



INVESTIGACIÓN

---



# La energía en los espacios públicos

## Caso de estudio: Ciudad Universitaria de la UNAM

*Miguel Arzáte Pérez*  
Universidad Nacional Autónoma de México

Fecha de recepción: 4 de mayo de 2012

Fecha de aceptación: 9 de agosto de 2012

### Resumen

En este artículo hablaremos del Macroproyecto: “La Ciudad Universitaria y la Energía” que tuvo como objetivo principal diseñar y desarrollar de manera integral infraestructura, tecnología y cultura para transformar el Campus Universitario de la UNAM en un modelo de utilización inteligente de la energía y en un aula de enseñanza. En este Macroproyecto se participó con el proyecto: “La energía en los espacios públicos”<sup>1</sup> cuyo objetivo principal fue estudiar el consumo energético en los espacios públicos en la UNAM, entenderlos y poder generar nuevos modelos con los cuales podamos crear los futuros espacios públicos sustentables en el Campus Universitario y replicarlos a nivel nacional. El proyecto tuvo una duración de cuatro años y se obtuvieron resultados aplicables a Ciudad Universitaria abriéndose nuevas posibilidades de líneas de investigación en diseño y energías renovables

Palabra clave: espacios públicos, energía, sustentabilidad, tecnología, diseño.

1 Arzate Pérez, Miguel, *La energía en los espacios públicos*, <http://ciepfa.posgrado.unam.mx/espaciopublico> (enero 2012)

## *Energy in public spaces. Case study: University City, UNAM*

### **Abstract**

*This article presents the research project “University City and Energy” conducted at Mexico’s National University to design and develop infrastructures, technology and culture to transform certain spaces within the UNAM’s campus into an intelligent energy use model and a real-time laboratory for educational purposes. As part of this endeavor, a sub-project entitled “Energy in Public Spaces” focused on energy consumption in public spaces on campus, aiming to generate new models to create sustainable public spaces within the campus which may later be replicated elsewhere in Mexico. The project lasted for four years and the results from the study on campus will open up new lines of research on design and renewable energies.*

*Keywords: public spaces, energy, sustainability, culture, technology, design.*

### **Introducción**

La UNAM en el 2006 creó el Programa Transdisciplinario en Investigación y Desarrollo para Facultades y Escuelas de la UNAM a cargo de la Secretaría de Desarrollo Institucional, el cual constó de siete “Macroproyectos” coordinados por la Unidad de Apoyo a la Investigación en Facultades y Escuelas. Uno de estos se llamó: La Ciudad Universitaria y la

Energía.<sup>2</sup> Sus principales objetivos fueron: diseñar y desarrollar de manera integral infraestructura, tecnología y cultura para transformar el Campus Universitario en un modelo de utilización inteligente de la energía y en un aula de enseñanza del tema; utilizar estas tecnologías desarrolladas para satisfacer las necesidades energéticas de la UNAM con las energías renovables disponibles en el Campus y asegurar que los logros del proyecto sirvieran para ser aplicadas en otras localidades del país. Este Macroproyecto se dividió en seis líneas de investigación: energía solar, energía de biomasa, energía del hidrógeno, diagnóstico y ahorro de energía, utilización y ahorro de energía y cultura energética.<sup>3</sup>

Nuestro proyecto: “La energía en los espacios públicos” participó dentro de la línea de “Investigación de utilización y ahorro de energía”.

### **Origen del proyecto**

Tomando como ejemplo a Ciudad Universitaria, podemos decir que la vida de nuestro Campus es albergada en muchas áreas, pero gran parte de las representaciones universitarias toman forma en los espacios públicos; la diversidad, la movilización, el estudio, la lectura, la meditación, las reflexiones e incluso muchos debates emergen en la enorme cantidad de áreas públicas, es ahí en donde todo universitario puede acceder a realizar actividades, en donde corren los días y la

<sup>2</sup> UNAM Macroproyecto: *La Ciudad Universitaria y la Energía*, febrero de 2012: <http://energia.fi-b.unam.mx/index.html>.

<sup>3</sup> *Ídem*.

vida de la UNAM. Los espacios que habitamos a diario además de estar conformados por la dinámica humana contienen múltiples elementos que pocas veces son pensados energéticamente, las piezas que forman los volúmenes, el mobiliario, la luz, las corrientes de aire y agua, la temperatura y el movimiento de la gente; todo eso forma parte de la energía que construye nuestros espacios, sin embargo esta energía no solo es gastada durante la creación, sino a lo largo de los días que mantienen funcionando los espacios.

## Objetivos del proyecto

El proyecto tuvo como objetivo general:<sup>4</sup>

- Analizar, diseñar y desarrollar nuevos espacios públicos en la UNAM, basados en el ahorro energético.

