

# Sistemas constructivos de la Ciudad Universitaria

Carlos Lazo / La redacción

El arquitecto Carlos Lazo escribió un ameno texto en donde aborda los sistemas constructivos de la Ciudad Universitaria, repasando sus características y los principios bajo los cuales se rigieron tanto la elección del tipo de estructura, como de los materiales con los que se construyeron los diversos edificios del proyecto. Pone especial atención en la construcción del Estadio Olímpico, detallando momentos del proceso constructivo, desde la elección de una estructura de tierra, la solución lógica debido a la naturaleza del terreno. Lazo estuvo directamente involucrado en la ejecución del proyecto constructivo, por lo que este texto, escrito en 1952, ofrece una comprensión profunda de Ciudad Universitaria.

**Ciudad Universitaria · Carlos Lazo · concreto armado · tierra compactada**

El número 71 de la *Revista de la Universidad de México* publicado en noviembre de 1952, estuvo dedicado a dos grandes celebraciones, los 400 años de la universidad y la inauguración de Ciudad Universitaria. Setenta años más tarde este aniversario es un nuevo motivo de festejo. La construcción de este complejo es sin lugar a dudas uno de los grandes hitos de la arquitectura mexicana del siglo xx.

Más allá de lo que representa tener un campus de tal magnitud, que ofrezca educación superior a la nación; su planificación urbana y la construcción de sus edificios fueron grandes logros, resultado de un vasto trabajo tanto intelectual como material de más de 10,000 personas. La construcción de este espacio comienza en 1950, cuando se colocó la primera piedra el 5 de junio, hasta varios años más tarde, pues su construcción no terminó al inaugurarse, sino que continuó prácticamente durante una década, e incluso ha seguido en la actualidad, con las ampliaciones y los anexos que la demanda de nuevos espacios que la creciente población estudiantil requiere.

El siguiente texto de Carlos Lazo, publicado originalmente en la revista mencionada, ayuda al lector contemporáneo a vislumbrar los retos y dificultades a los que se enfrentaron, así como a comprender de primera mano la capacidad inventiva y resolutive de quienes participaron en el proyecto y el proceso constructivo de cu. Cabe recordar que Lazo fue gerente general del mismo, por lo cual explica los detalles de una obra que conoce y entiende de primera mano, tratando temas y soluciones (como el aprovechamiento de la piedra volcánica o el uso de concreto aparente) que si bien pueden ser ya conocidas, es muy interesante leerlo directamente de las palabras de uno de sus autores.

## Transcripción

Para la edificación de la Ciudad Universitaria se han proyectado estructuras de las más diversas naturalezas, tan diferentes en su concepción que en el conjunto, prácticamente, corresponde al más completo muestrario de obras urbanas.

Se entiende que cada obra tiene una misión específica que cumplir, por lo que el tipo de estructura tiene que ser elegido de tal manera que corresponda a la solución óptima, y para lograrlo deberá ser funcionalmente correcta, resistente, económica y agradable a la vista.

Tan importante como la elección del tipo de estructura es el procedimiento de construcción de la misma, que logrará el milagro de convertir ideas, cálculos y dibujos en obras materiales, que harán perdurar, a través del tiempo, el genio creador del hombre. Es por esta importancia tan grande que reviste el procedimiento de construcción, por lo que la gerencia de la Gerencia de las Obras de la Ciudad Universitaria se ha preocupado en la elección más escrupulosa de las compañías constructoras que tomarían a contrato las diferentes estructuras, eligiéndolas por su capacidad técnica, su solvencia moral y por lo adecuado de sus procedimientos de construcción, tomando en cuenta el equipo de que disponen.

Desde luego es interesante hacer notar que en el ánimo de todos los proyectistas ha existido como punto base el aprovechar, en lo posible, los recursos naturales Del Pedregal; es decir, darle utilidad a la gran masa de piedra volcánica que la forma, consiguiendo de esta manera obtener provecho de lo que aparentemente constituía la mayor dificultad del sitio destinado a albergar a la Ciudad Universitaria. Elocuentes ejemplos de lo anterior son los frontones de forma piramidal y el gran Estadio Olímpico, estructura resuelta con gracia original y ejemplar sencillez, al emplear en su construcción casi exclusivamente materiales naturales, sin más elaboración que su adecuado acomodamiento.

