



Por una Universidad de las Ciencias Informáticas más sustentable For a more sustainable University of Computer Sciences

Nataly González Milián, Elizabeth Rodríguez García, Mónica Llovet Salazar y Dania González Couret

RESUMEN: A pesar de las acciones dirigidas hacia un desarrollo más sustentable, en Cuba se aprecia una escasa comprensión sobre el rol del diseño arquitectónico y urbano para alcanzar tal meta. Se pretende demostrar cómo es posible mejorar la sustentabilidad del medio construido, mediante propuestas de transformación simples y económicas, tomando como objeto de estudio la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI). Se realizó un diagnóstico cualitativo urbano para definir las principales estrategias de actuación. Las propuestas son progresivas, de mínima intervención y máximo impacto, entre las que se encuentran: rezonificación por facultades para disminuir recorridos, uso de transporte alternativo como bicicletas y microbuses de energía cero, incorporación de nuevos servicios, aprovechamiento de fuentes renovables de energía y creación de un parque ecológico con humedal para el tratamiento de aguas grises. A partir del diagnóstico urbano se seleccionan los edificios con mayores problemas para soluciones a partir de una evaluación cualitativa y cuantitativa.

PALABRAS CLAVE: sustentabilidad, ciudad universitaria, energía, diseño bioclimático.

ABSTRACT: Despite the actions toward a more sustainable development, a poor understanding of the role of architecture and urban design to achieve this goal is appreciated in Cuba. The objective of this paper is to show how it is possible to improve the sustainability in a built environment, by simple and economic transformations, taking as study object the Universidad de Ciencias Informáticas (UCI). A qualitative urban diagnosis was carried out in order to define the main performance strategies. The proposals are progressive, based on minimum intervention and maximum impact. Some of them are: rezoning to reduce distances, using alternative transportation means as bicycles and zero energy minibuses, incorporating new services, using renewable sources of energy and creating an ecological park with a wetland for the gray water treatment. This diagnosis allowed to select the more problematic buildings to be transformed based on a qualitative and quantitative evaluation.

KEYWORDS: sustainability, university city, energy, bioclimatic

Introducción

El desarrollo sustentable constituye la única alternativa posible para la supervivencia del planeta, donde el medio construido juega un rol decisivo en el logro de este principio. Su dimensión ambiental se encamina a mitigar los efectos negativos de la acción contaminante y destructora de la sociedad, promoviendo la adaptación a los cambios inminentes del clima.

Cuba, un país pequeño, con escasos recursos ha ganado merecido prestigio por las acciones dirigidas hacia un desarrollo más sustentable. Existe una conciencia sobre la necesidad de incrementar el empleo de fuentes renovables de energía y reducir el consumo. Sin embargo en las medidas tomadas para dar respuesta a estas demandas se aprecia la escasa comprensión sobre el rol del diseño arquitectónico y urbano para alcanzar tales metas, a pesar del conocimiento acumulado sobre la temática.

Aprovechando la experiencia ganada se demostrará cómo pueden obtenerse resultados positivos a partir de una adecuada intervención en el medio construido, proponiendo soluciones factibles. Para ello se ha tomado como objeto de estudio la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), por ser, según el Comité Técnico de Normalización de Diseño Bioclimático y Sustentable (CTN-40), el segundo consumidor energético más alto del país después de Antillana de Acero. El diagnóstico y las propuestas que se presentan en este trabajo, forman parte de los resultados de las tesis de diploma de las autoras [1] [2] [3], en el tema de arquitectura sustentable en clima cálido húmedo. Aunque el estudio fue realizado a escala urbana y arquitectónica, en el presente artículo se aborda y se profundiza solamente en el diagnóstico y la propuesta urbana.

Métodos

Se realizó un diagnóstico integral a escala urbana de la UCI sobre la base de siete variables urbanas identificadas como objeto de estudio, extraídas del método de evaluación "Leadership in Energy and Environmental Design" (LEED) [4]: sustentabilidad del sitio; eficiencia en el uso del agua; energía y atmósfera, materiales y recursos; calidad ambiental interior; innovación en el diseño y prioridades regionales. Cada una abordada y ampliada a través de diferentes parámetros.

