



Asesor del World
Friends NIPA de
Corea en el Ministerio
de Salud de Costa Rica
(ryangil.choi@misalud.
go.cr)

Experiencia técnica de coincineración en Corea del Sur

..... || **Ryangil Choi**



Estamos promoviendo una política para crear una sociedad de circulación de recursos en diferentes países de todo el mundo, cambiando la estructura social una vez consumida la energía y los recursos recolectados de la naturaleza. La sociedad de circulación de recursos es una sociedad que minimiza el vertido a los rellenos sanitarios de residuos sin tratar y maximiza el reciclaje, permitiendo así que los recursos naturales y la energía circulen dentro del sistema económico productivo durante un largo tiempo. Todas las estructuras sociales ayudan a la transformación de los recursos en un ciclo virtuoso.

El vertido de productos biodegradables como desechos está fuertemente regulado en Europa, donde el vertido de desperdicios sin tratar es prácticamente cero. Diversos sistemas y políticas tratan de recuperar los recursos energéticos y en el tratamiento de los residuos (Ministry of Environment Korea [MOE], 2016). En este sentido, Alemania ha prohibido directamente el vertido de residuos municipales desde el 2005, logrando que la tasa de residuos enviada al vertedero municipal sea solamente de 0,4% en el 2010



Volver al índice



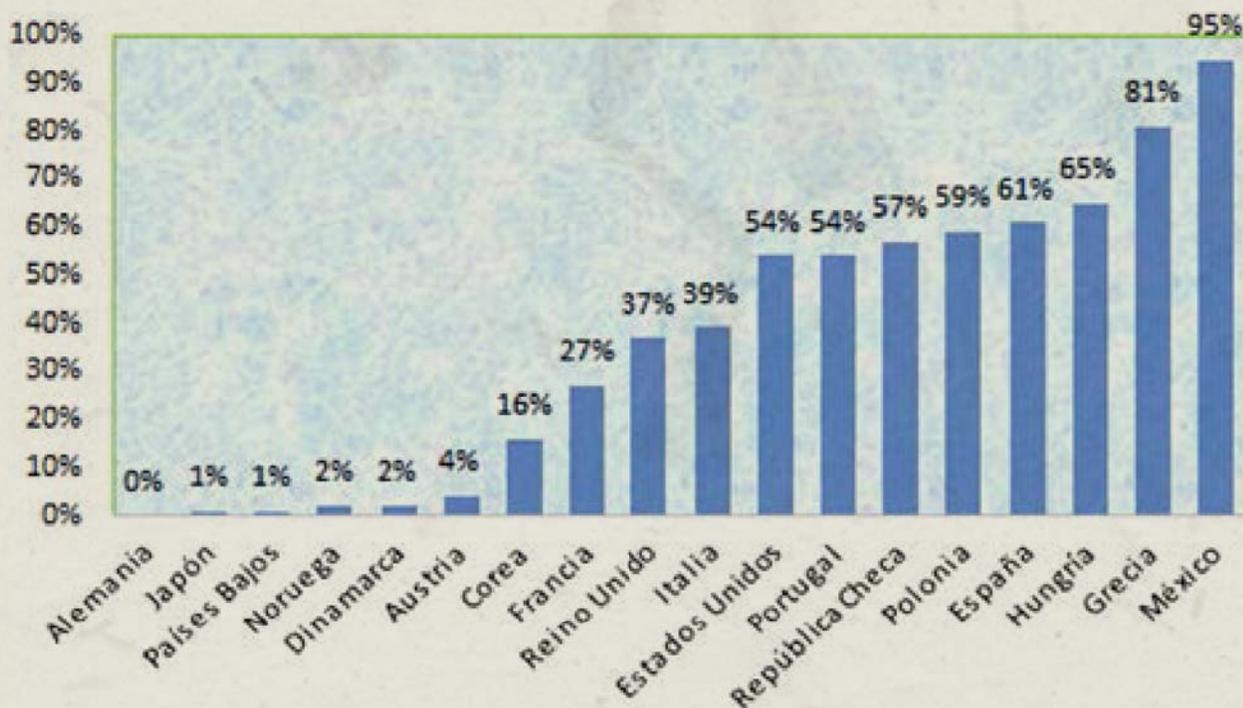


Figura 1. Porcentaje de residuos en vertederos municipales en los países de la OECD en el año 2012 (OECD, 2016)

(MOE, 2015). En la **figura 1** se muestra la tasa de residuos en vertederos municipales varios países según la Organización Económica para la Cooperación y el Desarrollo (OECD, 2016).