Tipo de estructura. El proyecto arquitectónico, la naturaleza del terreno y el factor tiempo permitieron escoger, después de muchos estudios técnicos y económicos, una estructura de tierra como la más indicada para la construcción del Estadio Olímpico de la Ciudad Universitaria.

Experimentos y pruebas de laboratorio preliminares. Antes de iniciar los trabajos se hicieron estudios y pruebas de laboratorio y campo que permitieron conocer la forma más indicada para realizar la obra y la maquinaria para llevar a cabo en menor tiempo y con más economía.

Sondeos realizados en distintos lugares indicaron que el subsuelo está formado por un lienzo arenoso, con un pequeño porcentaje de arcilla sumamente cimentada, que soporta una carga de 25 ton/m<sup>2</sup>. Este tipo de subsuelo es extraordinario en la Ciudad de México, en la que generalmente se considera el subsuelo capaz de soportar una carga de 5 ton/m<sup>2</sup>.

Con pruebas proctor de compactación y experiencias prácticas se determinó que con 25 a 28% de humedad se conseguían mejores compactaciones.

Por último, los ensayos realizados indicaron la maquinaria más adecuada y la forma de proceder para conseguir un factor de compactación de 95 a 105.

Excavación. Terminados los estudios preliminares se inició la obra procediéndose a limpiar la zona de construcción que estaba invadida en parte por lava volcánica.

Las excavaciones en roca se hicieron con explosivos, dinamita o pólvora, y cargando camiones de volteo especiales con pala mecánica para llevar la piedra a los tiraderos indicados. Esta piedra volcánica se usó posteriormente en zampeos o muros de mampostería.

La zona del lienzo arenoso, después de regarse para tener la humedad adecuada, se aflojaba con arados jalados por tractores para que los tornapules la transportaran al terraplén y la tendieran en capas de 20 cm.

Compactación. Se hacía con rodillos patas de cabra jalados con tractores que pasaban sobre el material lienzo arenoso húmedo las veces necesarias hasta conseguir el grado de compactación necesario.

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

PARA la edificación de la Ciudad Universitaria se han proyectado estructuras de las más modernas...

Claro es que la elaboración de este tipo de concreto requiere un control más cuidadoso...

Desde luego es interesante hacer notar que en el inicio de todas las proyecciones se ha considerado la gran importancia de la mecánica que la forma...

Experimentos y pruebas de laboratorio preliminares. Antes de iniciar los trabajos se hicieron ensayos y pruebas de laboratorio...

Principales para explicar someramente los métodos y procedimientos para la elaboración, transporte y colocación del concreto...

Una vez que la revóluta está convenientemente formada, debe ser transportada, colocada en los moldes con la mayor rapidez posible...

Una vez que la revóluta está convenientemente formada, debe ser transportada, colocada en los moldes con la mayor rapidez posible...

LAS FESTIVIDADES DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

Cuando el 5 de junio de 1950 fue colocada en los terrenos del Polígono la primera piedra para la construcción de la Ciudad Universitaria...

El 20 de noviembre de 1952 tuvo lugar el frías acontecimiento del "Día de la Dedicación" de la nueva Universidad...

El homenaje universitario, el día 18, y el homenaje nacional, el día 22, al Presidente Miguel Alemán...

La Universidad Nacional, en agradecimiento por la construcción de la Ciudad Universitaria, convocó anticipadamente al pueblo de México para recibir el homenaje nacional...

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

para lograr que el concreto alcance su resistencia. Todas estas disposiciones han sido además complementadas con el mismo rigor...

En cuanto a la resistencia del concreto, se requiere que el concreto alcance su resistencia...

Una vez que la revóluta está convenientemente formada, debe ser transportada, colocada en los moldes con la mayor rapidez posible...

Una vez que la revóluta está convenientemente formada, debe ser transportada, colocada en los moldes con la mayor rapidez posible...

