

January 2016

## Aporte del Programa de Ingeniería Civil de la Universidad de La Salle al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Carlos Felipe Urazán Bonells

*Universidad de La Salle, Bogotá (Grupo Ciroc), Bogotá, caurazan@unisalle.edu.co*

María Alejandra Caicedo Londoño

*Universidad de La Salle, Bogotá (Grupo Ciroc), Bogotá, macaicedo@unisalle.edu.co*

Luis Efrén Ayala Rojas

*Universidad de La Salle, Bogotá (Grupo Ciroc), Bogotá, layalar@unisalle.edu.co*

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls>

---

### Citación recomendada

Urazán Bonells, C. F., M.A. Caicedo Londoño, y L.E. Ayala Rojas (2016). Aporte del Programa de Ingeniería Civil de la Universidad de La Salle al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Revista de la Universidad de La Salle, (71), 283-304.

This Artículo de Revista is brought to you for free and open access by the Revistas de divulgación at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de la Universidad de La Salle by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

# Aporte del Programa de Ingeniería Civil de la Universidad de La Salle

al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible



**Carlos Felipe Urazán Bonells\***  
**María Alejandra Caicedo Londoño\*\***  
**Luis Efrén Ayala Rojas\*\*\***

## ■ Resumen

Hace quince años se creó una iniciativa por parte de las Naciones Unidas que se enfocaba en la construcción de una plataforma que les permitiera a diferentes actores alrededor del mundo comprometerse con el cumplimiento de los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Cada objetivo se dividió en una serie de metas cuantificables

\* Ingeniero civil y especialista en Administración de Obras de Construcción; doctor en Gestión del Territorio e Infraestructuras del Transporte, Universidad Politécnica de Cataluña, España; profesor titular del Programa de Ingeniería Civil de la Universidad de La Salle (Grupo Ciroc), Bogotá, Colombia. Correo electrónico: caurazan@unisalle.edu.co

\*\* Ingeniero civil y magíster en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente; candidato a Ph. D. en Ingeniería del Agua y Medio Ambiente, Universidad Politécnica de Valencia, España; profesor asistente del programa de Ingeniería Civil de la Universidad de La Salle (Grupo Ciroc), Bogotá, Colombia. Correo electrónico: macaicedo@unisalle.edu.co

\*\*\* Ingeniero civil y especialista en Docencia Universitaria; magíster en Ingeniería y Gestión Ambiental, Universidad Iberoamericana de Puerto Rico; profesor asistente del Programa de Ingeniería Civil, Universidad de La Salle (Grupo Ciroc), Bogotá, Colombia. Correo electrónico layalar@unisalle.edu.co

en 58 indicadores concretos, los cuales fueron medidos en el 2015 y evidenciaron que, si bien se habían hecho grandes logros, aún quedaban muchos desafíos pendientes. Es aquí donde inicia una nueva y más amplia agenda, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), diecisiete objetivos que serán medidos a través de acciones que garanticen su cumplimiento, proceso en el cual la academia desempeña un rol fundamental a través de la investigación y la extensión. La Universidad de La Salle, mediante proyectos desarrollados por el programa de Ingeniería Civil, viene contribuyendo al cumplimiento de dichos objetivos, principalmente los que tienen que ver con “terminar la pobreza en todas sus formas posibles y asegurar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”.

**Palabras clave:** Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), superación de pobreza, ingeniería civil, investigación con impacto social.

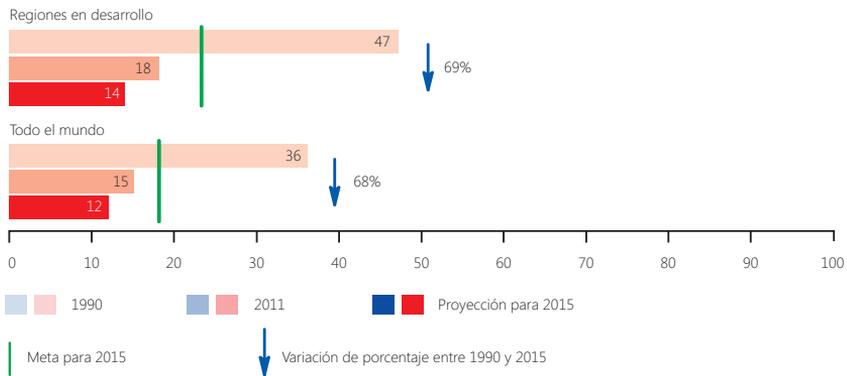
## Introducción

Según los reportes de la Organización de Naciones Unidas (ONU), la revisión de logros con respecto a las denominadas Metas del Milenio deja un balance positivo. El número de personas que viven en pobreza extrema se redujo de 1926 millones en el año 1990 a 836 millones en el 2015 (ONU, 2015). Esta mejora está ligada, tal y como estaba planeado al plantearse los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), a buenos resultados en los otros indicadores que medían los otros objetivos. Algunos logros alcanzados son:

- Niños en el mundo en edad de recibir educación primaria que no asisten a la escuela: pasó de cien millones en el año 2000 a 57 millones en el 2015.
- Las mujeres pasaron de ser el 31 % de la mano de obra contratada en labores no agrícolas en el año 1990, a ser el 41 % en el año 2015.
- La tasa de mortalidad infantil en niño menores de cinco años ha bajado de 12,7 millones en 1990 a cerca de seis millones en el 2015.