Con vistas a recoger la información necesaria para el análisis se llevó a cabo un extenso trabajo de campo, mediante la observación directa de la realidad, mediciones y el desarrollo de entrevistas y encuestas a estudiantes, profesores y funcionarios de la universidad. Teniendo en cuenta los problemas identificados en el diagnóstico, así como los principios y buenas prácticas

extraídos de la consulta bibliográfica y el estudio de casos internacionales, se elaboraron propuestas de transformación urbana para mejorar la sustentabilidad de la UCI.

A partir del diagnóstico general se detectaron además los tres edificios con mayores problemas, fundamentalmente ambientales y energéticos: docentes No.3, No. 5 y No. 6. La evaluación inicial de cada uno se realizó de forma cualitativa a partir de las cinco variables del diseño arquitectónico que influyen en el consumo de energía en las edificaciones propuestas por Rueda (2003) [5], así como los parámetros e indicadores para su consideración. Estas variables son: volumetría, espacio y cierres (cubiertas, paredes y vanos).

Todo esto permitió identificar los posibles problemas ambientales y energéticos, que se verificaron con evaluaciones cuantitativas (mediciones con data loggers tipo HOBO y simulaciones con los programas ECOTEC y Energy Plus). Finalmente se elaboraron las propuestas de transformación de los edificios para mejorar el confort térmico interior, la iluminación y al mismo tiempo reducir el consumo energético.

Diagnóstico general de la UCI

La Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) fue inaugurada en el 2002. Se ubica en el sitio donde se encontraba el antiguo reformatorio o asilo de Torrens, fundado en 1942 como una cárcel de menores y donde posteriormente, en 1964, se estableció una base de radares pasivos de escucha "Lourdes", perteneciente a la URSS. Por tanto, el proyecto y concepción de la UCI estuvo condicionado desde sus orígenes por esas preexistencias. El plan general, en seis etapas, fue elaborado por la Empresa de Proyectos No.2 Antonio Maceo (EMPROY-2) e incluye ocho diferentes zonas: infraestructura productiva, residencias, docentes, zona verde, de reserva, deportiva, logística y zona central.

1. GONZÁLEZ MILIÁN, Nataly. "Arquitectura sustentable en clima cálido húmedo. Estudio de caso: edificio docente No.6 de la UCI". Tutor: Dania González Couret. Tesis de Diploma. Facultad de Arquitectura. ISPJAE, La Habana, 2013.
2. RODRÍGUEZ GARCÍA, Elizabeth. "Arquitectura sustentable en clima cálido húmedo. Estudio de caso: edificio docente No.5 de la UCI". Tutor: Dania González Couret. Tesis de Diploma. Facultad de Arquitectura. ISPJAE, La Habana, 2013.
3. LLOVET SALAZAR, Mónica. "Arquitectura sustentable en clima cálido húmedo. Estudio de caso: edificio docente No.3 de la UCI". Tutor: Dania González Couret. Tesis de Diploma. Facultad de Arquitectura, ISPJAE, La Habana, 2013.
4. KUBBA. Leed. *Practices, Certification, and Accreditation Handbook*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2009.

El diagnóstico general inicial de la UCI, que se realiza sobre la base de las variables del LEED definidas [4], tiene como objetivo identificar los principales problemas y potencialidades de la universidad atendiendo a: transporte y accesibilidad, servicios, sistema verde, manejo del agua, energía y desechos sólidos; para proponer soluciones de intervención más sustentables.

Accesibilidad y transporte

La UCI se localiza al suroeste de Ciudad de La Habana, en el km 2 ½ de la carretera a San Antonio de los Baños, perteneciente al municipio de la Lisa, muy alejada de la ciudad. Además la red de transporte que la conecta es insuficiente, por lo que el acceso a ella resulta difícil. Cuenta con ómnibus para el transporte de profesores, trabajadores y estudiantes del centro, pero esto deviene en horarios muy limitados de entrada y salida.

