

Mumbai, India

Plantas de biogás operadas por recicladores como solución descentralizada

El rápido crecimiento de Mumbai, su alta densidad y gran tamaño presentan desafíos significativos a su sistema de gestión de los residuos. La enorme cantidad de residuos que se genera en la ciudad hace tentadora la utilización de “soluciones” tecnológicas a gran escala. Sin embargo, el enfoque opuesto, una gestión de los residuos altamente descentralizada e impulsada por un modelo cimentado en las personas, ha demostrado tener éxito. Los residuos secos se separan para su reciclaje, mientras que los residuos orgánicos, el flujo de residuos más grande y problemático de Mumbai, se tratan cerca de su fuente a través de fosas de compostaje y biogás. Este enfoque ha reducido la necesidad de un transporte costoso y el espacio en los rellenos sanitarios, mientras que proporciona empleos verdes para los recicladores.

Mumbai, centro financiero y núcleo industrial de India, es una megaciudad dividida en 24 distritos, cada uno con su propio presupuesto y con responsabilidad autónoma en relación a la gestión de residuos sólidos. El gobierno de la ciudad, conocido como Corporación Municipal del gran Mumbai (MCGM, por sus siglas en inglés), utiliza un sistema de recolección comunal donde los residentes llevan los residuos a puntos de recolección (78%) y un sistema de recolección puerta a puerta donde un encargado recoge la basura en rutas designadas (22%). Los residuos son derivados a estaciones de transferencia o directamente a uno de los tres rellenos sanitarios locales. Para 2013, la ciudad estima un costo total de ₹2.019 crores (US\$ 375 millones) por gastos de residuos sólidos, un aumento del 40% desde el 2012. El presupuesto refleja grandes aumentos previstos para transporte, compactación y gastos en torno a los vertederos.

En la actualidad, hay tres vertederos locales que reciben los residuos de Mumbai. El más antiguo, Deonar, ha estado en funcionamiento durante más de 80 años, mucho más que el tradicional de 30 años de vida, y se prevé su cierre. Todos los vertederos de la ciudad han sido una tradicional fuente de ingresos para los recicladores, quienes recolectan envases reutilizables y artículos reciclables de los desperdicios. Sin embargo, esto está cambiando rápidamente, debido a que los vertederos se cubren diariamente con tierra u operadores privados niegan el acceso a los recicladores.

Aunque las normas de residuos sólidos municipales indias del año 2000 prevén la separación de residuos en la fuente y prohíben el vertido de residuos biodegradables, no existe reciclaje oficial ni programa de compostaje. Sin embargo, existe una próspera economía de reciclaje informal.

Un gran porcentaje de material reciclable seco, es decir, plásticos, metales y vidrio, son reciclados por las personas o alternativamente por los recicladores. Este sector del reciclaje es considerado como "informal", ya que no está regulado por los organismos gubernamentales, y no hay reglas para la fijación de precios de los materiales reciclables ni protección sanitaria ni seguridad laboral. Sin embargo, este trabajo reduce los costos de transporte de residuos, proporciona materia prima a las instalaciones de reciclaje y ayuda a proteger el medio ambiente.

Enfoque descentralizado de Residuo Cero

En algunos distritos de Mumbai, hay un creciente movimiento en favor de la formalización del sector de los recicladores y de la conducción del cada vez más importante tema de los residuos municipales a través de la implementación de principios de basura cero a la gestión de los residuos. Una organización no gubernamental, Stree Mukti Sanghatana (SMS), ha estado capacitando y

organizando mujeres recicladoras desde 1975. Debido a que un 85% de la población de recicladores corresponde a mujeres pobres de castas bajas, la SMS inició el programa “Parisar Vikas” (PV) en 1998 para capacitar este grupo como “parisar bhaginis” o “hermanas del vecindario”, a través de la enseñanza de los principios de basura cero, la manera de clasificar y manipular los descartes de las viviendas multifamiliares, las gestiones de compostaje y de plantas de biogás, la jardinería y la manera de organizarse como una cooperativa de trabajadores y de negociar contratos. La organización también ayuda con los contratos y con el mercadeo de trabajadores independientes y cooperativas.