- La tasa de mortalidad materna ha bajado de 380 en 1990 (por cada 100 000 nacidos vivos) a 210 en el 2013.
- Los tratamientos de terapia antirretroviral pasaron de 0,8 millones a 13 millones entre el 2003 y el 2014.
- Entre 1990 y el 2015, 1 900 millones de personas han tenido acceso a agua potable suministrada por cañería.
- Entre el 2000 y el 2015 el porcentaje de población mundial con acceso a internet pasó de 6 a 43 %.

Si bien todas las regiones del mundo experimentaron un alivio en los índices de pobreza, las regiones en desarrollo tuvieron un comportamiento similar a las cifras mundiales globales, y mejoraron el indicador en 69 % para el primero, en comparación con el 68 % mundial (figura 1).



**Figura 1.**

Cumplimiento de meta en reducción de la pobreza entre 1990 y el 2015

Fuente: ONU (2015).

A pesar de que las cifras son alentadoras, aún se presentan circunstancias como que las personas más pobres siguen estando desamparadas, pues viven con

hambre y sin acceso a servicios públicos básicas; aún hay desigualdad de género; las personas más pobres son las más vulnerables a los efectos del cambio climático y la degradación ambiental, y las zonas rurales siguen siendo mucho más pobres que las urbanas.

Es por eso que se han generado diálogos alrededor del desarrollo de los países que permiten que las voces de todos sean tenidas en cuenta, lo cual conlleva mayor compromiso en el marco de la nueva agenda del desarrollo sostenible. Se ha buscado que las metas sean cumplidas a través de acciones que garanticen el cumplimiento, desde escenarios más consultivos y con objetivos de mayor profundidad que contemplan el desarrollo en múltiples dimensiones y de una manera más integral (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] Colombia, 2016). “Este será el proceso de desarrollo más inclusivo que el mundo haya conocido”.

En este sentido, el presente documento resume tan solo tres de los proyectos que ha llevado a cabo el Programa de Ingeniería Civil de la Universidad de La Salle, resultado de actividades académicas e investigativas que le han permitido fortalecer su currículo y aportar soluciones técnicas y tecnológicas que están al alcance de la población beneficiada, como por ejemplo aquella que vive en resguardos indígenas, y que a su vez responden a las problemáticas actuales del país. De esta manera se logra impactar significativamente en la mejora de la condición de vivienda de las comunidades rurales.

### **Reducción de la pobreza como reto general**

Entre esas mejoras pendientes, el desarrollo de mejoras en vivienda e infraestructura tiene un papel preponderante. El vínculo entre estos ítems y la reducción de la pobreza es expuesto por Urazán, Lamus y Velandia (2013), quienes recopilan el criterio de diversos autores e instituciones.

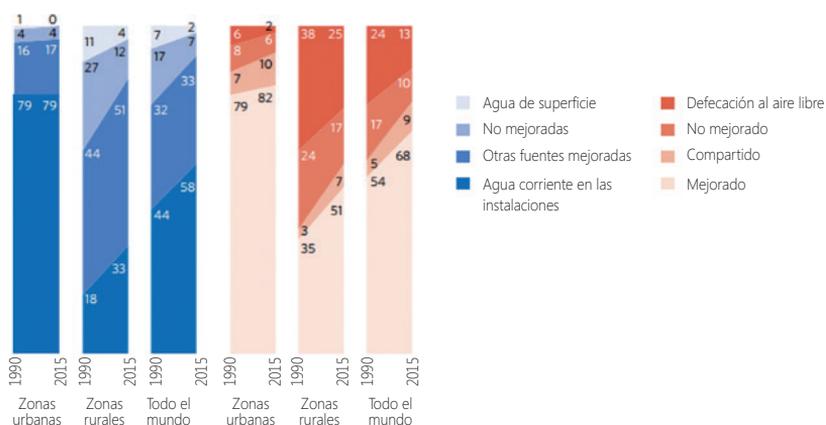
Actuaciones como las realizadas en Río de Janeiro con el programa Favela-Bairro, en San Pablo con el programa Guarapiranga y en Belo Horizonte con el programa Vila Viva (Andreatta, 2005, 2009) desarrollaron obras que ampliaron la

cobertura de los servicios de agua y saneamiento, y otras en materia vial, de suministro de energía eléctrica y de estabilización de terrenos, que en conjunto mejoran la calidad de vida y coadyuvan a reducir la pobreza.

Vale destacar diversos casos de provisión de vivienda y servicios públicos para comunidades en condición de reasentamiento (Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados [ACNUR], 2008). La atención a estas comunidades reduce la posibilidad de que su próximo desarrollo, tras la tragedia o calamidad que los identifica como reasentadas, sea en condición de pobreza en un periodo prolongado. Los anteriores son solo unos pocos ejemplos de experiencias que en el ámbito mundial han transformado la condición de vida de muchas personas, al permitirles superar la brecha de la pobreza, y por supuesto la de la pobreza extrema.

Como se ha mencionado, la Meta 7C, “Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento”, y la Meta 7D, “Haber mejorado considerablemente, para el año 2020, la vida de por lo menos 100 millones de habitantes de tugurios”, están fuertemente ligadas al desarrollo de vivienda e infraestructura, y en el año 2015 los resultados de los avances ilustran con claridad que las zonas rurales son las que más trabajo tienen pendiente (figura 2). En el informe oficial de la ONU (2015) se lee:

La proporción de la población rural mundial sin acceso a agua potable mejorada se ha reducido en más de la mitad desde 1990, de 38% a 16% en 2015. En la actualidad, 96% de la población urbana usa fuentes mejoradas de agua potable, en comparación al 84% de la población rural. De manera similar, cuatro de cada cinco personas que viven en zonas urbanas tienen acceso a agua corriente potable, en comparación a una de cada tres personas en las zonas rurales.