Los objetivos particulares fueron:

- Intervención de un espacio público de Ciudad Universitaria con características ambientales mediante la integración de tecnologías y materiales de ahorro energético.
- Diseño de espacios abiertos y mobiliario urbano en torno al ahorro energético.
- Desarrollar conceptos de manejo racional de la energía, buscando que su abastecimiento y utilización se realicen en forma optimizada y sustentable, tomando como zona de intervención a Ciudad Universitaria y plantear soluciones que en un futuro puedan repetirse en otras localidades del país.

## La metodología del proyecto

### A. Análisis bibliográfico, trabajo de campo

y encuestas a:

- a. Espacio público a nivel internacional (países europeos) y nacional (República Mexicana y UNAM)
  - b. Tecnologías utilizadas en el espacio público a nivel internacional y nacional con y sin ahorro energético
  - c. Materiales utilizados en el espacio público a nivel internacional y nacional en mobiliario actual y ecológico
- B. Desarrollo de proyecto
- a. Propuesta de un espacio público en la UNAM
  - b. Propuesta de tecnologías con ahorro y eficiencia energética en el espacio público en la UNAM
  - c. Propuesta de mobiliario urbano ecológico en el espacio público en la UNAM
- C. Prototipos funcionales
- a. Lámpara híbrida (transforma la energía del sol y del viento en energía eléctrica)

Para lograr los objetivos marcados en el proyecto se aplicó este esquema metodológico y como primer paso el inciso A, realizando un amplio análisis de espacios públicos, tecnologías actuales y problemáticas del usuario y espacio identificando necesidades energéticas para obtener así lineamientos y conceptos generales.

Para elaborar las encuestas se estableció una muestra que nos pudiera arrojar información significativa, se tomó en cuenta la población actual de estudiantes de la UNAM en Ciudad Universitaria y se dividió en porcentajes de acuerdo a la cantidad de alumnos por facultad, por turno y por género. Se definió un total de 600 encuestas de 34 preguntas cada una

<sup>4</sup> Arzate Pérez, Miguel, Ob. Cit., Nota 1

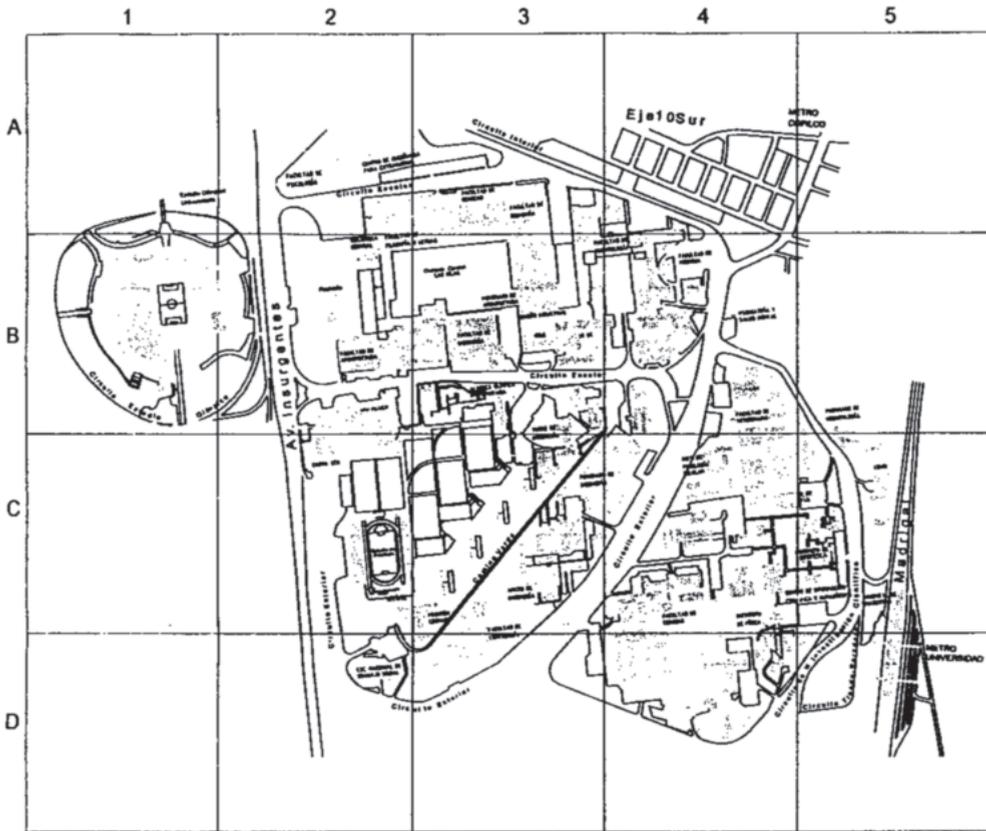
y fueron distribuidas en las 14 facultades que la componen.<sup>5</sup> La encuesta se dividió en 4 temas:<sup>6</sup>