Estados, y los saludos prestados al señor Presidente por todos los delegados, dieron el carácter nacional a estas festividades...

EL ESTADO Y LA CIUDAD UNIVERSITARIA

La preparación profesional y la repatriación de quienes los arquitectos, ingenieros y constructores mexicanos...

Estas medidas toman en cuenta la necesidad de tener un personal que sepa trabajar en el campo de la construcción...

La Ciudad Universitaria de México es un ejemplo de la cultura que se ha desarrollado en México...

El manejo de la ciudad requiere un obrero especializado, con experiencia en este tipo de obra...

La revóluta deberá ser muy fina, pulcherrima y homogénea en el molde con ayuda de una planada de concreto...

SUEROS ANTI-Rh y HEMOCLASIFICADORES de la MICHAEL REESE FOUNDATION

Hoffmann - Pinther & Bosworth, S. A. "La casa del Laboratorio"

BANCO NACIONAL HIPOTECARIO URBANO Y DE OBRAS PUBLICAS, S. A.

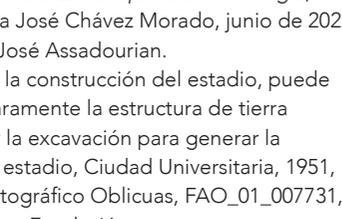
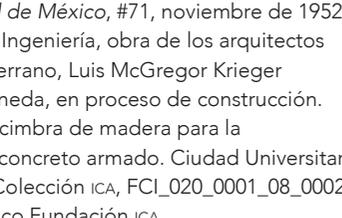
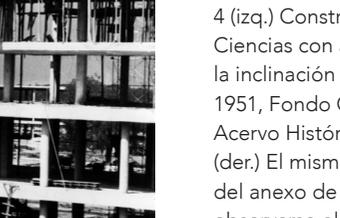
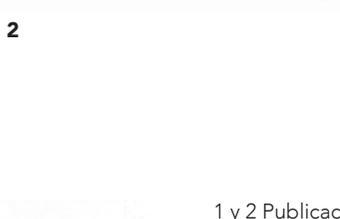
Adquirir usted mismo buenos hipotecarios, no produce su deuda a la construcción de obras y servicios públicos.

El amplio mercado de nuestra buena madera es unid a la calidad de su inversión por la venta inmediata de las tiradas que siempre quedan unidas.

Tanto aprobada por la Comisión Nacional Bancaria en México N.º 605-11-2967 del 18 de diciembre de 1951.

COMPANIA EMBOTELLADORA NACIONAL, S. A. Embotelladora Autorizada de EPSI-COLA

Calibra para el concreto. CALIBRA S. A. FERRONALBA S. R. L. AV. MEXICANA, D. F. Tel.: 17-32-53 / 17-40-61 / 30-34-46.





4



5



Las escrapas y aplanadoras también realizaban el trabajo, pero más lentamente y con mayor costo.

Faltaba añadir que, durante todo el tiempo que duró la construcción del terraplén, dos laboratorios tomaban diariamente muestras del material compactado para checar la humedad, el peso volumétrico y el factor de compactación.

Resultados finales. Sobre testigos perfectamente colocados sobre el terraplén terminado se pasaron constantemente nivelaciones, sin que se notara asentamientos de importancia. Por otra parte, al hacer las excavaciones para la construcción de los túneles de acceso al Estadio quedaron por mucho tiempo cortes casi verticales de más de 10 metros de profundidad sin protección alguna, sin que se presentaran síntomas de disgregación, grietas, etcétera.

Protección. Finalmente el terraplén se cubrió en la parte inferior del Estadio con la gradería de concreto armado, y en la parte exterior con un zampeo de piedra volcánica que unifica la construcción con el terreno que la rodea.

Estructura de concreto armado. A la estructura de tierra se agregaron estructuras de concreto armado, por lo que puede decirse que en realidad el Estadio es una estructura mixta.

De las estructuras de concreto armado lo más notable es el balcón cantilíver de 8.22 m de claro libre que da sombra a los palcos y a 14,000 asientos numerados.