**Figura 2.**

Porcentaje de la población que usa fuentes de agua mejorada y no mejorada e instalaciones sanitarias, zonas urbanas, rurales y el mundo, 1990 y proyección para el 2015

Fuente: ONU (2015).

## El impulso de los Objetivos de Desarrollo del Milenio para la agenda 2030 de los Objetivo de Desarrollo Sostenible en lo referente a cobertura de servicios públicos básicos domiciliarios

Dentro del séptimo ODM, que incluía desde incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales, hasta haber mejorado considerablemente en el 2020 la vida de al menos cien millones de habitantes de barrios marginales, se encontraba una meta para el 2015 que buscaba reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento. Un análisis propuesto por Urazán y Caicedo (2015) correlaciona como uno de los indicadores de análisis el crecimiento de la población urbana con porcentaje de cobertura de agua potable y saneamiento básico, y, utilizando la Cepalstat<sup>1</sup> como fuente de

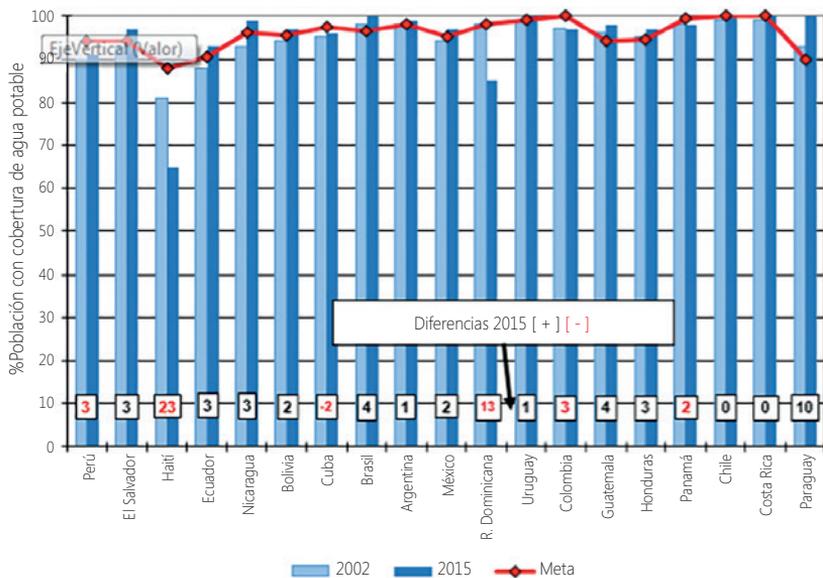
<sup>1</sup> Cepalstat: base de datos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal).

información, se estableció que en un periodo de trece años (2002-2015) la cobertura del servicio de agua potable había sido mayor que la de saneamiento, tal y como se refleja en las figuras 3 y 4.

En el caso de agua potable, Urazán y Caicedo (2015) concluyeron que entre el 2002 y el 2015<sup>2</sup> solo el 19% de los países latinoamericanos analizados, y que registraban datos en la Cepalstat, no alcanzaban a cumplir con la meta del milenio asociada a este indicador. Por el contrario, en la cobertura poblacional de servicio de saneamiento mejorado, las diferencias en rojo de la figura 4 reflejan el rezago que se tenía en el 2015 con respecto al logro del ODM correspondiente para el mismo año, principalmente en países con más alto nivel de población urbana, como es el caso de Brasil. Esto permite evidenciar una de las grandes preocupaciones en el ámbito mundial, y es el hecho de que a pesar de las inversiones importantes realizadas en este sector por parte de gobiernos, organizaciones no gubernamentales, agencias bilaterales y multilaterales y el sector privado durante las últimas décadas, sigue siendo sombría la perspectiva de acceso a suministros adecuados de un saneamiento ambientalmente sostenible, principalmente si se considera que existe una fuerte tendencia de aumento poblacional, de acuerdo con la cual, según el Banco Mundial (2016), para el 2030 se estima que el 60% de la población mundial vivirá en áreas urbanas. Así, se añaden en promedio casi 180 000 personas a la población urbana, y se estima que hay casi mil millones de pobres en el mundo, de los cuales más de 750 millones viven en áreas urbanas sin refugio adecuado ni servicios básicos.

---

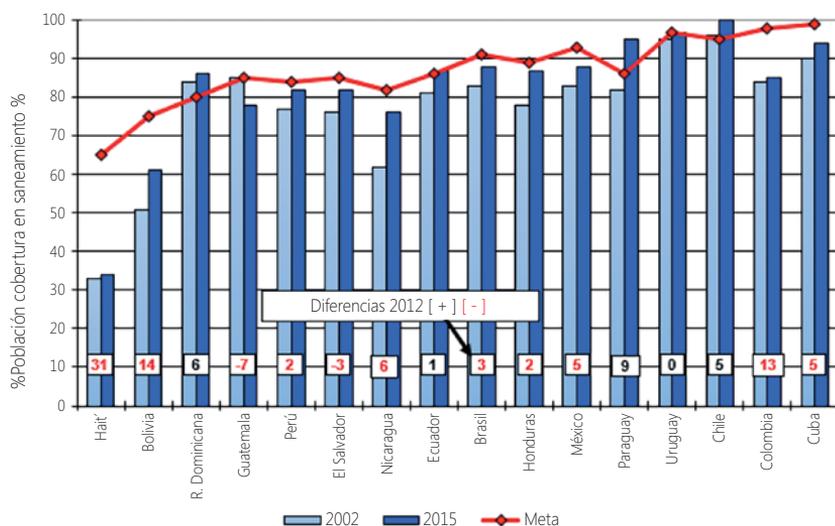
<sup>2</sup> En el texto original de Urazán y Caicedo (2015) se presenta el análisis hasta el año 2012. Para la presente investigación se actualizó hasta el 2015, para lo cual se utilizaron datos de Cepalstat y se verificó que no se presentaran cambios significativos de los resultados publicados.