### En Ciudad Universitaria: ¿qué actividades se realizan y en dónde?:

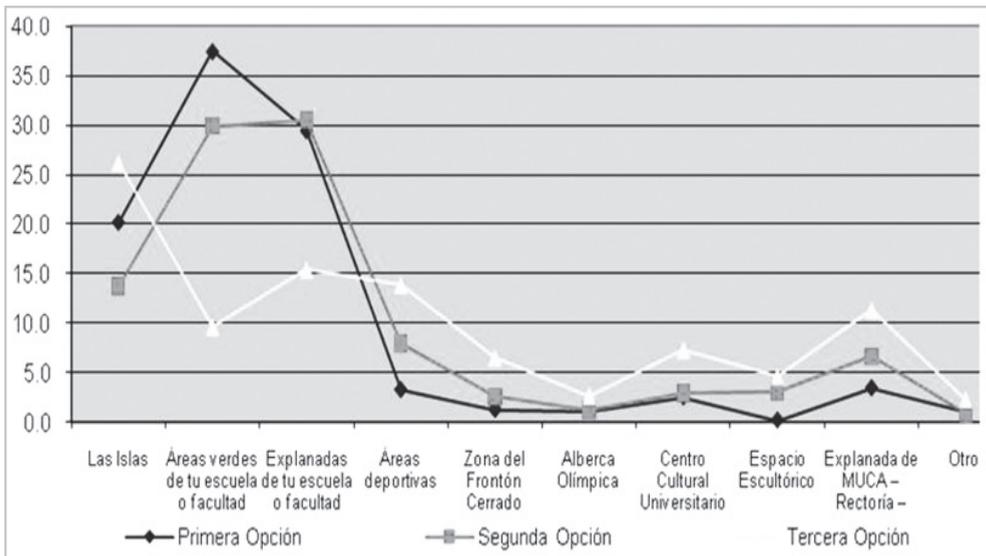
<p>10. ¿Dónde preferirías realizar la actividad a la que das mayor importancia?</p> <p>( ) a. Áreas verdes/ Espacios al aire libre</p> <p>( ) b. Casa</p> <p>( ) c. Biblioteca</p> <p>( ) d. Salones de tu escuela o facultad</p> <p>( ) e. Cafetería</p> <p>( ) f. Otro (especifica) _____</p>	<p>mayor importancia, <b>2</b> en de segunda importancia y así sucesivamente)</p> <p>( ) a. Bancas</p> <p>( ) b. Basureras</p> <p>( ) c. Luminarias</p> <p>( ) d. Parasoles/ Sombrillas</p> <p>( ) e. Aparcamientos para bicicletas</p> <p>( ) f. Áreas de lectura</p> <p>( ) g. Mesas</p> <p>( ) h. Conexiones eléctricas</p> <p>( ) i. Otros (especifica) _____</p>
<p>11. ¿Estas inscrito en alguna actividad extraescolar en C.U?</p> <p>Si ( ) No ( )</p> <p>( ) ¿Cuál?</p> <p>( ) a. Idiomas</p> <p>( ) b. Danza</p> <p>( ) c. Música</p> <p>( ) d. Deportes</p> <p>( ) e. Otros (especifica) _____</p>	<p>16. ¿Qué tan seguros te parecen los espacios públicos al aire libre en tu facultad?</p> <p>Mucho ( ) Algo ( ) Poco ( ) Nada ( )</p> <p>¿Por qué? _____</p>
<p>12. En los últimos seis meses ¿Cuál es el evento cultural al que has asistido dentro de la UNAM que más te ha gustado?</p> <p>( ) a. Conciertos</p> <p>( ) b. Obras de teatro</p> <p>( ) c. Cine</p> <p>( ) d. Danza</p> <p>( ) e. Exposiciones</p> <p>( ) f. Eventos ala aire libre en el CCU</p> <p>( ) g. Días de muertos</p> <p>( ) h. Otro (especifica) _____</p>	<p>17. ¿Qué es lo que más te gusta de tu facultad o escuela? _____</p> <p>18. ¿Y qué es lo que más te desagrada de los espacios al aire libre de tu facultad o escuela? _____</p>
<p>13. ¿Cómo te transportas con mayor frecuencia dentro de C.U?</p> <p>( ) a. Automóvil</p> <p>( ) b. Bicicleta</p> <p>( ) c. Caminar</p> <p>( ) d. Puma</p>	<p>19. Por favor, en la parte inferior de la hoja indica el recorrido que realizas para ingresar a C.U desde tu zona de llegada (Insurgentes, metro Copilco, metro Universidad) hasta el lugar donde estudias</p> <p>20. ¿Qué tan bien iluminados te parecen los espacios libres en C.U?</p> <p>Mucho ( ) Algo ( ) Poco ( ) Nada ( )</p>
<p>14. En tu facultad hay zonas para:</p> <p><b>Actividad</b></p> <p>e. Convivencia al aire libre Si ( ) No ( )</p> <p>f. Comer al aire libre Si ( ) No ( )</p> <p>g. Descansar al aire libre Si ( ) No ( )</p> <p>h. Leer al aire libre Si ( ) No ( )</p> <p>i. Practicar al aire libre Si ( ) No ( )</p>	<p>21. ¿Qué tan bien iluminados te parecen los andadores o pasos peatonales de C.U?</p> <p>Mucho ( ) Algo ( ) Poco ( ) Nada ( )</p> <p>22. ¿Qué tan importante te parece el ahorro de energía en los sistemas de iluminación?</p> <p>Mucho ( ) Algo ( ) Poco ( ) Nada ( )</p> <p>¿Por qué? _____</p>
<p>15. Desde tu punto de vista, ¿Qué mobiliario o equipamiento urbano hace falta en los espacios públicos al aire libre en tu facultad? (Enuméralos donde <b>1</b> sea de</p>	<p>23. ¿Conoces algún sistema de iluminación que ayude al ahorro de energía?</p> <p>Si ( ) No ( )</p> <p>En caso afirmativo, ¿Cuál? _____</p> <p>24. ¿Te gustaría que se instalaran luminarias de este tipo en los espacios al aire libre de C.U?</p> <p>Si ( ) No ( )</p> <p>¿Por qué? _____</p>