Otras de las estructuras de concreto quedaron cimentadas en el terraplén, lo que habla muy favorablemente del grado de compactación conseguido. Entre estas se pueden nombrar:

Los 41 túneles de acceso al estadio, las 6 torres para el alumbrado y la cesta de radio y televisión situada en la parte más alta del estadio.

Claro está que este tipo de construcciones que pueden ser llamadas primitivas, en las cuales se emplean los materiales más simples, como son la tierra y la piedra y algún cementante que logre ligarlas y darles unidad, no son capaces de resolver todos los tipos de estructuras que se han presentado en la Ciudad Universitaria debido a sus limitaciones de resistencia, y únicamente se han empleado en aquellas estructuras cuya naturaleza hace aconsejable su uso. Es por esto por lo que junto a esos ejemplos de aprovechamiento integral, característicos por sus escuadrías pesadas, se alzan estructuras de concreto armado y acero sorprendentes por su ligereza, a tal grado que parecen construidas por materiales de resistencias no comunes, estructuras que ponen a México a la altura de cualquier país súper civilizado. Este contraste en formas, dimensiones y materiales constituye todo un éxito en la planeación de la Ciudad Universitaria, ya que el espíritu animador, la lógica constructiva, es el mismo, lográndose unidad en la diversidad, objetivo de la propia Universidad.

De acuerdo con lo anterior, podemos dividir artificiosamente la totalidad de las estructuras en dos grandes tipos, para poder analizar con más facilidad, los procedimientos de construcción de cada tipo de estructura constituidas principalmente por materiales simples, y estructuras fabricadas con materiales elaborados química o físicamente. Dentro del primer grupo se considerarán terraplenes, zampeados, pedraplenes, muros de mampostería (frontones, muros de contención, estribos de puente), excavaciones de materiales de distinta dureza. En el segundo grupo se considerarán las estructuras fabricadas con concreto armado y de acero estructural; la exposición será más amplia al referirnos a las primeras, por razón natural, ya que se han empleado con mayor profusión que las estructuras constituidas por perfiles de acero.

Principiaremos por explicar someramente los métodos y procedimientos para la elaboración, transporte y colocado del concreto.

Es importante hacer notar que la mayoría de las estructuras de concreto fue proyectada para concretos de alta resistencia, fijando como límite la resistencia máxima de los agregados de que se dispone en el D.F. La razón que se tuvo para elegir este tipo de concreto consiste en lograr que todos los materiales trabajen a los mismos límites relativos, de tal manera que se aprovechan a su máximo sin que existan materiales ociosos, obteniéndose ventajas prácticas y económicas. Dentro de las primeras cabe citar el empleo de escuadrías más atrevidas, por razón natural del

incremento en la resistencia. Como ventaja económica puede decirse que el sobreprecio en el costo del concreto de alta resistencia con relación al concreto normal, generalmente queda compensado con amplitud por la disminución de acero correspondiente, sobre todo en columnas y piezas sujetas a grandes esfuerzos cortantes, mucho más en situaciones como la presente en que el acero de esfuerzo ha sufrido un alza desproporcionada de su precio. El empleo de este tipo de concretos ha sido un paso más hacia el perfeccionamiento técnico de la construcción en México, ya que se ha podido comprobar que en la actualidad no son limitativas las resistencias anteriormente usadas.

Claro es que la elaboración de este tipo de concretos requiere un control más cuidadoso. En efecto, deben ser seleccionados los agregados, cuidarse su granulometría y fijarse correctamente sus propiedades.

Tanto por la calidad del concreto como por la cantidad del mismo, es necesario que la revoltura de los materiales integrantes se efectúe por procedimientos mecánicos. Con este objeto ha quedado totalmente descartada la revoltura hecha a mano y se emplean revolventoras accionadas por motores de los tipos más modernos y de las mayores capacidades. Se han instalado además dos plantas elaboradoras de concreto, en las cuáles todas las operaciones, como transporte y peso de los materiales así como la rotación de la olla, se efectúan por procedimientos mecánicos.