La movilidad interna se efectúa fundamentalmente de forma peatonal y las distancias a recorrer son extremadamente largas, por caminos poco sombreados, con presencia escasa o casi nula de arbolado, áreas con exceso de pavimento y ausencia de estructuras de protección solar. La universidad está dividida por facultades, donde cada una tiene definida su área de residencia, docencia y comedor. La zonificación por facultades es inadecuada, lo cual provoca que se agudicen los extensos recorridos (figura 1 y tabla), a lo cual se suma que no transita ningún medio de transporte alternativo interno para atenuar las caminatas.

Servicios

La distribución de la infraestructura de servicios se considera mal equilibrada. La mayoría de los servicios se concentran en la zona residencial, que fue rehabilitada y refuncionalizada en la primera etapa de desarrollo de la universidad, alrededor de la Plaza Wifredo Lam (Centro Cultural), quedando otras áreas desprovistas en su totalidad de equipamientos y servicios (figura 2), lo cual condiciona un aumento de las distancia a recorrer por los residentes.

Por otro lado las instalaciones en las que se ubican la mayoría de los servicios son apartamentos adaptados que no cumplen con los requerimientos necesarios para cada tipo de actividad. A partir de las encuestas realizadas se concluyó que los servicios más insuficientes eran los de recreación y gastronomía.

Sistema verde

En el proyecto y concepción de la UCI se aprecia una intención por conservar al máximo la vegetación existente (figura 3). Hay un gran potencial desaprovechado, como la franja verde central que delimita parte del área de residencias con respecto a la zona de edificios docentes, donde no se desarrolla ninguna función (figura 4).



Figura 1: Zonificación y recorridos peatonales internos. (LLOVET SALAZAR, Mónica. 2013)

Tabla 1. Distancias a recorrer peatonalmente en la UCI

Facultad	Residencia Docente	Docente Comedor	Comedor Residencia
1	900-950	650	450
2	600	10	400
3	700-850	250	500
4	1050	800	300
5	700	650	400
6	800	500	100-300
7	450	500	600



Figura 2: Plano de servicios. (LLOVET SALAZAR, Mónica. 2013)



Figura 3: Foto aérea de antes y después de la construcción de la UCI. (GOOGLE, consultada 2013).

La relación entre áreas verdes (49 %) y zonas pavimentadas o edificadas es equilibrada, aunque estos espacios en su mayoría constituyen césped sin arbolado. Las áreas públicas como plazas, parques y parqueos tampoco presentan un diseño adecuado de la vegetación. Los casos más críticos, por las extensas superficies pavimentadas expuestas al sol, son: la plaza Niemeyer (figura 5) y el parqueo aledaño a la plaza.



Figura 5: Plaza "Niemeyer". (GONZÁLEZ MILIÁN, Nataly. 2013).



Figura 4: Plano de vegetación de la UCI. (GONZÁLEZ MILIÁN, Nataly. 2013).

Manejo del agua

El consumo de agua en la UCI sobrepasa lo normado de 3 200 m³ lineales diarios, y se paga a un precio mayor [6]. Para el tratamiento de las aguas residuales se divide en dos zonas: sur y norte. La sur vierte los desechos en tres lagunas de oxidación y la norte hacia una planta de tratamiento que ha presentado problemas de funcionamiento y en la cual no se concibió la reutilización del agua residual tratada (figura 6). Por otro lado no existen consideraciones para el manejo del agua en el paisaje. No se cuenta con sistemas de riego de áreas verdes, ni se aplican métodos para la recolección del agua pluvial y su posterior reúso.

Energía

Debido a la gran inestabilidad del fluido eléctrico dentro de la universidad se instalaron 44 grupos electrógenos que requieren suministro de combustible diario y afectan la imagen de la universidad (figura 7). Según datos proporcionados por el especialista Fernández, Manuel [7] el consumo energético es muy elevado (entre 50 y 60 MW diarios en dependencia de la temperatura).