5 Arquitectura, Ciencias, Contaduría, Derecho, Economía, Filosofía, Ingeniería, Medicina, Odontología, Políticas, Psicología, Química, Trabajo social y Veterinaria.

6 La encuesta fue diseñada por la pedagoga Mericia Herrera López y el psicólogo social Carlos Saavedra Fernández consultores privados y las personas encargadas de dirigir a los alumnos para realizar las encuestas fueron Hayde Saavedra Herrera, Israel Barroso Tamaríz y Sergio Zermeño Pérez.

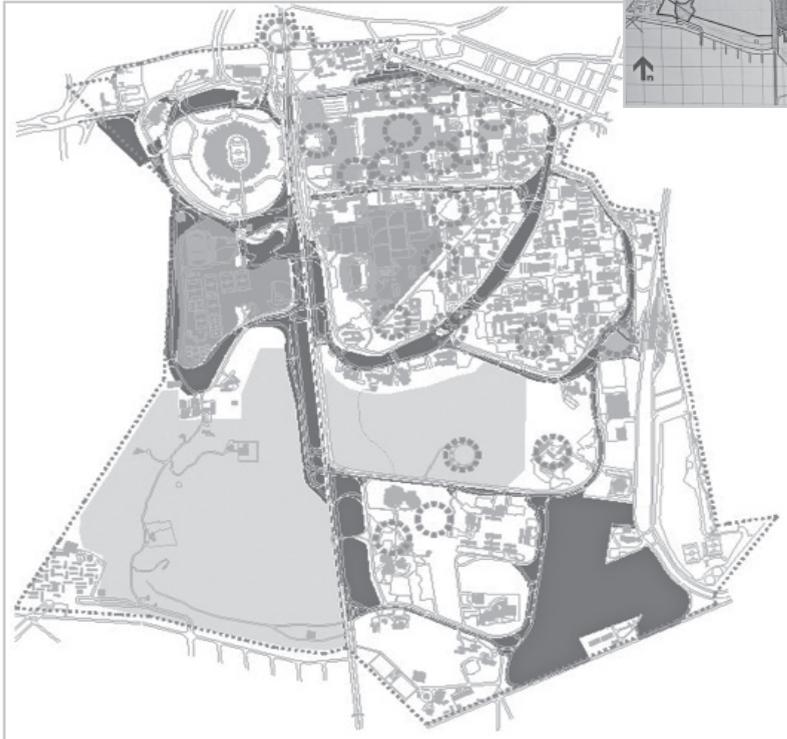


Croquis en donde los alumnos dibujaron las rutas que más frecuentan para circular dentro de la Universidad