Operaciones de la SMS

Mediante programas de la SMS, entre ellos el PV, un total de 600 mujeres trabajan en casi 150 lugares de Mumbai, desde campus institucionales a viviendas. Aunque cada sitio es diferente, casi todos los recicladores retiran, juntan y venden material reciclable seco. Además, dependiendo de la naturaleza del flujo residual y del contrato, las bhaginis ofrecen otros servicios, como la recolección de residuos secos, como el tetrapack, el compostaje, la limpieza de suelos y de edificios, la recolección de residuos secos en hospitales y la operación de plantas de biogás a pequeña escala.

Dependiendo del tamaño y operación del sitio, las recicladoras pueden cumplir varias funciones en el proceso de gestión residual, como se muestra en la figura 2. Ellas recolectan los descartes directamente de los domicilios o de los basureros comunitarios y los separan. Luego, enfardan los residuos secos, desperdicios reciclables para la venta a recicladores industriales. Los residuales y los orgánicos son recolectados y llevados por la ciudad a vertederos o por la SMS para ser procesados en instalaciones de compostaje o de biogás, que producen abono y biogás para uso doméstico o industrial

Las Bhaginis obtienen ingresos de la venta de material reciclable y en muchos sitios también reciben un pago por la recolección, la separación y el manejo de plantas de biogás y hoyos de compostaje. La mayoría gana entre ₹100 y ₹150 al día (de US\$2 a 3) por la recolección y la venta de material reciclable, aunque esto puede variar con consideración dependiendo del volumen recolectado y de los precios de venta. En algunos departamentos, se le paga al reciclador de forma directa mientras que en otros lugares se le paga a la cooperativa. En muchos lugares, las bhaginis obtienen un ingreso adicional regular por manejar plantas de biogás u hoyos para compostaje. Hay una estructura de equipo con un supervisor a la cabeza de cuatro o cinco bhaginis en el mismo sitio; adicionalmente, cada distrito tiene un supervisor. También, hay puestos como supervisores de compostaje que trabajan en la ciudad observando las operaciones de compostaje. Los supervisores ganan entre ₹5.000 y ₹6.000 al mes (entre US\$90 y US\$110); los empleados superiores pueden ganar entre ₹8.000 y ₹9.000 al mes (entre US\$145 - \$165).

Contratos

La SMS funciona como organización central que dirige el programa PV y otros servicios de los recicladores. Asimismo, ha desarrollado una organización hermana que mercadea, negocia y firma contratos en representación de personas. Además, existen diez cooperativas de recicladores que

manejan los sitios. Al comienzo, la SMS firmó contratos en su representación, pero la firma y la gestión de contratos se está transfiriendo a las mismas cooperativas.

Las cooperativas firman contratos de reciclaje con instituciones, complejos habitacionales, empresas y la municipalidad. Estas han tenido gran éxito con instituciones privadas y campus, como el Instituto Tata de Ciencias Sociales. En este instituto, una cooperativa opera una cafetería, realiza operaciones de separación y posee una instalación de biogás. La cafetería genera de 25 a 30 kilogramos de residuos orgánico limpios y separados al día. De forma complementaria a las fuentes exteriores, esto alimenta la capacidad de la planta de biogás que tiene una capacidad de 100 kg al día. El gas de la planta cubre un 25% del gas para cocinar del casino. Esta operación ha resultado tan exitosa que el instituto añadió otra planta de 500 kg a su casino más grande y está construyendo una tercera planta para su nueva hostel estudiantil de mil alumnos.