**Figura 3.**

Relación entre la población urbana con acceso a agua potable en Latinoamérica (2002 y 2015) y la meta del milenio establecida para el año 2015

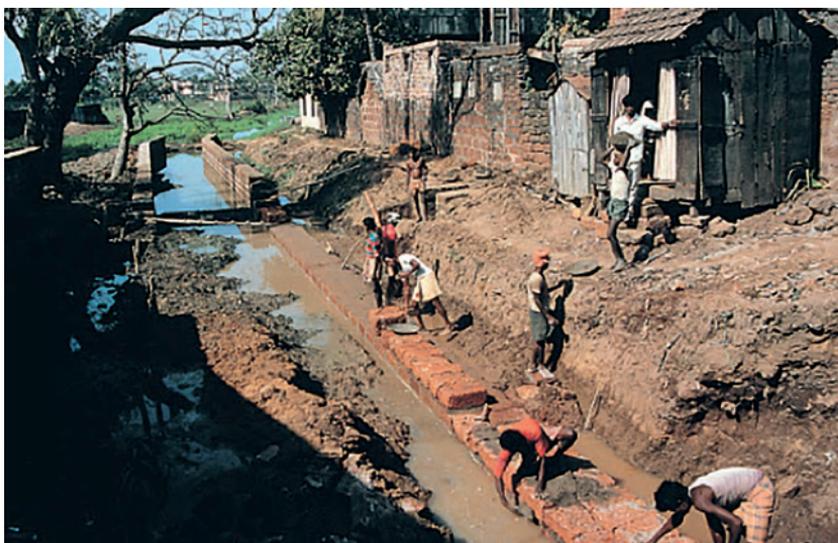
Son muchos los vínculos que se pueden analizar entre pobreza, agua y saneamiento, y es la razón por la cual la Asamblea General de la ONU se planteó que si bien 2 100 millones de personas han conseguido acceso a mejores condiciones de agua y saneamiento desde 1990, la decreciente disponibilidad de agua potable de calidad es un problema importante que aqueja a todos los continentes, y si se quiere mitigar la escasez de agua, es fundamental proteger y recuperar los ecosistemas relacionados con este recurso, como bosques, montañas, humedales y ríos. También se requiere más cooperación internacional para “estimular la eficiencia hídrica y apoyar tecnologías de tratamiento en los países en desarrollo” (PNUD, 2016).



**Figura 4.** Relación entre la población urbana con acceso a saneamiento mejorado en Latinoamérica (2002 y 2015) y la meta del milenio establecida para el año 2015

Por el lado del saneamiento, un servicio inadecuado de agua residual aumenta sus costos de recuperación, afecta el bienestar de las personas y hace más riesgosa su vida. El deterioro continuo, casi universal, de las fuentes de agua subterráneas y de superficie de las que depende la población, significa que los problemas de agua y saneamiento simplemente empeorarán, si se considera además que las ciudades crecen muy rápido —más del 90% del crecimiento poblacional en países en desarrollo tiene lugar en las ciudades (Banco Mundial, 2016)—, lo cual hace prever un desarrollo desequilibrado si no se toman desde ahora medidas de protección y conservación del medio ambiente (recursos hídricos superficiales y subterráneos, tierras agrícolas fértiles, superficies de bosques, entre otros), y muy importante resulta la creación y operación de un

correcto saneamiento del espacio habitable, con iniciativas que pueden desarrollarse desde la misma comunidad (figura 5).



**Figura 5.**

Construcción de drenaje realizada por la comunidad en zona periurbana

Fuente: Singleton (2003).

Si bien los ODM unieron al mundo en torno a una agenda común para abordar la indignidad de la pobreza, y aun cuando en el 2015 el 91 % de la población mundial utiliza una fuente de agua mejorada, en comparación con el 76 % en 1990 (ONU, 2015), y en el ámbito mundial 2100 millones de personas han obtenido acceso a saneamiento mejorado, la labor no ha finalizado para millones de personas. Es necesario continuar realizando esfuerzos por mejorar la distribución eficiente y sostenible de los recursos naturales, mejorar los sistemas de abastecimiento y proporcionar un saneamiento más eficiente y

sostenible con cobertura total. Un ejemplo que soporta lo dicho es que, en la zona del litoral Pacífico de Colombia, específicamente Chocó, según información aparecida en el diario *El Espectador* en el 2016, uno de cada dos hogares aún no cuenta con acceso a agua potable en el área urbana y dos de cada tres hogares carecen de este servicio.

