos las contradiagonales superabundantes de las caras exteriores

sirviéndonos de la fórmula de la isostacia,  $B=3N-6$  que dice que el número de barras de la celosía debe ser igual al triple del número de nudos menos seis.



La idea de una estructura de resistencia uniforme, se funda en una distribución de esfuerzos igualmente uniforme, en las que no hay elementos soportantes y soportados, elementos estructura y elementos carga. En la estructura uniforme cada elemento se sostiene a sí mismo y ayuda a soportar el conjunto. Esto se obtiene haciendo toda la construcción dentro de un mismo plano, íntegramente de un solo material y compaginando las variaciones de materiales, en distintos planos.

El sistema diagonal contra diagonal extendido a todas las membranas, sean horizontales o verticales, proporcionan una extraordinaria resistencia al conjunto haciéndolo monolítico, imposibilitando así hundimientos diferenciales, cualquiera que

terminación rápida del montaje de la cubierta permitiendo el trabajo bajo techo, de terminaciones, cerramientos, pisos e instalaciones; que se base en elementos livianos, cuyo peso máximo no sobrepase a los 150 Kg.; que sea de costo accesible para el usuario, que permita independizar las construcciones y las formas de utilización de los espacios, de los accidentes y de los problemas y dificultades climáticas, minimizando los movimientos de tierra, las cimentaciones, los drenajes o las redes técnicas emplazadas, posibilitando una ocupación intensiva del suelo, una densidad máxima óptima, y una maximización de las áreas de uso colectivo.



**Descripción del Sistema**

El sistema constructivo denominado ALAHUA, se compone esencialmente de bastidores de pared, entrepiso y techo, los que se complementan con elementos lineales de columnas, vigas y tensores.

La estructura es estérea, y está conformada por la interrelación de estos componentes que trabajan en forma interdependiente para contrarrestar y resistir las cargas verticales y horizontales. El sistema se basa en la aplicación de una coordinación modular ajustada sobre una trama escocesa de 10-30 cm. y una subtrama de 2 cm., con una trama estructural de: 0.40 - 3.20 - 0.40 m.; 0.40 - 6.80 - 0.40 m. Esto genera un sistema abierto permitiendo una gran combinación de posibilidades espaciales con un mínimo de componentes, o simples variaciones de los mismos.

Esencialmente es un sistema de tablas con

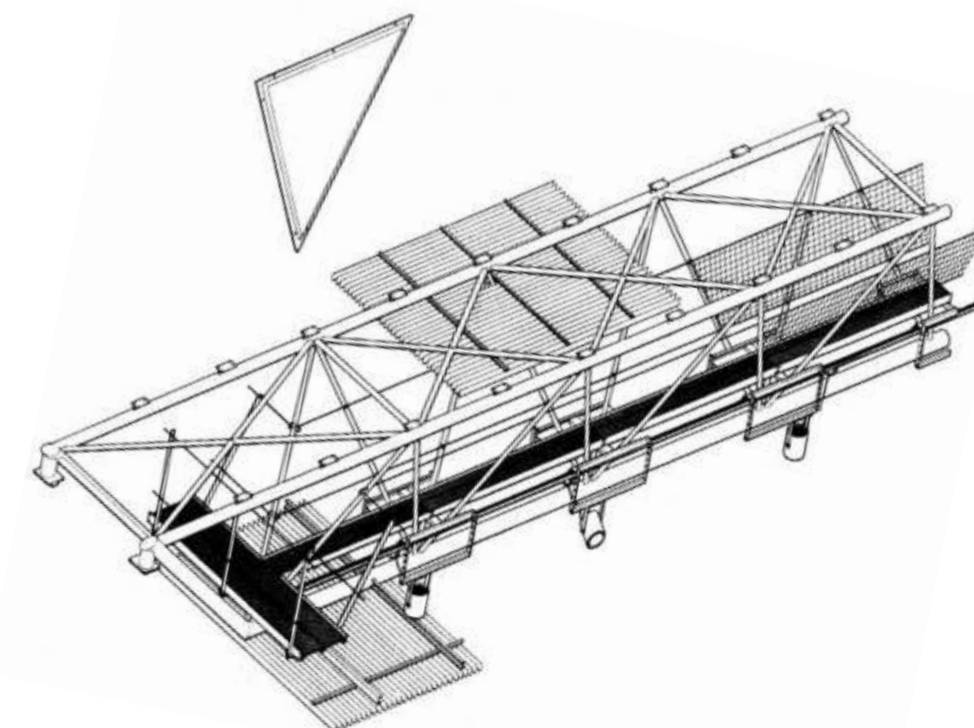
secciones de 0.02 m. La sección mas gruesa de los elementos está en el centro de la columna y tiene 0.06 x 0.06 m. Es factible usar solamente maderas de longitudes 2.40 - 2.50 m., aunque en bastidores de entrepiso, techo y vigas puede simplificarse su construcción con madera de 3.30m. de largo. La coordinación modular posibilita además usar diferentes tipos de materiales en sus cerramientos, así admite paredes de madera, de bahareque, bloque, adobe, ladrillos y en los techos diferentes tipos de materiales de cubierta. Esta versatilidad permite realizar mejoramientos progresivos del espacio construido mediante el reemplazo de componentes y materiales. El sistema es totalmente desarmable en sus componentes originales, permitiendo un fácil traslado y sustituir cualquier elemento sin afectar la construcción.