La SMS ha estado buscando nuevas oportunidades en áreas donde se está construyendo o en áreas que están siendo reurbanizadas. Se ha observado que la creación de programas de reciclaje en áreas nuevas o reurbanizadas tienen una implementación más fácil que en áreas donde los residentes y las empresas ya tiene una rutina establecida de residuos. Por ejemplo, Vasundhara, cooperativa perteneciente a la SMS, postuló para proporcionar servicios de reciclaje en una zona especial de exportación comercial. El área alberga a alrededor de 100.000 trabajadores y a 300 industrias en más de 40 hectáreas. La cooperativa ganó un contrato y ahora otorga empleo a 18 bhaginis que recolectan la producción de 1 a 1,5 toneladas diarias de reciclables secos. Por otra parte, comenzará a operar una planta de biogás en junio de 2012.

En comparación a los contratos con privados, la SMS ha tenido menos éxito con los acuerdos municipales. Hace contratos directos con la ciudad para la recolección de reciclables secos en varios sectores con camiones urbanos. No obstante, estos contratos tienden a ser menos lucrativos, ya que la municipalidad proporciona los camiones de recolección solo durante las últimas horas de la mañana, cuando ya se ha realizado la recolección en la mayoría de los sectores por trabajadores municipales.

Los contratos actuales entre el recolector (la SMS o la cooperativa) y sus clientes son cartas cortas y sencillas de acuerdos que permiten a las bhaginis entrar a los sitios para retirar los reciclables secos o gestionar una operación por una cantidad fija de dinero. Comúnmente, las cartas se firman y renuevan cada año y en ellas se detalla el número de bhaginis presentes en el lugar y el monto del pago. Las disposiciones adicionales incluyen la necesidad de un equipo seguro y protector, la necesidad de tarjetas de identificación para permitir un acceso fácil y un requerimiento de documentación que avale las horas trabajadas.

La Flexibilidad Conduce a la Estabilidad

La estrategia de la SMS en el programa PV ha sido localizar lo mejor que se pueda la separación y el procesamiento de los residuos, tanto en campus grandes como en edificios de departamentos. Esta descentralización requiere una gran confección tanto en los edificios como a nivel de colonia, y la estandarización y la ampliación de soluciones se vuelve un desafío. Sin embargo, permiten varios beneficios para la SMS. En primer lugar, al ser adaptable a los clientes se ha aumentado la demanda

por el servicio y se ha permitido el desarrollo del programa PV. En segundo lugar, las empresas de escala más pequeña pueden responder rápidamente a los cambios en el paisaje del reciclaje debido al recambio en el liderazgo político. Por ejemplo, los nuevos clientes pueden favorecer diferentes actores y adjudicar contratos de acuerdo a ello. La posesión de varios contratos y modelos han permitido la continuidad del programa PV, incluso en la eventualidad de cierre de sitios. En tercer lugar, el sector mismo de los recicladores tiene muchos cambios, a medida de que las mujeres comienzan a ganar más dinero o de que sus hijos comienzan a ganar, estas dejan el trabajo y se ocupan en otras actividades. El mantener operaciones simples y la posesión de varios sitios permiten al director del PV manejar la situación con mayor facilidad. Finalmente, este modelo le ha permitido al programa experimentar en diferentes lugares, lo que conduce a modelos como el procesamiento de residuos húmedos y la producción de biogás. El tener un modelo modular que posee grandes oportunidades, que puede proporcionar servicios para satisfacer las necesidades de los clientes, que tiene una base diversificada de operaciones y componentes simples le ha permitido al programa PV concursar a una gran cantidad de contratos, superar los cambios políticos o muchos cambios en el personal y añadir nuevas tecnologías como las plantas de biogás a pequeña escala.

El sector de la recolección es vulnerable ante la amenaza de la privatización de la recolección de descartes. En 2012, la ciudad adjudicó un contrato de 25 años de ₹3,500 crores (US\$650 millones) a una firma privada para gestionar y cerrar los rellenos sanitarios de la ciudad. Las reglas de contrato y la ley estatal de gestión residual requieren que la compañía, como mínimo, integre a los recicladores a sus operaciones, pero este requerimiento aún no se lleva a cabo.