Una vez que la revoltura está convenientemente batida, debe ser transportada y colocada en los moldes con la mayor rapidez posible, en vista de que generalmente se emplea cemento de resistencia rápida, para evitar un fraguado prematuro. Esta urgencia ha hecho indispensable el empleo del equipo más moderno que se conoce para lograr el fin propuesto. El transporte se ha hecho empleando diversos procedimientos, habiéndose obtenido con todos ellos resultados altamente satisfactorios, como lo prueban los enormes volúmenes colados en tiempos que han establecido verdaderas marcas. Se ha transportado la revoltura de las siguientes maneras: utilizando una bomba de émbolo que impulsa el concreto a grandes distancias, habiéndose podido comprobar las excelencias de este tipo de maquinaria; se ha llevado en camiones de volteo y también se han empleado revolventoras montadas en camiones. Ahora bien, con excepción de la bomba, que puede también elevar la revoltura, estos han sido los medios empleados para transportar el concreto horizontalmente. Para depositar el material a niveles superiores a los del terreno, se han empleado torres elevadoras, de gran utilidad para el colocado de estructuras de elevación considerable. La distribución parcial de los volúmenes de revoltura para colocarlos en los moldes se ha hecho por medio de carretillas basculantes especiales para este fin.

Casi la totalidad del concreto empleado en la Ciudad Universitaria corresponde a la denominación de concreto aparente. Con esto se ha logrado una considerable economía, pues obteniendo un concreto bien acabado, se evita el recubrirlo de materiales que en general son caros, y se gana en apariencia, resultando las estructuras más sinceras. Decimos esto porque las piezas resistentes quedan a la vista con un aspecto que denota claramente su función. Ciertamente el precio del concreto aparente es superior al del concreto común, pero la diferencia en el costo queda absorbida con ventaja por el ahorro que se tiene al no necesitar ningún recubrimiento.

Para lograr un buen acabado en el concreto se requiere que los moldes y la obra falsa que los sostiene se hagan con todo cuidado, que los moldes estén formados por piezas de madera en buen estado y perfectamente cepilladas para lograr que la veta se dibuje en el concreto, que se junten lo mejor posible las distintas piezas que van a formar el molde para evitar ranuras por las que escurra la lechada, la que al endurecerse forma figuras caprichosas que deben ser removidas, descascarándose la superficie. Todas las piezas que constituyen la obra falsa deben ser correctamente proyectadas para garantizar que las deformaciones, ocasionadas por el peso de la revoltura y los pesos accidentales durante el colado, no serán mayores que las recomendadas. En algunas estructuras se usó cimbra metálica para lograr un acabado tan liso y pulido que solamente una lámina metálica hubiera garantizado. Los moldes, antes de ser usados, se engrasan convenientemente para evitar

que se adhieran al fraguar el concreto, porque de otra forma al desprenderlo se despostilla la superficie. Otro factor importantísimo para lograr un concreto aparente de buena calidad, es el grado de revenimiento que tenga la revoltura mediante el vibrado que se le dé. Desde luego, el concreto de alta resistencia puede tener el grado de plasticidad deseado, pero es evidente que cuanto más fluido sea, más caro cuesta, por lo que los concretos de alta resistencia, para que sean prácticos, deberán tener una consistencia más bien dura. Por consecuencia, en concretos de este tipo es necesario el vibrado para garantizar la resistencia indicada y para obtener el acabado que se desea. Los vibradores que se han empleado son de inmersión, de los tipos comunes y corrientes, vigilándose el tiempo vibrado para evitar la segregación de los materiales en la revoltura.

Se ha exigido con toda energía el curado adecuado del concreto, conscientes de la importancia tan grande que tiene esta medida para lograr que el concreto alcance su resistencia.

Todas estas disposiciones han sido además complementadas con el más riguroso muestreo, sacándose invariablemente y con toda oportunidad cilindros de prueba que permiten llevar un control estricto de los diferentes proporcionamientos. Gracias a esto se han localizado fácilmente las fallas naturales que se han presentado y ha sido posible su remedio inmediato. En estructura cuya importancia lo requiera se han sacado corazones de concreto para estimar, por este procedimiento, la resistencia lo más exactamente posible.