6. GÓMEZ, Osvaldo. *Entrevista personal*. [entrevistador] Nataly González Milián. La Habana, 22 de mayo 2013.

7. FERNÁNDEZ, Manuel. *Entrevista personal*. [entrevistador] Nataly González Milián. La Habana, 23 de abril 2013.

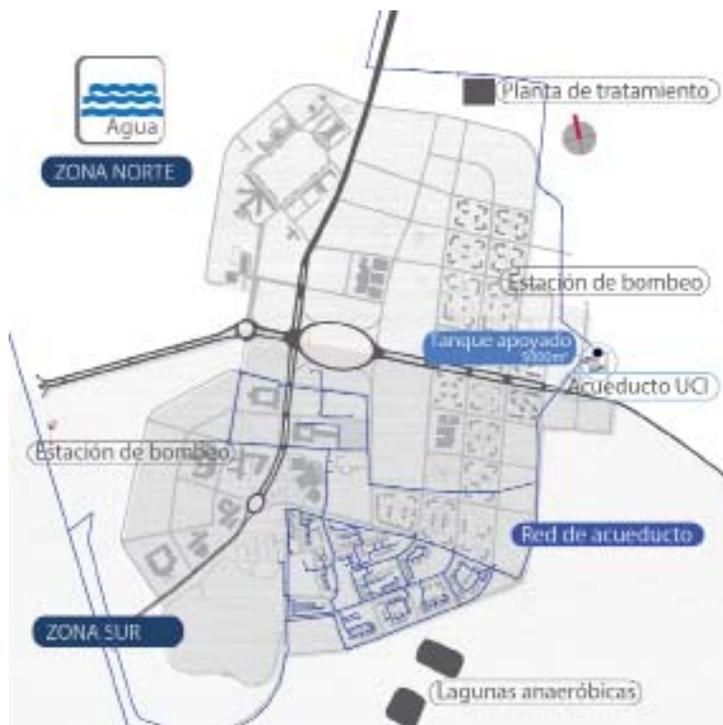


Figura 6: Plano del manejo del agua en la UCI. (GONZÁLEZ MILIÁN, Nataly. 2013).

Sin duda, la ubicación de la UCI en una zona periférica de la ciudad, rodeada por extensas áreas abiertas sin obstáculos, constituye un importante potencial para el aprovechamiento de la energía solar y eólica.

Desechos sólidos

Para la gestión de los desechos sólidos dentro de la universidad se tienen contratos con la Empresa de Comunales y Porcina. Además existe un grupo de higiene interno para recoger contenedores adecuadamente distribuidos, limpiar las calles y chapear áreas verdes. No está organizada la colección clasificada de los desechos, sin embargo hay una propuesta de Cubasolar¹ de instalar biodigestores para utilizar la fracción orgánica en la generación de biogás y alimentar los grupos electrógenos.

Resumen del diagnóstico

En el gráfico de la figura 8 se resumen los principales problemas y potencialidades identificados en el diagnóstico integral realizado, a partir del cual también se precisaron los tres edificios con principales problemas ambientales y energéticos. El diagnóstico y las propuestas de transformación de esos edificios estudiados no son objeto de atención del presente artículo.

Los resultados del diagnóstico reflejan la falta de integralidad de los procesos desde el planeamiento hasta el manejo y la gestión.



Figura 7: Plano de grupos electrógenos. (RODRÍGUEZ GARCÍA, Elizabeth. 2013).



Figura 8: Plano resumen de principales problemas y potencialidades de la UCI. (GONZÁLEZ MILIÁN, Nataly; RODRÍGUEZ GARCÍA, Elizabeth y LLOVET SALAZAR, Mónica. 2013).

¹ Sociedad Cubana para la promoción de las fuentes renovables de energía y la conciencia ambiental. ONG fundada en 1994.

Propuestas de intervención

A partir del diagnóstico urbano y arquitectónico presentado se elaboraron las variantes de intervención, que fueron valoradas y discutidas con especialistas. Las propuestas urbanas son progresivas, de mínima intervención y máximo impacto. Se establecieron tres plazos de ejecución (corto, mediano y largo plazo).