Biogás: creación de un ciclo energético en base a los alimentos

Una innovación clave en el modelo PV es la adopción de una tecnología viable a nivel local para la creación de biogás, llamada Planta de Biogás Nisargruna. La planta se desarrolló para convertir los desperdicios orgánicos de una institución individual o un edificio de apartamento en estiércol de alta calidad (fertilizante) para luego ser vendido a hogares o a empresas locales. Además, se diseñó para asimilar casi cualquier residuo biodegradable, como residuos de la cocina, papel, estiércol de animales, biosedimentos, estiércol avícola, agroresiduos y biomasa. El diseño de esta planta es altamente escalable y puede ser utilizado para manejar 1, 2, 3, 4, 5, 10 o 25 toneladas métricas de residuos biodegradables separados. Una planta que procesa una tonelada de residuos requiere 10 Wh de electricidad al día. Generalmente, la planta produce 10% de residuos procesados en compost rico en nitrógeno.

La tecnología de la planta de biogás Nisargruna

La tecnología de la planta de biogás Nisargruna tiene tres etapas de operación. Primero, se deben separar los residuos de forma adecuada antes de ser procesados en la planta de biogás, debido a que algunos materiales pueden dañar el equipo. Incluso con una buena separación en la fuente, los recicladores realizan una segregación in-situ para apartar los contaminantes y el material orgánico inapropiado. Por consiguiente, los recicladores son una parte fundamental en el funcionamiento óptimo de la operación. En segundo lugar, debido a que los microorganismos no pueden asimilar con facilidad los residuos sólidos, estos residuos se ubican en una mezcladora con una cantidad igual de agua caliente para descomponer fibras y crear un estiércol líquido homogéneo. Este estiércol líquido entra a un tanque aeróbico para convertirse en butírico, fumárico, acético, y otros ácidos orgánicos. Finalmente, el estiércol líquido se transfiere al tanque anaeróbico para que se

convierta en metano. Los productos finales son estiércol rico en nitrógeno para ser utilizado en jardines y gas metano que puede utilizarse para calefacción o electricidad. El agua utilizada en el proceso se calienta mediante energía solar y se recicla para ser utilizada nuevamente. Cada 100 litros de agua utilizada, se reciclan 75 litros de estiércol líquido.

La operación de la planta es relativamente simple, ya que la tecnología se diseñó pensando en que la utilizaría personal no calificado. La actividad humana más importante es la separación adecuada de material, la pericia principal de las parisar bhaginis. Los operadores miden ocasionalmente el pH para asegurarse de que esté en el rango correcto para ser asimilado. La planta tiene una puerta de inspección, de manera que las bhaginis puedan retirar cualquier material problemático. En razón a su tamaño, las plantas son más adecuadas para flujos de residuos comunitarios que para hogares individuales. Existen plantas orientadas a corporaciones de la ciudad, hoteles grandes, establecimientos gubernamentales, colonias habitacionales, escuelas y universidades residenciales, hospitales, mercados agrícolas e industrias.

La SMS y sus corporativas operan ocho plantas en la ciudad. Cada planta pertenece a la institución o sociedad donde está ubicada y las bhaginis son contratadas de forma anual para operarlas. En cualquier instancia, los clientes utilizan el gas para cocinar, ya que las plantas son demasiado pequeñas para la generación rentable de electricidad.

Beneficios

El modelo PV genera valor en tres sentidos: recolección de residuos, venta de reciclables y generación de biogás o compost. Además, el municipio ahorra una considerable suma de dinero al evitar el transporte y los costos de disposición. Los ingresos provenientes del reciclaje varían significativamente con las condiciones del mercado, la localidad, etc. La recolección de residuos y el biogás se agrupan en conjunto y se compensan en la cuota de servicio. Estos contratos anuales van desde ₹100 000 - ₹200 000 (US\$ 1.800 - \$ 3.700) en función del número de bhaginis en el sitio y la extensión de las operaciones.