Lo anterior demuestra que, si bien hubo incremento en la cobertura de acueducto y alcantarillado según el balance de los ODM al 2015, aún se evidencian grandes brechas entre lo urbano y lo rural, y con estadísticas oficiales publicadas por el Banco Mundial, entre otras instituciones, es posible sustentar que este no es un fenómeno exclusivo de esta región colombiana. Evidencias como esta son las que llevaron a la Asamblea General de la ONU a plantear los ODS, un ambicioso programa de desarrollo para después del 2015, que busca principalmente reforzar lo que se ha conseguido con los ODM, que si bien incluyen muchos más objetivos (diecisiete en total), las esferas específicas de las metas se basan en principios y compromisos compartidos que incorporan cuestiones que no figuraban en los ODM, como el cambio climático, el consumo sostenible, la innovación y la importancia de la paz y la justicia para todos (Asociación Ambiente y Sociedad, 2015).

En cuanto al tema de cobertura de agua potable y saneamiento, una de las metas propuestas para el cumplimiento del objetivo 7 de los ODM, es ahora uno de los diecisiete objetivos mundiales de la nueva agenda 2030 para el desarrollo sostenible. Concretamente el objetivo 6, denominado: "Agua limpia y saneamiento", cuyo compromiso es el de garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible, al igual que un saneamiento para todos, teniendo en cuenta que para lograr la meta al 2030 es necesario realizar inversiones adecuadas en infraestructura, proporcionar instalaciones sanitarias y fomentar prácticas de higiene en todos los niveles (PNUD, 2016)

En su calidad de organismo principal de la ONU encargado de erradicar la pobreza, el PNUD ha desempeñado un papel central en la creación de la nueva agenda mundial para el desarrollo. Tal como se señala en su sitio web, en alianza con el sector privado y el Gobierno, el PNUD ha enfocado sus esfuerzos

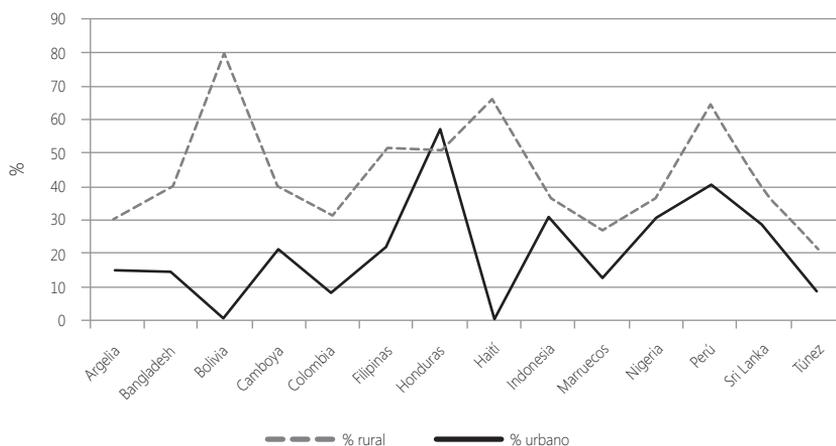
en decidir cuáles son las prioridades del mundo y ayudar a los países a adoptar la agenda y reflejar los objetivos en sus respectivos planes y políticas nacionales de desarrollo, al igual que proporcionar conocimientos sobre políticas de gobernanza y desarrollo sostenible, a través de la ejecución de proyectos como los que se reseñan a continuación:

1. *El sueño del agua se hace realidad para aldeas indígenas en Colombia*: el PNUD en Colombia, en alianza con el sector privado: las petroleras Repsol y Petrobras, y el Gobierno, ha enfocado sus esfuerzos en buscar maneras de llevar agua a los indígenas wayúus que habitan en la península de La Guajira. El proyecto considera la inclusión de 180 familias en programas de producción de alimentos, la construcción de dos microacueductos y cuatro jagüeyes que benefician a 1600 personas de dieciocho comunidades, al igual que dejar capacidades instaladas en las comunidades indígenas locales para que puedan realizar mantenimiento de pozos de agua y molinos de viento (PNUD Colombia, 2016).
2. *El agua cambia la vida a comunidades de El Salvador*: más de 2000 personas se beneficiaron con campañas de sensibilización y participación en la gestión del recurso hídrico. Con el programa se instalaron tanques, filtros, protección de las fuentes, micromedidores y tuberías para llevar agua a ochocientas familias de la cuenca del río Torola, y se enfocó en conseguir que cada sistema de agua se gestione bajo un esquema de gobernanza y articulación que permita la sostenibilidad y la integridad en el manejo del recurso agua de la zona (PNUD El Salvador, 2016).
3. *Tanques de agua ayudan a hogares ugandeses en periodos de sequía*: el proyecto apoya los esfuerzos del Gobierno y de la comunidad para adaptarse al cambio climático, mediante la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales. El 85% de la población de Uganda es rural y depende de una agricultura de secano. Los tanques de captación de agua ayudan a mitigar el impacto de las sequías y aumentar la seguridad de las mujeres y las niñas. Los beneficiarios de los tanques de agua están obligados a plantar árboles y promover el saneamiento y la higiene en la comunidad (PNUD Uganda, 2016).

## Proyectos de la Universidad de La Salle que desde el Programa de Ingeniería Civil contribuyen a conseguir los Objetivos de Desarrollo Sostenible

La necesidad de lograr las metas del milenio o los ODS se acentúa en las zonas rurales. La figura 6 expone, en una muestra de catorce países, cómo en la década de los noventa es mayor el porcentaje de población pobre en zonas rurales que en zonas urbanas. Por su parte, la figura 7 muestra una condición similar para América Latina y El Caribe en el 2012. Además, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal, 2012) da a conocer que el 30% de la población rural en la región está en condición de pobreza extrema.