La cubierta inclinada está pensada para tener un crecimiento similar al de una plana, es decir, crecer en dos direcciones.

El sistema está planteado para llegar a viviendas de hasta tres pisos de altura. Los componentes del sistema constructivo son elementos livianos. Los bastidores más pesados no sobrepasan los 80 Kg. lo que los hace manejables. Son de fácil transporte y no requieren equipos especiales para su montaje. Es factible armar la estructura y techar en tres pisos de altura en 8 días. En caso de ser posible usar algún sistema de izaje mecanizado, esto permitiría acelerar los plazos de montaje.

La producción en taller permite un control de la calidad del producto y la reducción del tiempo. El cálculo de la viga del bastidor de entrepiso nos da que el volumen necesario es de 0.006 m<sup>3</sup> y el existente es de 0.018 m<sup>3</sup>, lo cual es tres veces más que el volumen necesario para una carga de 5 KN por m<sup>2</sup>, que tiene en cuenta una carga viva de 4 KN, correspondiente a una escuela o similares.

El sistema constructivo ha sido probado en viviendas de interés social, aulas, centros comunitarios, lavanderías, puestos de salud, paraderos, etc., demostrando sus posibilidades.



tercer criterio en esta reflexión sobre las condiciones para una historia de la manera como se construyen los edificios, se refiere a la materia física con la que se producen los espacios arquitectónicos. En este punto hay que suponer que el material con el que una comunidad fabrica su entorno, proviene en primer lugar de ese medio, de forma inmediata. Esta es una característica que se asocia especialmente con las culturas antiguas y con algunas recientes y contemporáneas que mantiene esa ligazón íntima con la naturaleza circundante de la cual extraen la materia o los medios de construcción en general. Esto sucede como expresión de sensatez y eficiencia en la disposición de los recursos que la comunidad invierte en la construcción de su hábitat.

Durante muchos miles de años ésta ha sido la manera más apropiada de resolver el problema y no ha dejado de tener validez. Sin embargo, la industrialización de las actividades productivas, en particular en la cultura occidental desde hace poco más o menos trescientos años, ha modificado la relación entre el hombre y la materia que transforma para hacer la arquitectura y la ciudad. Esto sucede hasta el punto que por la mejora inmensa en la comunicación y en la circulación de bienes en las economías cada vez más cercanas y dentro del actual