Accesibilidad y transporte

Para contribuir a conectar más la UCI con el resto de la ciudad y mejorar así la accesibilidad, una posible solución a mediano plazo sería la modificación de la línea del ferrocarril más cercana a la universidad.

Igualmente se plantea como solución a corto plazo una reordenación de la actual zonificación (figura 9) para reducir las largas distancias internas a recorrer peatonalmente, insertando arbolado en los caminos peatonales. Se propone adicionalmente incluir un sistema de transporte interno automotor, utilizando en un inicio los mismos ómnibus que transportan a trabajadores y profesores, los cuales podrían ser sustituidos posteriormente por vehículos que funcionen por medio del aprovechamiento de energías renovables (figura 10). Se ubicaron paradas en los lugares más representativos de la urbanización, sobre la base de no recorrer más de 200 m para llegar a ellas (figura 11). Complementa esta solución una infraestructura de ciclos con puntos de recogida y almacenamiento en cada manzana de residencia, edificio docente y comedor (figura 12 y 13).



Figura 9: Plano de propuesta de nueva zonificación y recorridos. (LLOVET SALAZAR, Mónica. 2013).



Figura 10: Plano de propuesta de recorridos internos de los buses. (LLOVET SALAZAR, Mónica. 2013).



Figura 11: Paradas de los buses. (LLOVET SALAZAR, Mónica. 2013).

Servicios

Como los principales problemas radican en la centralización de los servicios, así como la insuficiencia y calidad de las instalaciones, se propone desarrollar un centro adicional de servicios en las dos manzanas que se ubican delimitando el vial principal Este-Oeste. En esta área se incorporarían: cine-teatro, sala de juegos, cibercafé y un complejo de tiendas.



Figura 12: Plano de puntos de paradas de bicicletas. (LLOVET SALAZAR, Mónica. 2013).



Figura 13: Paradas de bicicletas. (LLOVET SALAZAR, Mónica. 2013).

También se mejorará el ambiente visual en espacios públicos ya existentes como el Centro Cultural Wifredo Lam y su plaza, que se reanima con la incorporación de elementos escultóricos, mobiliario, señalética y gráficas urbanas (figura 14).



Figura 14: Reanimación del centro cultural Wifredo Lam. (LLOVET SALAZAR, Mónica. 2013).

Sistema verde

Para aprovechar todo el potencial verde en la UCI se propone la creación de un parque ecológico, que incorpore arbolado de diferentes especies, plazas de estancia y recreación, áreas de cultivos, estructuras con paneles fotovoltaicos y un humedal para el tratamiento de las aguas grises y posterior reúso. (figura 15 y 16).



Figura 15: Plano de propuesta de vegetación y parque ecológico. (GONZÁLEZ MILIÁN, Nataly. 2013).



Figura 16: Parque ecológico en franja verde central. (GONZÁLEZ MILIÁN, Nataly. 2013).

Deberá incorporarse arbolado [8], [9] en todos los espacios públicos desprotegidos como parterres, separadores de avenidas de primer orden, jardines e interiores de manzanas, y de manera estratégica en la plaza Niemeyer (figura 17) y el parqueo aledaño, por ser los lugares más críticos en cuanto a exposición a la radiación solar. En los edificios también puede incorporarse vegetación en fachadas y en techos verdes [10], como doubles cubiertas.

Manejo del agua

Para reducir el consumo de agua en la UCI se deben implementar a corto plazo medidas y programas de ahorro, y a largo plazo sustituir las instalaciones hidrosanitarias existentes por otras más eficientes como inodoros de descarga reducida [4]. Los propios estudiantes de la universidad pueden confeccionar programas y sistemas automatizados de control de agua.

Debe culminarse la conexión con la planta de tratamiento que fue construida para el vertimiento de las aguas residuales de la zona norte, y posteriormente, a mediano plazo se propone incorporar un sistema adicional de tratamiento que permita reutilizar las aguas para el regadío, descarga de inodoros o limpieza de vehículos.