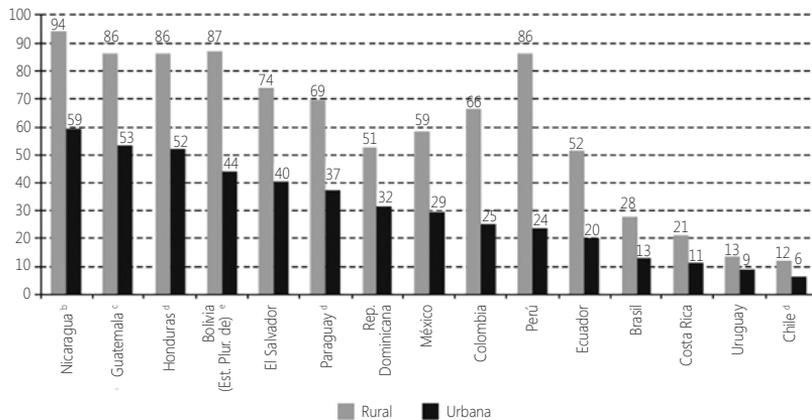
La Cepal (2015) hace claridad en que solo el 64% de los habitantes de zonas rurales en la región aún no cuentan con instalaciones de saneamiento mejorado, aunque el porcentaje de población que habita en tugurios ha bajado de 33,7 a 20,5% entre 1990 y el 2014.



**Figura 6.**

Porcentaje de población en condición de pobreza en la década de los noventa

Fuente: Universidad del País Vasco (2014).



**Figura 7.** Porcentaje de población en condición de pobreza en América Latina

Fuente: Cepal (2014).

Es por lo anterior que el Programa de Ingeniería Civil de la Universidad de La Salle enfoca sus esfuerzos de proyectos de investigación y extensión en resultados que impacten en beneficio social de las comunidades rurales de escasos recursos económicos, lo cual a su vez contribuye al cumplimiento de los ODS. A continuación se presenta brevemente el caso de tres proyectos.

### Conceptualización y validación de puentes peatonales hechos por autoconstrucción comunitaria

La Universidad de La Salle desarrolló recientemente el diseño y método constructivo de un puente peatonal para ser construido por comunidades rurales, lo cual aportaría las ventajas de un bajo costo y gran sostenibilidad, por cuanto emplea en su mayoría materiales de la región donde se vaya a implementar (Lamus, Urazán y Andrade, 2016).

La necesidad de mejorar la infraestructura vial peatonal en zonas rurales es un hecho que se evidencia en diversidad de situaciones a escala mundial. La falta de conectividad en tiempos relativamente cortos y en condiciones de comodidad disminuye el acceso de la población a actividades como la educación, el trabajo y el intercambio comercial. El desarrollo de esas actividades, entre otras, permite una condición de vida que en comunidades rurales en situación de pobreza ayuda de manera notable a la superación de esta problemática; no solo por la generación de empleo, sino también por un mayor grado de escolaridad en la comunidad (figura 8).



**Figura 8.**  
Módulo de puente peatonal construido en *Guadua angustifolia kunth*

Fuente: Lamus, Urazán y Andrade (2016).

**Asentamientos humanos para una nueva ruralidad; análisis de la condición del saneamiento básico, caso Yopal, Casanare, corregimientos La Chaparrera y El Morro**

Un gran número de municipios en Colombia carece de vivienda y prestación de servicios públicos domiciliarios, o bien estas son inadecuadas, tal como señala en su presentación el *Manual de procedimiento para programas de cesión a título gratuito* (Ayala, Urazán y Velandia, 2014).

En la región de la Orinoquia y en particular en el municipio de Yopal, Casanare, subregión de los llanos orientales, esta problemática se refleja de manera concreta. Es evidente que el análisis de las interacciones entre lo rural y lo urbano descansa en una concepción particular de espacio o territorio, en la cual dicha relación está orientada por los patrones tradicionales de crecimiento y desarrollo propios del modelo instituido, los cuales no responden de manera sustentable a las problemáticas que vive la región.

La investigación se realizó en dos corregimientos del municipio de Yopal: La Chaparrera y El Morro, donde se evaluaron las condiciones de saneamiento básico, es decir, los sistemas de acueducto y alcantarillado, dado que son asentamientos que carecen de servicios públicos formales. Por ello, el grupo de investigación Centro de Investigación en Riesgos y obras Civiles (Ciroc) se planteó como objetivos de este proyecto de investigación: buscar alternativas técnico-económicas viables para el uso racional del agua y el manejo de aguas residuales en asentamientos rurales de La Chaparrera y El Morro del municipio de Yopal, así como proponer soluciones de mitigación para el grado de contaminación, a través del diseño de sistemas de disposición de las aguas residuales.

Como resultado de la investigación se obtuvo el diseño de un modelo de saneamiento básico que logra la integración de lo urbano y lo rural de los corregimientos en mención, es decir, que las políticas diseñadas para el municipio incidan desde ya en su calidad de vida. Por último, se presenta una valoración económica de las alternativas consideradas de mayor viabilidad para el tratamiento de las aguas residuales en asentamientos rurales colombianos y se

diseña una matriz que muestra los elementos que caracterizan cada tratamiento y las variables claves para su selección bajo aspectos técnico-económicos, de sitio y culturales. Con este trabajo se espera definir un marco conceptual y de planeamiento para la ciudadanía y las autoridades con referencia al manejo de las aguas residuales domésticas en asentamientos rurales, así como concluir el diseño ambiental y económicamente más favorable para la comunidad dadas las condiciones investigadas.