estado de globalización en el intercambio, se ha logrado que, con bajos costos y mayor prontitud, se puedan fabricar edificios y ciudades con materiales que provienen de otros ámbitos económicos y de otras culturas. Así, el origen de los materiales necesarios se define hoy por otras circunstancias en las que la sensatez y la eficiencia siguen siendo determinantes, pero no implican la vieja sujeción al material de la región. Con esto la apariencia homogénea, que tanto atrae de las más antiguas y tradicionales ciudades, ya no identifica con exactitud la imagen de un lugar. Ahora esa homogeneidad se ha trasladado a un nivel más amplio que trasciende los límites del territorio inmediato y se ubica en muchas culturas simultáneamente, dando la vida contemporánea muestras del alto grado de globalización al que se ha llegado. Puede que esto implique dificultades de todo tipo, pero ya no se fabrican alojamientos exclusivamente en madera en regiones de selvas tropicales o de bosques húmedos, ni en bloques de hielo en territorios glaciales, ni en barro, arcilla y cerámica en zonas áridas desérticas. Ya sea que esto suceda para bien o para mal, es un hecho evidente.

Sólo los constructores populares, no informados del mundo que se encuentra más allá de su contexto cercano, continúan de



manera relativamente espontánea, configurando su paisaje a la usanza arcaica de disponer del material abundante y fácil de su región, ya sea madera, piedra, arcilla cocida, o barro, sin requerir de los materiales técnicamente más desarrollados que están a disposición en una cultura altamente conectada. Puede que algunos materiales en sus formas tradicionales sigan siendo aún parte de las soluciones acertadas y suficientes para los problemas de habitar un sitio, pero deben convivir con los nuevos productos elaborados que intentan enfrentar problemas viejos de manera distinta. En esta situación en particular del material con el que se construye, no cuentan solamente la intención y la voluntad del constructor popular, como se les llama en estos casos, para escoger las materias o los productos elaborados que usa en sus edificaciones; hay que considerar también la influencia, muy notable en los últimos decenios, de la propaganda que hacen los elaboradores de materias primas y productores de materiales para la construcción, influyendo de este modo en las decisiones de los constructores, no siempre con resultados convenientes para la comunidad. Una historia como la que se sugiere no podría, si se considera lo expuesto, ocuparse como lo ha hecho siempre, de la apariencia de edificios y ciudades sino en tanto ésta es la evidencia de la forma como socialmente se producen y circulan los bienes relacionados con su construcción. Así, una historia, por ejemplo, de los estilos arquitectónicos pierde pertinencia cuando resultan más relevantes aspectos que derivan su valor del origen económico y de su importancia estratégica en el comercio de bienes a nivel global. Por otra parte, existe una característica relacionada con la materia para edificar, que tiene presencia, en especial, en las intenciones e ideas creativas de los arquitectos profesionales.

Ésta se refiere a la naturaleza propia de los materiales, a la que ya se hizo mención antes, pero tal condición tiene un alto carácter psicológico que depende más de la percepción y comprensión particular que tiene el diseñador, que de comunes o

universales lecturas de las cualidades estéticas de una materia. Aunque no por esto se la pueda despreciar como condición en la concepción y fabricación de los espacios, los hechos demuestran que las determinaciones objetivas de carácter económico en una comunidad, definen las ideas sobre la materia que se usa para edificar en cada situación, de tal manera que hasta la apreciación individual de naturaleza psicológica está igualmente afectada por la objetividad de los actos productivos organizados en una economía local o global.

El cuarto criterio, el del conocimiento suficiente, significa que una historia de la manera como se han construido los edificios, es a la vez una historia de la tecnología, pues las diversas maneras de hacer arquitectura, o los múltiples procedimientos involucrados en este trabajo, encarnan lo que los hombres de una época y de un lugar específico poseen como idea del mundo, como noción de la vida y como sentido de su existencia. Todo esto se concreta en modos o técnicas en cada una de las actividades que realiza una comunidad, incluyendo obviamente la arquitectura. Así, el estudio de la tecnología y de la arquitectura no puede separarse si la historia de las edificaciones quiere dar explicaciones certeras y útiles.