Los costos evitados por el municipio no se reembolsan en lo absoluto al PV. Sin embargo, estos costos evitados podrían tener un mayor impacto económico. La ciudad paga a contratistas privados alrededor de ₹600 (US \$ 11) por tonelada por el transporte de los residuos y otros ₹500 (US\$ 9) por su eliminación. De esta forma, cada planta de una tonelada / día significa un ahorro de más de US\$ 6.000 al año para la ciudad.

En una planta de biogás que gestiona cinco toneladas métricas por día de residuos húmedos, los beneficios ambientales son significativos. Sobre una base anual, la planta ahorra emisiones de gases de efecto invernadero equivalentes a 4.197 toneladas de CO₂ del reciclaje de residuos húmedos. La misma planta genera anualmente biogás equivalente a 55.000 kg de gas licuado de petróleo y 10.000 kg de compost orgánico. Además del impacto reducido en el transporte en las calles atestadas de Mumbai.

La SMS ha demostrado con éxito la viabilidad de la gestión de residuos descentralizada en una de las ciudades más grandes y más concurridas del mundo. A pesar de que este enfoque requiere más tiempo para desarrollarse en comparación con una estrategia única para toda la ciudad, su mayor flexibilidad y personalización es importante para su éxito. Las cooperativas de recicladores son fundamentales para la gestión de la separación en la fuente y el biogás a pequeña escala y los hoyos para compost han generado empleos mejor remunerados para mujeres recicladoras a medida de se reduce significativamente la carga en el municipio.

Fuentes:

Sitio web de la Corporación Municipal del gran Mumbai. 2012.

<http://www.mcgm.gov.in/irj/portal/anonymous?NavigationTarget=navurl://35c3d6226ea0411f54de929d60eabd06>.

Estimaciones 2012-2013 del presupuesto de la Corporación Municipal del gran Mumbai.

[http://www.mcgm.gov.in/irj/go/km/docs/documents/MCGM%20Department%20List/Chief%20Accountant%20\(Finance\)/Budget/Complete%20English%20Speech%202012-13.pdf](http://www.mcgm.gov.in/irj/go/km/docs/documents/MCGM%20Department%20List/Chief%20Accountant%20(Finance)/Budget/Complete%20English%20Speech%202012-13.pdf).

Entrevista con Jyoti Mhapsekhar, Presidente de Stree Mukti Sanghatana. 5 de mayo de 2012.

E-mail de Jyoti Mhapsekhar, Presidente de Stree Mukti Sanghatana. 9 de mayo de 2012.

kale, Sharad P. "BARC – Nisargruna Biogas Plant", Bhabha Atomic research Centre. 2011.

"Nisargruna, Nature's Loan." Bhabha Atomic research Centre.

Sitio web de la SMS: <http://www.streemukthisanghatana.org>.

Anna kunti Pratiwi, Hendra Agus, Shamsul Bahar, Shajian, ridzuan Ismail, kevin Yee Seh kian.

"Sustainable Management of Organic Wet Waste in Developing Cities." Colab@MIT Project. 2010.

Farrow, Lauren. "Mumbai's ragpickers Clean up City's Act." Audio program. 19 de june de 2010:

<http://laurenfarrow.wordpress.com/tag/parisar-vikas/>.

Bhada, Perinaz and Nickolas J. Themelis. "Potential for the First WTE Facility in Mumbai (Bombay) India."

16th Annual North American Waste-to-Energy Conference. May 19-21 2008.

Wolfe, Jeanne M. and Darshini Mahadevia, ed. Solid Waste Management in Indian Cities, Status and Emerging Practices. Concept Publishing, New Delhi. 2008.

Darshini Mahadevia, Bela Pharate, and Amit Mistry. "New Practices of Waste Management – Case of

Mumbai." School of Planning, CEPT University. 2005. "Budget steps on gas, kolkata fastens subsidy belt."

Times of India. 17 de marzo de 2012.

Notas:

1 Un crore equivale a 10 millones

2 Asumiendo 300 días de operaciones al año