Para el manejo del agua en el paisaje se propone la creación de un humedal de tratamiento de las aguas grises en el parque ecológico presentado en el sistema verde, con plantas como el macío (tifa) y el papiro [11] (figura 18) y la implementación del sistema de riego



Figura 17: Propuesta Plaza Niemeyer con arbolado. (GONZÁLEZ MILIÁN, Nataly. 2013).

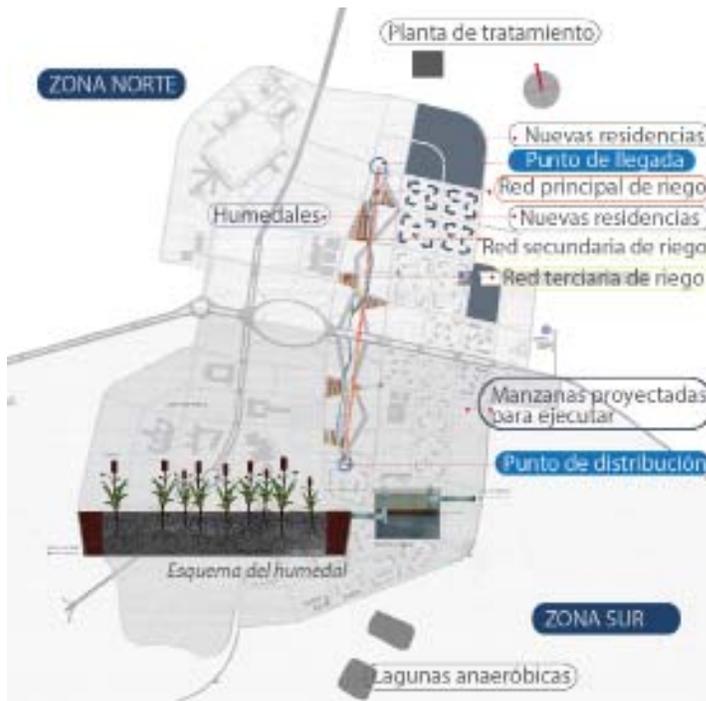


Figura 18: Plano del humedal de tratamiento de las aguas grises. (GONZÁLEZ MILIÁN, Nataly. 2013).

8. FERRO, Sergio. *Arquitectura de exteriores*. La Habana: Ediciones ENPES, 1988.
9. FERRO, Sergio; ÁLVAREZ ZAYAS, Alberto; CASTILLO RODRÍGUEZ, Larisa. *Manual de Arborización Urbana*. La Habana: Sello Editorial GDIC, 2011.
10. PÉREZ GONZÁLEZ, Luis Guillermo. "Cubiertas verdes en Cuba. Evaluación del prototipo experimental". Tutor: Dra. Ing. María Luisa Rivada. Tesis de Diploma. Facultad de Arquitectura, ISPJAE, La Habana, 2010.
11. SÁNCHEZ, Roberto. *Entrevista personal*. [entrevistador] Nataly González Milián. La Habana, 21 de marzo, 2013.

por goteo que es más eficiente. Por último se plantea la recolección del agua pluvial en las azoteas.

Energía

A mediano plazo se propone aprovechar las fuentes renovables de energía. Se incorporarán calentadores solares de tubos al vacío en las nuevas residencias, así como en los complejos de comedores [12], [13], [14] (figura 19 y 20).

A modo experimental y como solución alternativa se propone el uso de cocinas solares tipo horno en los tres complejos de comedores y la utilización de secadores solares, adosados en las fachadas de los edificios [15] (figura 19). Se aprovechará también la energía solar fotovoltaica para la generación de electricidad con paneles solares fotovoltaicos de silicio monocristalino [16], [17] (figura 19). Paralelamente, en el parque ecológico propuesto serán incorporadas estructuras verticales con luminarias y paneles fotovoltaicos integrados al sistema.