Al acero de refuerzo se le ha dedicado especial atención en vista de la influencia tan grande que tiene en el costo de la estructura, y de las dificultades que se presentan para adquirirlo en grandes cantidades. En la mente de todos los técnicos ha existido la idea de lograr el máximo ahorro de este material, por lo que además de las medidas anotadas se han estudiado con todo cuidado los cortes y empalmes de las varillas de diámetro grande se ha sustituido el empalme por la soldadura, obteniéndose un ahorro considerable. Se ha empleado acero de procedencia garantizada, y cada lote se ha muestreado convenientemente de acuerdo con las diferentes pruebas indicadas para garantizar la bondad del producto.

Dentro de las estructuras de concreto armado falta indicar, muy someramente, las peculiaridades propias de los cascarones, membranas y placas delgadas, los cuales requieren un tratamiento ligeramente diferente ocasionado por el reducido de sus dimensiones transversales. En efecto los espesores en estas estructuras son mínimos y en consecuencia se debe proceder con más cuidado. La cimbra se hace con duela delgada para que quede perfectamente juntada y pueda tomar la forma requerida. Es necesario también recubrir todo el molde con papel encerado para garantizar que no haya adherencia entre el forro y el concreto de la estructura; condición importantísima para realizar con buenos resultados la maniobra de descimbrar, de la cual depende en gran parte el éxito de este tipo de construcciones.

La revoltura debería ser muy fina, pudiéndose colocar en el molde con la ayuda de una pistola de concreto. Sin embargo, se han encontrado ventajas en el colocado a mano, como si se tratara de un simple aplanado, tanto porque el manejo de la pistola requiere un obrero especializado, con experiencia en este tipo de obras, que no se han realizado con frecuencia en nuestro país, como por el costo que significa la adquisición del equipo necesario.

En este tipo de estructuras la maniobra del descimbrado reviste una gran importancia y debe hacerse con mucho cuidado, pues además de los espesores tan reducidos hay que evitar durante la maniobra condiciones de carga distintas a las de trabajo normal para el que fue calculada la estructura. Con este fin se han ensayado dispositivos que permiten el descimbrado integral de los cascarones sin lastimarlos, y los resultados obtenidos hasta la fecha son altamente satisfactorios.

Para cubrir grandes claros se han utilizado estructuras de acero soldadas y ligeras, procedimiento que corresponde al tratamiento más moderno que tiene en la actualidad el empleo de los perfiles laminados en el campo de la construcción. El procedimiento de unir los diferentes miembros de una estructura, no por remaches o roblones, sino mediante cordones de soldadura, ofrece grandes

ventajas, de las cuales citaremos únicamente la más importante: mayor rapidez en la construcción y menor peso que se traduce en menor costo.

Sólo nos resta agregar que en el ánimo de la Gerencia General de la Ciudad Universitaria ha existido siempre el propósito de obtener la mayor eficiencia con el menor esfuerzo material del trabajador, incorporando a la técnica de la construcción en México el equipo más moderno y los métodos más convenientes para lograr que el desgaste lo sufran las máquinas y no el hombre, cumpliendo en esta forma con un deber social, que desgraciadamente había sido descuidado en nuestro medio. Esta manera de coordinar y organizar el trabajo ha rendido sus frutos, pues los accidentes de trabajo dentro del numeroso personal que labora en Ciudad Universitaria se han reducido a un mínimo absoluto.

Con esto damos por terminado este breve resumen en el cual hemos tratado de presentar los puntos más salientes de los procedimientos de construcción empleados en la realización de esa magna obra, que llenará de orgullo a todos los mexicanos de la presente generación, y servirá para que en ella las juventudes del mañana reciban el alimento del espíritu en el que ha de sustentarse la grandeza de México y el futuro de la patria.

### **Referencias**

BRAVO SALDAÑA, Yolanda

2004 *Carlos Lazo: vida y obra*, México, UNAM.

UNAM

1956 *Revista de la Universidad de México*, #71, noviembre de 1952, en <<https://www.revistadelauniversidad.mx/releases/a160225d-968e-4768-8e54-a5be42112c05/71>>