Esto tiene sentido en tanto edificar el ámbito físico de la vida en forma de casas, calles, plazas, parques y campos es también la manifestación más concreta del conocimiento que socialmente una cultura posee. Es el conocimiento en todas sus formas el que se hace patente en el territorio que el hombre ocupa. Por eso el arqueólogo, el antropólogo o el sociólogo encuentran en el lugar que ha ocupado o que ocupa un grupo humano, las muestras del saber mágico, mítico o científico de su cultura. En este aspecto, el criterio del conocimiento que una comunidad posee como herramienta cultural para ajustar su medio ambiente en forma de arquitectura, ha sido mejor tratado por los historiadores, que encuentran en la cosmología, en el arte, en la ciencia y en la religión de un grupo específico explicaciones para la configuración general y particular de un asentamiento. Son muy populares las elaboraciones que se han hecho sobre la

BEV, Categoría Componentes de construcción de bajo costo, 1989.

Adicionalmente hemos desarrollado técnicas constructivas utilizando como material fundamental, la caña y la tierra estabilizada, tipo tapial reforzado con madera. Con apoyo de las NNUU estas técnicas fueron difundidas en el Simposio CIB-RILEM, México 1989. Además se han presentado en diversos eventos en Ecuador, Francia, Argentina, Honduras, Cuba y Uruguay.

Con apoyo de la Red CYTED XIV C, de Transferencia Tecnológica para el Hábitat Popular, se realizó en Octubre del 2003, un Seminario Iberoamericano de Postgrado en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina, donde se difundieron estas tecnologías desarrolladas en Ecuador.

Estas técnicas son parte del programa de estudios y conferencias periódicas en la FAD-PUCE.

### Sistema Constructivo Alahua en Madera

El Sistema Constructivo ganador del Primer Premio del Concurso Internacional convocado por el ACUERDO DE CARTAGENA, fue concretado en un proceso de diseño, aplicación y mejoramiento progresivo desde el año 1981 en Ecuador por el Grupo ALAHUA, básicamente los Arqs. Carlos Ríos Roux, Fernando Chaves, Luis Gallegos y la colaboración de la Arq. Ana Falú.

Para el concurso subregional sobre sistemas constructivos a base de madera del Acuerdo de Cartagena, se hizo algunos aportes al sistema de parte del Arq. Carlos Ríos Roux e Ing. Alberto Larrea y colaboró el Ing. Carlos Bastidas. Los diseños arquitectónicos para el concurso fueron realizados por el Arq. Carlos Ríos Roux.

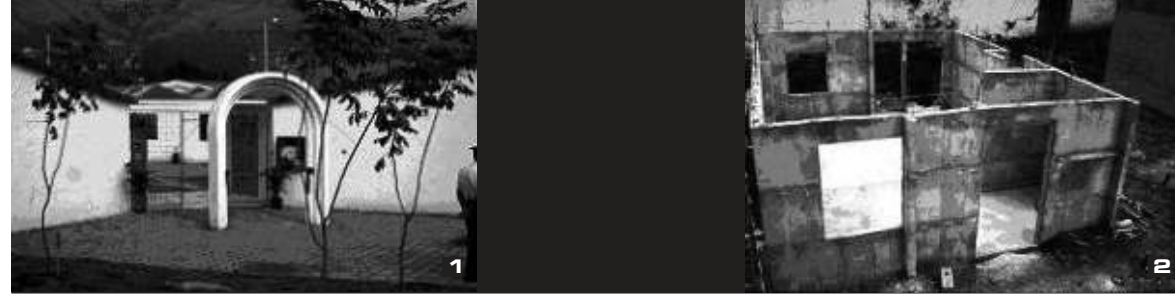
Los aportes al sistema constructivo se realizaron en la placa de entresuelo, creando alternativas de utilización de madera de diferentes longitudes así como el reforzamiento de dicha placa con una platabanda inferior



### Antecedentes y Criterios Básicos 3

La Asociación Latinoamericana para la promoción del Hábitat, el Urbanismo y la Arquitectura (ALAHUA) diseñó un sistema constructivo en madera enmarcado en un programa de desarrollo integral llevado a cabo conjuntamente con la gestión de la Municipalidad del Puyo, período 1981-85 presidida por el Sr. Rafael Sancho y con la participación de algunas organizaciones populares locales: CONFENIAE, OPIP y AITAP. Algunos de los objetivos del programa eran potenciar los recursos locales, generar mayor valor agregado a la región y fomentar las posibilidades de empleo en la zona. Para el programa habitacional la propuesta contemplaba la utilización de la madera abundante en la zona, como recurso idóneo para las construcciones y utilizar los recursos humanos conocedores del procesamiento de la madera.