La energía eólica será aprovechada para el bombeo de agua hacia las residencias y docentes, usando el molino de viento multipala tradicional [18]. Serán ubicados a más de 50 m de distancia desde el final de la urbanización para evitar la contaminación acústica, con orientación este (figura 19) [19]. Para la generación de electricidad se plantea el uso de aerogeneradores tripala terrestres [20], [21], ubicado detrás de la línea de los molinos de viento, así como en el acceso principal (figura 19 y 21).



Figura 19: Plano de propuesta de uso de fuentes de energía renovables. (RODRÍGUEZ GARCÍA, Elizabeth. 2013).



Figura 20: Calentadores solares en residencias.



Figura 21: Aerogenerador tripala terrestre.

12. ÁLVAREZ, Manolo. *Entrevista personal*. [entrevistador] Nataly González Milián. La Habana, 22 de marzo, 2013.
13. BÉRRIZ, Luis. "Ventajas y desventajas de los calentadores solares". *Energía y tú*. 2011, No.55. pp. 18-24.
14. BÉRRIZ, Luis. "Calentadores solares en viviendas". *Energía y tú*. 2012, No.59: pp. 4-6.
15. GONZÁLEZ COURET, Dania. "¿Cómo secar la ropa en edificios de apartamentos?" *Energía y tú*. 2012, No.61.
16. TARIK, Véronique. *Las Fuentes renovables de energía en Cuba*. Quebec: Agencia canadiense de desarrollo internacional. Comité de solidaridad. 2008.
17. UNG, Michael y JAÉN, Leudy. "Las fuentes renovables de energía en la vivienda urbana". Tutor: Dania González Couret. Tesis de Diploma. Facultad de Arquitectura. ISPJAE, La Habana, 2012.

Desechos sólidos

En cuanto al manejo de los desechos sólidos se tomó como base la propuesta de Cubasolar, instalando un biodigestor en cada comedor para utilizar el abono que se extrae después del proceso de fermentación para las áreas de cultivo del parque ecológico propuesto en el sistema verde, y el biogás podrá ser usado, a su vez, como combustible para las cocinas de gas de cada uno de los comedores.

Para el manejo del resto de los desechos se propone implementar un sistema de recogida clasificada, sustituyendo los contenedores existentes, y usando vehículos más eficientes, que se muevan con energía que proviene de la propia basura recogida.

En la figura 22 se exponen de manera integrada las diferentes propuestas de transformación a escala urbana.



Figura 22. Plano resumen de propuestas urbanas en la UCI.

Conclusiones

Los principales problemas que afectan la sustentabilidad de la Universidad de las Ciencias Informáticas responden a una falta de visión integral de los procesos a lo largo de su ciclo de vida, desde el planeamiento, diseño y ejecución, hasta su actual manejo y gestión.

Las transformaciones propuestas se pueden llevar a cabo de forma progresiva. Las acciones a corto plazo resultan sencillas y económicas, pero contribuyen a mejorar la calidad de vida y trabajo en la UCI, a la vez que se reduce su impacto ambiental.

18. MORENO, Conrado. "¿Cuál molino de viento instalar?" *Energía y tú*. 2012, No.59, pp. 21-24.
19. MORENO, Conrado. *Entrevista personal*. [entrevistador] Nataly González Milián. La Habana, 5 de mayo 2013.
20. MORENO, Conrado. *Energía eólica. Selección de artículos*. La Habana: CUBASOLAR ed., 2006.
21. MORENO, Conrado. *Entrevista personal*. La Habana, el 5 de mayo, 2013.



Nataly González Milián.

Arquitecta. Docente de la Facultad de Arquitectura, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae
e-mail: milianjo@infomed.sld.cu



Elizabeth Rodríguez García.

Docente de la Facultad de Arquitectura, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae
e-mail: marciaga@infomed.sld.cu



Mónica Llovet Salazar.

Arquitecta. Dirección General de Proyectos de Arquitectura y Urbanismo. Oficina del Historiador de la Ciudad. La Habana.



Dania González Couret

Arquitecta, Doctora en Ciencias, Profesora. Titular de la Facultad de Arquitectura del ISPJAE. Directora de Posgrado del ISPJAE.
Correo electrónico: dania@arquitectura.cujae.edu.cu