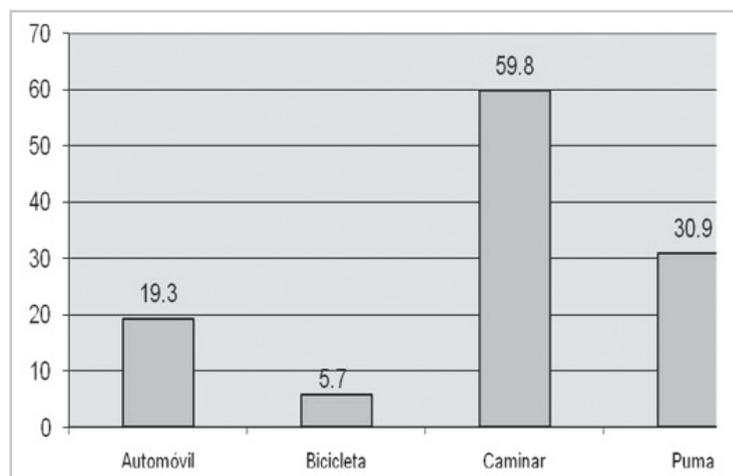
Lugares al aire libre más utilizados en Ciudad Universitaria (%)

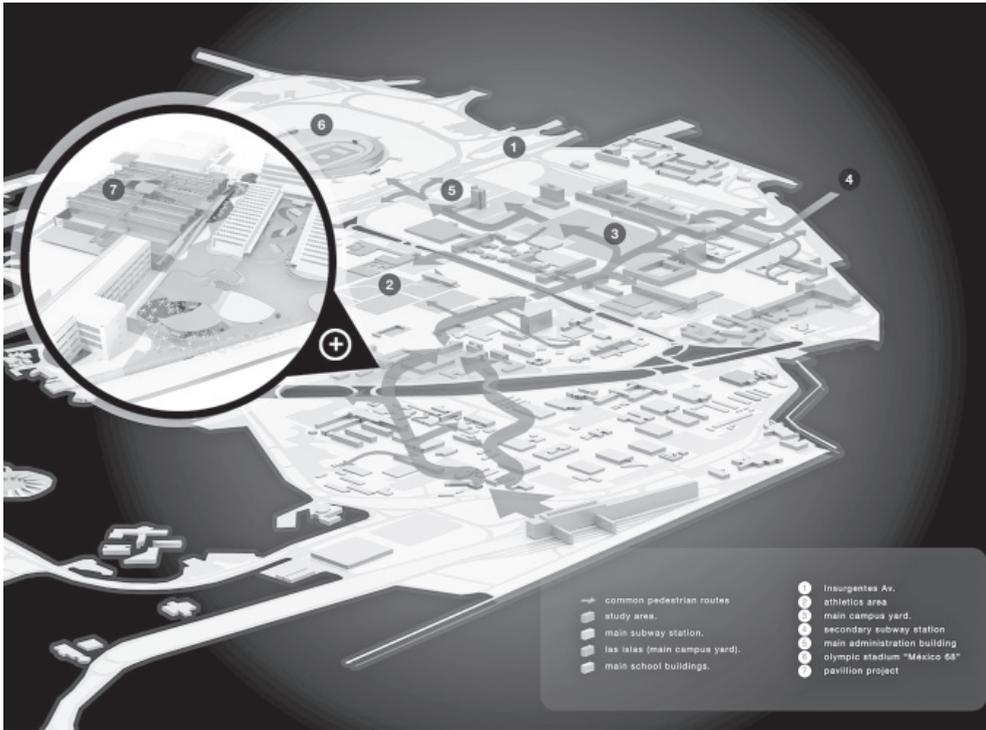
Accesibilidad de la comunidad universitaria a sus respectivos destinos (rutas peatonales y vehiculares):



Mapas de localización de Ciudad Universitaria (izquierda: proporcionada por la Dirección General de Obras de la UNAM, arriba: elaboración para el proyecto)

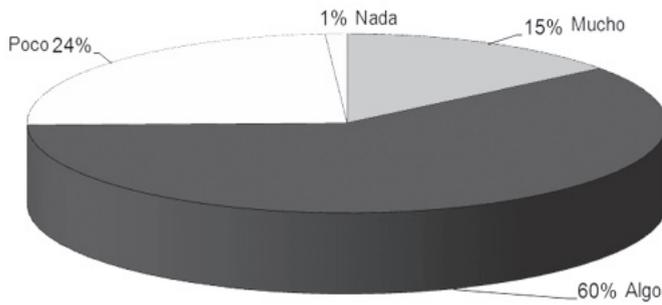
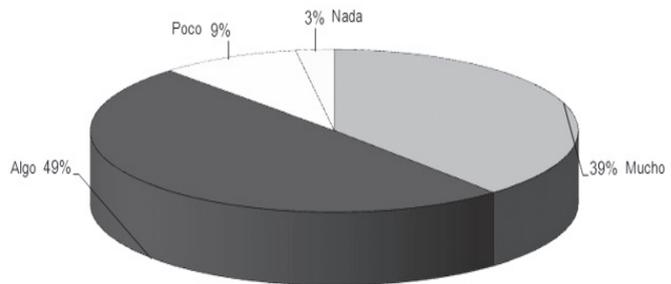
Transporte utilizado frecuentemente dentro de Ciudad Universitaria (%)