Se buscó desarrollar un modelo basado en un sistema constructivo integral que permita la producción en taller de un sistema abierto de componentes de madera intercambiables, que establezca un número mínimo de componentes con máximas posibilidades de combinaciones, que se base en un sistema de coordinación modular; que posibilite el crecimiento dentro de una red de soportes, sin afectar espacios habitables existentes y sobre todo sin levantar o rehacer cubiertas de techo; que permita el mejoramiento progresivo mediante el reemplazo de componentes; que sea flexible admitiendo fáciles transformaciones, que pueda montarse simplemente sin requerir equipos de izaje sofisticados, posibilitando la



Todos estos antecedentes nos han llevado a diseñar algunas técnicas constructivas a las que llamaremos "prismoresistentes", las cuales resisten movimientos sísmicos de la décima magnitud de la escala Mercalli Modificada, con una aceleración de 1.001 a 2.5m/s<sup>2</sup>. Estas técnicas son de menor costo que las similares, se adapta a las condiciones medioambientales, pudiendo inclusive ser utilizadas en terrenos de fuerte pendiente, actuando como muro de contención y también se puede construir edificaciones separadas del suelo natural.

En lugares donde el costo del acero es elevado, es conveniente tener en cuenta para el diseño estructural, la utilización de los siguientes materiales: la madera, la caña guadua, las mamposterías armadas (mampuestos de tierra estabilizada, cerámica y hormigón) y el hormigón débilmente armado. En el caso de utilizar madera, se debería optimizar su uso eligiendo maderas semiduras y blandas (crecimiento del árbol en tiempo no mayor a 20 o 30 años). No se debería utilizar las maderas duras, porque nadie está interesado en plantar un árbol que se coseche en un periodo mayor al señalado.

#### Resumen de Sistemas Constructivos Prismoresistentes Propuestos

En el espacio la figura indeformable es el tetraedro. Esta figura es la base de la resistencia estérea articulada y por esto el nombre de prismoresistencia.

La idea de una estructura de resistencia uniforme se funda en una distribución de esfuerzos igualmente uniformes, en las que todos los elementos se sostienen a sí mismos y colaborando con el resto. Estas formas uniformes tienen menos volumen construido

en relación al espacio habitable, existe articulación total entre elementos verticales y horizontales que dejan solo continuidad en las placas de entepiso y cubierta. El centro de masa y el elastocentro coinciden, lo que evita los efectos torzores en caso de sismos.

El sistema diagonal contra diagonal extendido a todas las membranas, sean horizontales o verticales, proporciona una extraordinaria resistencia al conjunto imposibilitando los asentamientos diferenciales. Las paredes, al estar armadas, pueden funcionar como vigas de apoyo con sección doble "T" que les permite aberturas y obtener grandes luces y voladizos con reducción de materiales y costos. Se puede separar las construcciones del suelo natural lo que potencia su uso para fines agroproductivos y ecológicos. Este tipo de estructuras permite edificaciones de crecimiento progresivo con incremento de la seguridad de por lo menos dos veces en la parte estática y casi diez en la experimentación dinámica.