**Electrificación para cadenas de frío, acceso a las tecnologías de la información y la comunicación y centro educativo para el resguardo indígena Calle Santa Rosa (etnia eperara siapidara), municipio de Timbiquí, Cauca. Proyecto ejecutado por investigadores de la Universidad de La Salle y semilleros del Grupo Ciroc**

La Universidad de La Salle, con el apoyo del Gobierno Nacional a través de Colciencias y el Banco Interamericano de Desarrollo, decidió financiar el proyecto de investigación a través de una convocatoria realizada por Colciencias en la que participó la Facultad de Ingeniería y salió favorecida (Bueno et al., 2015).

El proyecto consistió en el suministro y la instalación de paneles solares en espacios de vital importancia para la población del resguardo indígena Santa Rosa (etnia eperara siapidara), la cual vive en una situación de extrema pobreza y requiere solucionar los problemas en cuanto a servicios públicos, así como cubrir con urgencia las necesidades energéticas para refrigeración de alimentos, iluminación, bombeo de agua y electrificación. Esta comunidad ha sido afectada por el conflicto armado que se vive en la zona, motivado por la minería ilegal, lo que conlleva tener problemas tanto de seguridad como de contaminación de las fuentes hídricas, con una gran afectación del río Seijas, el cual pasa por esta región.

En este proyecto de investigación se presentaba un inconveniente en cuanto al acceso, debido a que el lugar se encuentra a dos horas en lancha desde el municipio de Timbiquí; en la tarde se anega por estar ubicado junto al río Seijas, el cual conecta directamente con el Pacífico colombiano.

En la instalación de los paneles solares se debía construir un cuarto para que la cubierta sirviera como apoyo a los paneles y que además se utilizara como centro de refrigeración, donde se instalarían congeladores para que la comunidad pudiese guardar el producto de la pesca y algunos frutos que cosecha.

En la ejecución del proyecto se analizaron distintas variables, teniendo en cuenta la condición de infraestructura y su estrecha relación con el medio ambiente. Se realizaron comités con el fin de establecer los respectivos estudios y la construcción básica para el abastecimiento de las cadenas en frío. Dicho análisis se basa en el estudio de suelos, el diseño arquitectónico, el diseño estructural y los acabados y métodos constructivo. Con el fin de prevenir imprevistos se enumeraron las actividades que se debía realizar, y para cada una se determinó la cantidad de material y el personal necesario para llegar a la culminación del proyecto.

Lo más importante y novedoso de esta investigación es la transferencia tecnológica, la cual consiste en la propagación de capacidades con diferente nivel de desarrollo, capacidad que con gran virtud mostraron los estudiantes del semillero y los investigadores para guiar y enseñar a la comunidad indígena del resguardo para realizar el proyecto de forma conjunta, ya que la comunidad debía ejecutar la obra, acompañada del equipo investigador (figura 9).

Después de un año de trabajo se ha logrado beneficiar a más de 350 personas, quienes gozan de un sistema de generación basado en energía solar que brinda un servicio de iluminación permanente en el centro educativo y les permite conservar los alimentos gracias al sistema de refrigeración. En este proyecto los investigadores y los estudiantes que participaron de los semilleros del grupo Ciroc del Programa de Ingeniería Civil e Ingeniería Eléctrica debían realizar previamente el diseño del cuarto de refrigeración, así como la distribución de la red eléctrica de la escuela y el lugar donde se pensaban poner el centro de cómputo, para dar cumplimiento a la parte del proyecto de acceso a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).



**Figura 9.**

Construcción de caseta para paneles solares y centro de refrigeración por parte de la comunidad indígena

## Conclusiones

Los indicadores que miden las metas de los ODS que se abordan en este documento: “terminar la pobreza en todas sus formas posibles y asegurar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”, son claramente de gran envergadura y por lo tanto es posible precisar que la contribución de proyectos como los que se han mencionado requiere ser replicada, no solo en el interior de la Universidad, que ya tiene claro que su misión es contribuir a estas metas, sino también en otras entidades académicas, sumado esto al esfuerzo de organismos de ayuda gubernamentales, como el

Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) en el caso de Colombia, y los no gubernamentales, como la Cruz Roja, entre otras ONG.

Una consideración importante es el hecho de que el tipo de proyectos que se han expuesto no se quede en informes técnicos bien fundamentados, sino lo contrario, que estas iniciativas, las cuales se han realizado con resultados muy positivos, sean sistematizadas, de tal manera que se puedan replicar en otras comunidades. Adicionalmente, es muy importante enfatizar en el correcto seguimiento que se le debe hacer a los beneficios que se obtengan y que se espera logren contribuir a los ODS.

Es de destacar que la Facultad de Ingeniería de la Universidad de La Salle mantiene una reflexión constante sobre las actividades académicas e investigativas que le permiten fortalecer su currículo y aportar soluciones técnicas y tecnológicas a las problemáticas actuales del país. Por esta razón, los proyectos mencionados en el artículo contribuyen de forma directa a mitigar los problemas de algunas comunidades y responden a varios de los temas fundamentales de los diecisiete objetivos que conforman la agenda 2030 de los ODS.