Rutas de acceso y ubicación de la zona de estudio en la Ciudad Universitaria, UNAM (realizada para el proyecto)

Qué tan seguros perciben los alumnos de Ciudad Universitaria los espacios públicos al aire libre en su facultad con respecto al mobiliario existente



Qué tan bien iluminados se encuentran los espacios al aire libre en Ciudad Universitaria

## Conocimientos y percepción en los métodos de ahorro energético que existen:

- El 68% de la población total encuestada considera importante tomar en cuenta el ahorro de energía.
- Las tecnologías ahorradoras de energía más comunes que los estudiantes conocen son: celdas solares, focos ahorradores, luz halógena y energía eólica.
- Al 74% le gustaría que se instalaran luminarias con ahorro de energía que contribuyan a la iluminación y seguridad en espacios públicos.

El resultado de esta etapa es información muy importante para conocer cómo se utiliza el espacio público en Ciudad Universitaria, cuáles son las actividades principales y las opiniones de los alumnos sobre el mobiliario instalado en exteriores y la percepción y conocimiento que tienen del uso de la energía. Esta información fue utilizada para tomar decisiones relacionadas con los objetivos del proyecto.

Siguiendo nuestro esquema metodológico y como siguiente paso descrito en el inciso B y C, se desarrollaron propuestas específicas de espacios públicos y mobiliario urbano para Ciudad Universitaria, en donde se incluyeron de forma integral, tecnologías de ahorro energético con soluciones de: uso, estética, tecnología, de paisaje y análisis financieros.

El Anexo de Ingeniería de la UNAM fue el lugar elegido después de haber realizado estos análisis. El concepto general de intervención fue el de mejorar

dicho espacio dándole un carácter al lugar, haciéndolo más digno para el usuario y buscando su correcta funcionalidad y composición en el diseño arquitectónico y urbano basándonos siempre en un elemento principal: la sustentabilidad, haciendo un rediseño de las plazas existentes para mejorar el funcionamiento y uso de las mismas. Como proyecto principal se desarrolló la propuesta del “Pabellón de la energía” que actualmente es el Laboratorio de Mecánica (LM). Esta zona fue elegida por las siguientes razones:

- Se encuentra cerca de un área de gran y constante afluencia peatonal.
- Cuenta con un espacio libre con un gran potencial de aprovechamiento.
- No es patrimonio de la humanidad por lo que se puede intervenir.
- La cubierta del LM debe ser cambiada por cuestiones de seguridad y salud.
- La estructura del LM cuenta con un amplio potencial de intervención por su diseño y su orientación arquitectónica.

El proyecto buscó proponer en la azotea de lo que actualmente funciona como taller del Instituto de Ingeniería de la UNAM (Laboratorio de Mecánica) un conjunto de terrazas que permitieran recorridos a las personas y con esto generar un nuevo espacio público que integrara una serie de tecnologías de generación y ahorro de energía que tuvieran como propósito: disminuir los consumos totales del edificio y al mismo tiempo, ser una exhibición en “tiempo real” de tecnologías funcionando para que la comunidad universitaria las conozca.

## Resultados del proyecto

### *Pabellón de la energía*

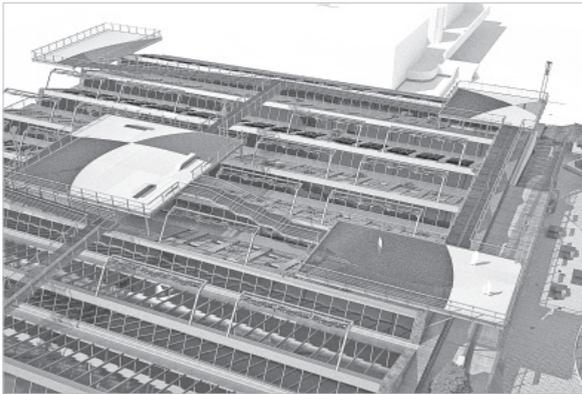
Partiendo de la información e investigación obtenida se llevó a cabo la conceptualización y diseño de un nuevo modelo de espacio público para CU:

Esparcimiento y cultura: por medio de rampas las personas pueden subir a la azotea del edificio, en donde están colocadas estratégicamente plataformas, las cuales, fomentan la estancia y recreación logrando un espacio público más en el Campus Universitario; estando en este lugar se puede observar la azotea en donde

se encuentran instaladas tecnologías sustentables, que están referenciadas y explicadas en mamparas colocadas en dichas plataformas, en donde se describe la función de cada una de estas tecnologías y propicia la cultura de los alumnos.