### Sistemas Constructivos Prismoresistentes

#### Merecimientos y autores

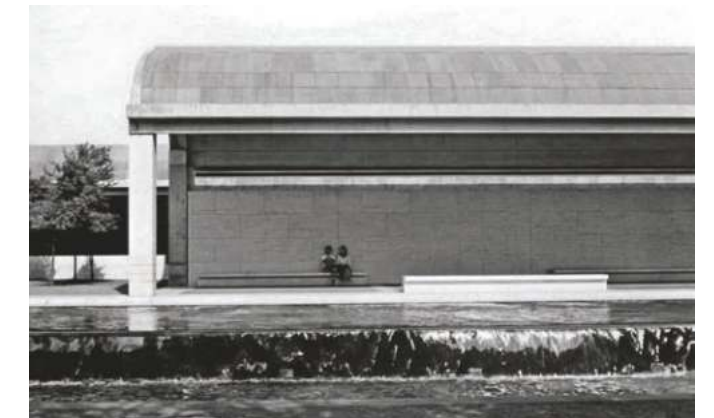
1. Sistema Constructivo ALAHUA en madera. Primer premio Concurso Acuerdo de Cartagena, Lima – Perú, 1987  
Premio Bienal de Arquitectura de Quito, 1983
2. Prismoresistente de hormigón armado. Primer premio concurso nacional GTZ-JNV-BEV, Categoría Sistemas Constructivos de Bajo Costo, Ecuador, 1992  
Premio Bienal de Arquitectura de Quito, 1992
3. Mampostería sin juntas. Primer premio concurso nacional GTZ-JNV-

relación íntima entre la disposición de los recintos sagrados y profanos, públicos y privados, de una cultura y las estaciones, el clima, el sol, la luna, las estrellas, el origen y el fin de la comunidad, las divinidades, la muerte, la relación con sus vecinos, el trabajo, el comportamiento de sus individuos y otros muchos asuntos que forman parte del conocimiento que circula intensamente entre los miembros de una comunidad. Al historiador siempre le debe resultar útil recurrir a explicaciones sobre las técnicas en tanto aplicación del saber de todo orden, y atender al origen, desarrollo y empleo de esas técnicas que configuran en última instancia y en conjunto con otros aspectos generales de la cultura, la apariencia final de los edificios. Además, con toda seguridad, esas técnicas determinan el efecto que en términos psicológicos y estéticos, producen aquellos en los que los usan. De alguna manera se puede afirmar que un observador puede inferir la clase y complejidad de conocimientos que una cultura posee, considerando la manera como han edificado sus ciudades y sus alojamientos de todo orden, así como la forma como han definido la apariencia y utilización del espacio circundante. El edificio es, en clave estética, un depositario del acervo de una cultura.

Allí se puede entrever el mundo de una comunidad. Por otra parte, sólo desde el esclarecimiento de los procedimientos y técnicas que se emplean en la arquitectura, se pueden explicar los éxitos y fracasos en todas y cada una de las diversas formas que esta toma en el tiempo. Sin tal condición conceptual de carácter crítico a la que se refiere el criterio del conocimiento suficiente, el historiador limita sus explicaciones e impide, para sí y para quienes le consultan, dar cuenta de las causas y fines de los edificios. Los cuatro criterios hasta aquí expuestos, útiles para una historia sobre cómo se construyen las edificaciones, quieren rescatar la necesidad de abordar el asunto en toda su complejidad, sin atender a las modas o a las imposiciones que las revistas y algunos autores populares en el ámbito de la historiografía y de la teoría de la

arquitectura acostumbran divulgar y patrocinar, desconociendo que en buena medida la reflexión crítica intenta objetivar sus juicios llevándolos más allá de la superficie en la cual normalmente navegan autores y propagandistas del medio de la arquitectura. Así, de esta forma puede llegar un día en que se dejen de lado las vanas discusiones sobre el buen gusto para discernir entre las edificaciones más promocionadas y no siempre las más valiosas o significativas y aquellas que no merecen mayor atención. Igualmente se trasladan también, las consideraciones sobre los proyectos y las construcciones relevantes, del ámbito del capricho y el interés promocional de un individuo o de un grupo influyente, al lugar de la observación y el estudio riguroso y científico del entorno construido.