## Bibliografía

- Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (Acnur), Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (2008). *Proyectos de vivienda 2008*. Río de Janeiro: Autor.
- Andreatta, V. (2005). Favela-Bairro, un nuevo paradigma de urbanización para asentamientos informales. *Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano. Ingenieros sin fronteras*, (3), 16-21.
- Andreatta, V. (2009). Lecciones y enseñanzas para la lucha contra la pobreza. Experiencia de planeamiento y regeneración integral de barrios informales en Brasil. *II Congreso Internacional de Desarrollo Humano*. Madrid: Red Universitaria de Investigación en Cooperación.
- Asociación Ambiente y Sociedad. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: preguntas y respuestas*. Recuperado de <http://ambienteysociedad.org.co/accion2015/objetivos-de-desarrollo-sostenible-preguntas-y-respuestas/>

- Ayala, L. E., Urazán, C. F. y Velandia, E. A. (2014). *Bioasentamientos para una nueva ruralidad*. Bogotá: Ediciones Unisalle.
- Banco Mundial. (2016). *Banco Mundial; datos y cifras*. Recuperado de <http://www.bancomundial.org/temas/cities/datos.htm>
- Bueno, M., Ayala, L. E., Méndez, F. J., Nieto, F. A., Diaz, G. y Garzón, S. (2015). *Electrificación para cadenas de frío, acceso a las TIC y centro educativo para el resguardo indígena Calle Santa Rosa, Municipio de Timbiquí, departamento del Cauca*. Bogotá: Ediciones Unisalle.
- Colombia y su transición de los Objetivos del Milenio a los de Desarrollo Sostenible (2016, 28 de julio). *El Espectador*, p. 2.
- Comisión Económica para América Latina y El Caribe (Cepal, 2012). *Infografías socioeconómicas*. Recuperado de [http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB\\_CEPALSTAT/Library/CEPALSTAT/Infograficos\\_pdf/Inf\\_1\\_es.pdf](http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/Library/CEPALSTAT/Infograficos_pdf/Inf_1_es.pdf)
- Comisión Económica para América Latina y El Caribe (Cepal, 2014). *Cepalstat*. Recuperado de [http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB\\_CEPALSTAT/Portada.asp](http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/Portada.asp)
- Comisión Económica para América Latina y El Caribe (Cepal, 2015). *Infografía socioeconómica*. Recuperado de [http://www.cepal.org/sites/default/files/infographic/files/15-00878\\_odm\\_fichas\\_web\\_espanol-7.pdf](http://www.cepal.org/sites/default/files/infographic/files/15-00878_odm_fichas_web_espanol-7.pdf)
- Lamus, F. A., Urazán, C. F. y Andrade, S. (2016). *Conceptualización y validación de puentes peatonales realizados por autoconstrucción comunitaria*. Bogotá: Ediciones Unisalle.
- Organización de las Naciones Unidas. (ONU, 2015). *Objetivos del Desarrollo del Milenio, Informe de 2015*. Recuperado de [http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015\\_spanish.pdf](http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015_spanish.pdf)
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2016). *Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo*. Recuperado de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sdoverview/post-2015-development-agenda/goal-6.html>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) Colombia. (2016). *Programa de las Naciones Unidas en Colombia*. Recuperado de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/ourwork/ourstories/el-sue-no-del-agua-se-hace-realidad-para-comunidades-indigenas-de.html>

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), El Salvador. (2016). *Programa de las Naciones Unidas de El Salvador*. Recuperado de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/ourwork/ourstories/el-agua-cambia-la-vida-a-comunidades-de-el-salvador.html>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) Uganda. (2016). *Tanques de agua ayudan a hogares ugandeses en períodos de sequía*. Recuperado de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/ourwork/ourstories/des-citernes-pour-parer-au-manque-d-eau-en-ouganda.html>
- Puentes de la esperanza. (2014). *Puentes de la esperanza*. Recuperado de <http://www.puentesdelaesperanza.org>
- Singleton, D. (2003). Poverty alleviation - The role of the engineer. 4<sup>th</sup> Brunel International Lecture. Institution of Civil Engineers (ICE).
- Universidad del País Vasco. (2014). *Diccionario de acción humanitaria y cooperacional desarrollo*. Recuperado de <http://www.dicc.hegoa.ehu.es/listar/mostrar/174>
- Urazán, C. F. y Caicedo, M. A. (2015). Effect of urbanization on the coverage of public utilities in water and sanitation for Latin American and the Caribbean. En *Solución a la problemática del agua en México*. Ciudad de México: Universidad de Guanajuato.
- Urazán, C. F., Lamus, F. A. y Velandia, E. A. (2013). *El impacto de la ingeniería civil como polo de desarrollo de una región y reducción a la pobreza*. Documento procedente del I Fórum Latinoamericano de Engenharia, Foz de Iguaçu, Brasil, 11-13 de noviembre. Recuperado de [https://www.unila.edu.br/sites/default/files/files/EI%20impacto%20de%20la%20ingenier%C3%ADa%20civil%20como%20polo%20de%20desarrollo%20de%20una%20regi%C3%B3n%20y%20reducci%C3%B3n%20a%20la%20pobreza\\_%20A.pdf](https://www.unila.edu.br/sites/default/files/files/EI%20impacto%20de%20la%20ingenier%C3%ADa%20civil%20como%20polo%20de%20desarrollo%20de%20una%20regi%C3%B3n%20y%20reducci%C3%B3n%20a%20la%20pobreza_%20A.pdf)