### *Investigación*

Las tecnologías sustentables colocadas en la azotea del Pabellón de la Energía pueden ser experimentadas, analizadas y difundidas por alumnos, profesores o investigadores de la UNAM fomentando así, lugares específicos para estas actividades.



Vista aérea de la propuesta de espacio público en el anexo de ingeniería (pabellón de la energía)<sup>7</sup>

Vista lateral de la cubierta del pabellón de la energía<sup>8</sup>



7 La elaboración de las imágenes en tercera dimensión (*renders*) y el sitio web (<http://ciepfa.posgrado.unam.mx/espaciopublico/>) fueron coordinados por Edgar Mendoza Rivera y Juan Manuel de Jesús Escalante.

8 *Ídem*.

### *Consumo energético*

Las tecnologías localizadas en el Pabellón de la Energía transformarían la energía del sol o del viento en energía eléctrica además de recolectar el agua de lluvia, esto es utilizado por los usuarios de este edificio, es decir, las actividades diarias de las personas que trabajan en este espacio son beneficiadas con estos sistemas.

Esta propuesta es innovadora, ya que es un nuevo tipo de espacio público, que aprovecharía una azotea en desuso, promovería y difundiría el empleo de tecnologías de ahorro y generaría beneficios reales para el edificio. Además podría servir de “laboratorio” para investigadores, quienes podrían realizar mediciones, experimentos e instalaciones nuevas.



Vista en perspectiva del mobiliario propuesto en el pabellón.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Ídem.

La propuesta integra algunas tecnologías como: paneles fotovoltaicos, techos verdes, aerogeneradores y techos con filtro<sup>10</sup> desarrollados en el Centro de Investigación en Energía de la UNAM. Además el proyecto está pensado para ser construido con materiales que tienen características de ahorro energético y para captar el agua de lluvia. Posteriormente se podrían integrar tecnologías desarrolladas en otros proyectos que participaron en el Macroproyecto “La Ciudad Universitaria y la Energía”. El valor del resultado arrojado es enorme, ya que es un avance importante en un tema que se ha desarrollado poco a nivel mundial, ya que se integran: tecnologías de ahorro energético, espacio público, arquitectura y equipamiento con mobiliario urbano.<sup>11</sup>

Se propuso captar el agua de lluvia a través de la cubierta, la cuál será guiada hacia un espejo de agua que a su vez, conforme se llene, dotará de agua a dos cisternas de 200m<sup>3</sup> cada una para abastecer durante todo el año los baños que dan servicio a 4475 alumnos que utilizan los sanitarios del laboratorio diariamente de lunes a viernes, así como el riego de las áreas ajardinadas del entorno y que son responsabilidad del Instituto de Ingeniería de la UNAM para regar 4,819 m<sup>2</sup> de área verde.

También se propuso la instalación de 200 paneles fotovoltaicos que generarían alrededor de 20KW diarios generando 7300KW al año, lo que representaría un ahorro energético a la Universidad así como la disminución de contaminantes por producción de electricidad en forma tradicional (combustibles fósiles)

#### *Luminaria peatonal híbrida autónoma*

Otro de los resultados del proyecto fue el diseño, desarrollo e implementación de una lámpara solar y eólica, es una propuesta de mobiliario urbano que cuenta con características de ahorro energético, ya que capta la energía del sol y del viento y la transforma en electricidad. Planteada para iluminación en espacios urbanos, una de sus características importantes es que cuenta con autonomía energética es decir, puede ser instalada en cualquier sitio sin necesidad de colocar infraestructura eléctrica convencional, pues la producción eléctrica se da en el sitio, utilizando recursos renovables, lo que permite un ahorro económico y medioambiental sustancial. La lámpara está pensada para ser utilizada en este proyecto y en otros espacios públicos alrededor de la República Mexicana especialmente en plazas, parques, zonas costeras y, sobre todo, en comunidades rurales o alejadas de la in-

10 Desarrollados en el Macroproyecto: “La Ciudad Universitaria y la Energía” en el proyecto: Fabricación de hojas de polímeros con recubrimientos para el control de la radiación e instalación de áreas con confort humana bajo radiación solar en el CIE-UNAM y la C.U. por el investigador del CIE/UNAM Dr. Nair Padmanabhan (<http://energia.fi-b.unam.mx/index.html>)

11 El mobiliario urbano en el proyecto fue coordinado por la DI Mariana Arzate Pérez responsable del área de producto en el Laboratorio de Sustentabilidad en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, diseñó y desarrolló el prototipo de la lámpara híbrida propuesta para el pabellón, además de las propuestas de mobiliario urbano como bancas, sillas y soportes para difusión de las tecnologías en el Pabellón, la alumna Ilayai Alcantar Díaz Escobar fue asistente de diseño coordinando las tareas asignadas a los alumnos participantes.

fraestructura eléctrica. En la concepción de esta tecnología no sólo se tomó en cuenta la potencia o duración de las baterías, sino la ergonomía, estética y producción, además del entorno y los usuarios, esto se logró gracias al trabajo multidisciplinario con distintas áreas como arquitectura, diseño industrial, gráfico, ingeniería eléctrica y mecánica, así como finanzas y urbanismo.