El historiador de nuestro tema ha de saber que su actividad de promotor de la obra o del individuo que la realiza, lo aleja de su principal función de esclarecer la naturaleza histórica de los hechos arquitectónicos y de las explicaciones acerca de cómo se han realizado, asunto este que tiene inmenso valor social en tanto permite conservar de la



tradición lo más conveniente para los tiempos presentes y orientar, para que las equivocaciones del pasado se reconozcan y no dificulten la creación de respuestas nuevas al viejo problema de habitar en un entorno difícil y con exigencias renovadas, para las que la originalidad en las soluciones puede ser también un camino conveniente.



## El caso

Para ilustrar las anteriores ideas, se pueden hacer observaciones en la dirección sugerida al edificio del museo Kimbell de bellas artes en Fort Worth, Estados Unidos de Norte América, del año 1967 del arquitecto L. Kahn, quien en buena medida ejemplifica, a lo largo de todo su trabajo, una forma de construir los edificios que puede ser vista en los términos en que convendría, para hacer del estudio de la construcción de un edificio una lección valiosa de arquitectura. Este es un sobrio y discreto edificio con unas peculiares condiciones técnicas de tipo estructural y constructivo que se desarrolló desde su concepción inicial hasta su terminación con obstáculos y retrasos, contra los cuales la testarudez de hacer realizables unas ideas, mostró que la creación del espacio habitable, apunta siempre a la consecución de lo deseado, por lo cual en su origen la idea tiene ya los contenidos que hacen posible su pleno despliegue y final materialización.

La fundación Kimbell, poseedora de una valiosa colección de obras de arte de pequeño formato principalmente del siglo XIX, quiso edificar un museo para albergar la mencionada colección y consultó las ofertas de distintos arquitectos, considerando de mayor interés las de L. Kahn, cuya imagen inicial del museo estaba íntimamente unida a las preocupaciones por la luz en el interior de las salas de exhibición. Las características bóvedas de sección cicloide que aparecen en los primeros dibujos, le permiten a las salas que cubren, disponer de una iluminación proveniente del largo lucernario fijo debajo de la rendija en el cenit de la bóveda y en toda su longitud, que refleja la luz natural de manera homogénea en la superficie interior del cicloide y hacia las paredes y el piso. En esta solución simple pero exitosa, confluyen la voluntad inicial de hacer realidad una idea respecto de la luz natural, tan importante en una exhibición de arte, con un conocimiento suficiente del comportamiento de la luz natural en las distintas superficies sobre las que incide. A estos dos aspectos se les une la apropiada escogencia de un material como el concreto expuesto a la vista en el interior de las

bóvedas, que a la vez que procura una superficie difusora que amortigua el brillo excesivo de la luz, resulta apropiada para fabricarlas con rigurosa exactitud y cuidado como piezas post - tensadas de poco peso y de diez centímetros de espesor.

Con esta solución el arquitecto ha hecho girar en torno a la idea fundamental todas las decisiones sobre la forma el material y las herramientas necesarias para lograr la calidad del espacio que considera, no sólo capaz de honrar sus intenciones, sino además, de propiciar el confort y placer que se asocia con la contemplación del arte en una atmósfera llena del silencio que la luz, sabiamente conducida, ofrece. No ha sido otra cosa que la calidad del espacio la que ha definido, desde el origen de la idea sobre el museo, los elementos más importantes. Sin embargo, las definiciones para la construcción del espacio, como se anotó en apartes anteriores, tienen otras causas externas al diseñador, pero de igual importancia, que explican más allá del punto de vista psicológico de la creación, los aspectos relevantes del edificio.

Me refiero a que sólo en el contexto de la condición tecnológica de la comunidad donde se fabricó el museo, es dable realizar un edificio como el que se construyó, pues éste muestra el conocimiento que los expertos de una cultura tienen sobre una construcción en concreto post - tensado, que satisface las exigencias ambientales y económicas bajo las cuales se ha hecho el trabajo. Además, la alta organización operativa que exige la construcción del edificio en unos plazos predeterminados y con diversos grupos involucrados, habla de una capacidad desarrollada para el trabajo en equipo. Curiosamente, las demoras en el proceso de la construcción del edificio, desde su concepción hasta el final, que tomaron cinco años, se debieron a que esa capacidad de trabajo coordinado de equipos diversos era precaria, pues además de la oficina de L. Kahn se encontraba asociada al trabajo y por exigencia de la junta directiva de la fundación, otra oficina de arquitectos de la ciudad y la empresa contratista general de la construcción, quienes con una concepción

En el área de la construcción de viviendas populares hay que tratar de potenciar los recursos locales, sean estos de materiales de construcción, de técnicas apropiadas, tanto para la edificación como para el uso de las energías y diseñando espacios y formas que respondan a la cultura y al ecosistema local.

Hay que procurar transferir técnicas constructivas a la población para generar empresas comunitarias y vincular a la vivienda, con la producción y el empleo. Como respuesta a los múltiples problemas, las NNUU proponen que: " Es irrealista imaginar que podemos comenzar lograr un desarrollo sostenible si los países no reconocen la necesidad de preparar y ejecutar planes nacionales de utilización de las tierras. La protección efectiva y uso óptimo de los recursos de tierras frágiles solo puede ser posible con una planificación". "Muchos recursos de tierras valiosas estarían mejor protegidas a través de una política que promoviera asentamientos urbanos de alta densidad y la consolidación de asentamientos mas pequeños en áreas rurales. Una política de gestión de tierras eficiente tiene que tener como meta la racionalización de tenencia de tierras, mejorando las condiciones del pobre, tanto en áreas rurales como urbanas. Sin un acceso a la tierra, la necesidad de vivienda de poblaciones crecientes en los países en desarrollo, produciría un desarrollo caótico, especulación de tierras, ocupación de tierras marginales y ecológicamente frágiles y el empeoramiento de la situación ambiental de los grupos desfavorecidos y económicamente vulnerables".

"Además esto involucra reconocer que los problemas son, a menudo más claramente solucionados a nivel local que a nivel nacional. El primer paso es otorgar poderes de decisión y recaudación de ingresos a ciudades y pueblos de todos los tamaños. Esto le permitirá identificar y usar las nuevas fuentes de ingreso para buscar oportunidades de desarrollo sin las excesivas restricciones de las autoridades centrales y regionales". Si se enfoca la problemática integralmente y se obtienen recursos económicos adecuados y se minimizan tiempos y gastos de

intermediación, se promueva el empleo y se potencie los recursos locales, se contribuirá a elevar la calidad de vida de los sectores sociales mas carenciados. Algunas de estas técnicas han sido premiadas a nivel de Ecuador y de la región Andina..

## Técnicas Apropriadas de Construcción

Si bien existen muchas técnicas desarrolladas las cuales convienen identificar, hemos realizado en equipo varias investigaciones que se han plasmado en propuestas que han sido aplicadas en algunos proyectos.

### Antecedentes Constructivos

Ecuador es afectado por vientos, deslaves y sismos, los que generan en las construcciones, empujes horizontales. Los suelos por lo general son heterogéneos y tiene una morfología variable. El diseño de las estructuras presenta problemas si son concebidas como sistemas planos. No siempre se investiga la ubicación del centro de masa (donde se genera la acción), ni la del elasto centro (centro elástico donde se genera la reacción) y por eso cuando la distancia entre los dos centros es del orden de 2 metros se produce un girógeno o momento de fuerza que tiene dos componentes: una paralela al eje vertical del edificio y otra perpendicular, las que producen efectos flexores y torzores, provocando desastres en los pisos centrales de edificios altos.

En los edificios en altura, por lo general, las placas horizontales entregan su carga mediante columnas por las que baja la presión al suelo por intermedio de plintos aislados. En suelos heterogéneos a veces se producen hundimientos diferenciales que pueden invertir la marcha de los girógenos o momentos de fuerza.

En vivienda individual de crecimiento vertical progresivo muchas veces se comienza con un tipo de sistema constructivo y materiales determinados y se cambian en los pisos sucesivos. Esto hace que la estructura sea heterogénea y se comporte de forma débil frente a los empujes laterales.