Esta lámpara se conforma de los siguientes subsistemas: de generación, encargado de producir la electricidad y formado por un aerogenerador y una celda fotovoltaica; el almacenamiento, consiste en un banco de baterías y control de carga, con el que la energía eléctrica se guarda o se suministra a una lámpara.

Productos entregados en el proyecto para ser utilizados por autoridades de la UNAM:<sup>12</sup>

- Documento con el desarrollo de proyecto: Información y conclusiones
- Propuesta de un nuevo espacio público en Ciudad Universitaria: “El Pabellón de la energía” (proyecto ejecutivo)
- Presupuesto para construir el “Pabellón de la energía” (catalogo de conceptos y precios unitarios)
- Desarrollo de la luminaria peatonal híbrida autónoma de ahorro energético (prototipo para realizar mediciones en sitio)
- Análisis financiero de luminarias.

## Conclusiones del proyecto

El apoyo de la UNAM y de cualquier otra dependencia a la investigación y desarrollo hacia este tipo de proyectos, propicia una participación muy importante de la comunidad para conocer a profundidad temas de medio ambiente y fomentar la formación de equipos para generar posibles soluciones que puedan ser aplicadas de manera real, esto hace que un país progrese obteniendo grandes beneficios económicos y sociales, generando datos e información que puede ser consultada por especialistas.

El resultado de este proyecto ofrece una posibilidad a urbanistas y arquitectos de replicar este nuevo modelo de espacio público y mobiliario urbano sustentable en la República Mexicana. En éste proyecto se integraron las humanidades y la tecnología, que aunque vuelve complejo el trabajo, permite mayor grado de innovación, llevando los desarrollos logrados hacia un punto más aproximado a ser un producto comercializable.

Esta línea de investigación ha sido poco explorada, dentro y fuera del país, lo que nos coloca en vanguardia. El tema requiere integrar varios temas, cada uno de los cuales es muy complejo en sí mismo como “espacio público”, “tecnologías y consumo de la energía” y “desarrollo de productos”, por lo cual el simple hecho de lograr una integración entre estos temas es un logro importante del proyecto. ■

12 Tello Peón, Berta, (comp) *Compendio de Jornadas de Avances de Investigación del CIEP 2005-2008*, 1ª. Ed. México, UNAM, 2009, pp. 293-301

## Referencias

- Arzate Pérez, Miguel, *La energía en los espacios públicos*, enero de 2012: <http://ciepfa.posgrado.unam.mx/espaciopublico>.
- Broto, Carles, *Mobiliario urbano: nuevos conceptos*, Barcelona, links/structure, 2008.
- Collins, Peter, *Los ideales de la arquitectura moderna; su evolución 1750-1950*, Barcelona: G. Gili, 1998.
- Edwards, Brian, *Guía básica de la sostenibilidad*, Paul Hyett. Barcelona: G. Gili, c2004.
- Flannery, Tim, *El clima está en nuestras manos, historia del calentamiento global*, México: Taurus, 2008.
- Gehi, Jan, *Nuevos espacios urbanos*, Jan Gehl y Lars Gemzoe. Barcelona: G. Gili, deposito legal 2002.
- Krauel, Jacobo, *Elementos urbanos*, Barcelona, Links, 2007.
- Mcharg, Ian L., *Proyectar con la naturaleza*, México: G. Gili, c2000.
- Miller, G. Tyler, *Ciencia ambiental: desarrollo sostenible: un enfoque integral*, G. Tyler Miller. Jr.; tr. Miguel Ángel Martínez Sarmiento. 8ª. ed. México, D. F.: Thomson. 2007.
- Minguet, Josep María, *Arquitectura del paisaje: mobiliario urbano*, España, Instituto Monsa de Ediciones, 2007.
- Salvador Palomo, Pedro José. *La planificación verde en las ciudades*, Barcelona: G. Gili, c2003.
- Serra, Josep María, *Elementos urbanos: mobiliario y microarquitectura*, Gustavo Gili, 1996.
- Tello Peón, Berta, (comp), *Compendio de Jornadas de Avances de Investigación del CIEP 2005-2008*, primera edición, México, UNAM, 2009.

## Sitios web

<http://energia.fi-b.unam.mx/index.html>.