La mejor manera de gestionar los residuos es minimizar su generación. La segunda mejor manera es que pensemos en los residuos como recursos recuperables mediante el reuso, el reciclaje, el compostaje, la formación de combustibles a partir de residuos sólidos (*Solid Refuse Fuel*, o SRF en inglés), la producción de energía térmica por incineración, todas estas son maneras más efectivas que simplemente enviarlas al relleno sanitario.

La primera ventaja de la incineración comparada con el relleno sanitario es que se requiere menor área o superficie de tierra, ocasionando menor impacto a la naturaleza. Con la incineración es posible reducir el volumen de residuos entre un 90-95% (Yang, Kang, Yang, Yoon y Yeo, 2013).

En segundo lugar, se puede recuperar una cantidad significativa de energía y utilizarla como energía eléctrica o calor. La tercera es que los compuestos orgánicos nocivos y otras sustancias tóxicas así como microorganismos patógenos, son destruidos por las altas temperaturas que pueden también evitar los malos olores de los rellenos sanitarios.



Como primera desventaja de los incineradores, es que los costos de instalación son altos. El costo varía mucho dependiendo del tipo de incinerador y de las instalaciones adicionales. Cuanto mayor sea la instalación, menor será el costo por tonelada por día. De acuerdo con un informe de investigación del 2006, en Corea los costos de un incinerador incluyen su instalación, la compensación de la tierra y la compensación a los residentes, muestran una gran variación. El costo de instalación del incinerador *stoker* depende de su tipo, y el valor varía entre US\$ 100 mil y 300 mil por tonelada de residuos de capacidad por día. En una curva de distribución de valores por tonelada de residuos tratados, el área en la curva con el mayor número de frecuencias de distribución indica US\$ 250 mil por tonelada por día (Korea Institute for Industrial Research [KIIR], 2007; Yoon, 2011). Los costos de operación también varían mucho dependiendo del tipo de incinerador, del año en que fue construido, de la tasa de operación y de los problemas operacionales. Según estadísticas de MOE Korea del 2012, el costo de la incineración por tonelada varía desde US\$ 10 a 100. Generalmente es alrededor de US\$ 60 por tonelada pero cuanto mayor sea la capacidad, menor será el costo de operación (MOE, 2014).

La segunda desventaja es que las instalaciones modernas de incineración utilizan sofisticada tecnología integrada, y estas deben ser operadas por profesionales altamente entrenados y

familiarizados con este tipo de operaciones; de lo contrario, los días de operación por año podrían reducirse, lo que resultaría en mayores costos operativos y muchos otros problemas.

Los problemas tales como el mal olor, las dioxinas, los contaminantes peligrosos del aire que excedan los estándares permitidos, el tratamiento de los materiales nocivos de las cenizas no son problemáticos con las tecnologías actuales. Según Sung (2003) estos nuevos incineradores ya no son instalaciones repugnantes que nadie quiere tener en el patio trasero (*Not In My Back Yard*, NIMBY en inglés), sino una instalación preferida o “por favor en mi patio delantero” (*Please In My Front Yard*, PIMFY en inglés).

La instalación del incinerador es una cuestión que debe ser considerada desde el punto de vista del uso de la tierra y la recuperación de recursos, o desde un punto de vista económico. Debido al alto costo de instalación y operación, los residentes, las instituciones o gobiernos locales, y las partes privadas interesadas tendrán que revisar un proyecto de esta naturaleza con detalle.

La estructura general y los requerimientos de una planta de incineración son extraídos de la Guía de instalación y operación de incineración de residuos municipales expedido por el Ministerio de Medio Ambiente de Corea en el 2012 y se muestran en la **figura 2** (MOE, 2012).

Las divisiones o secciones más grandes de la planta de incineración son: recepción y alimentación (**Figura 3**),



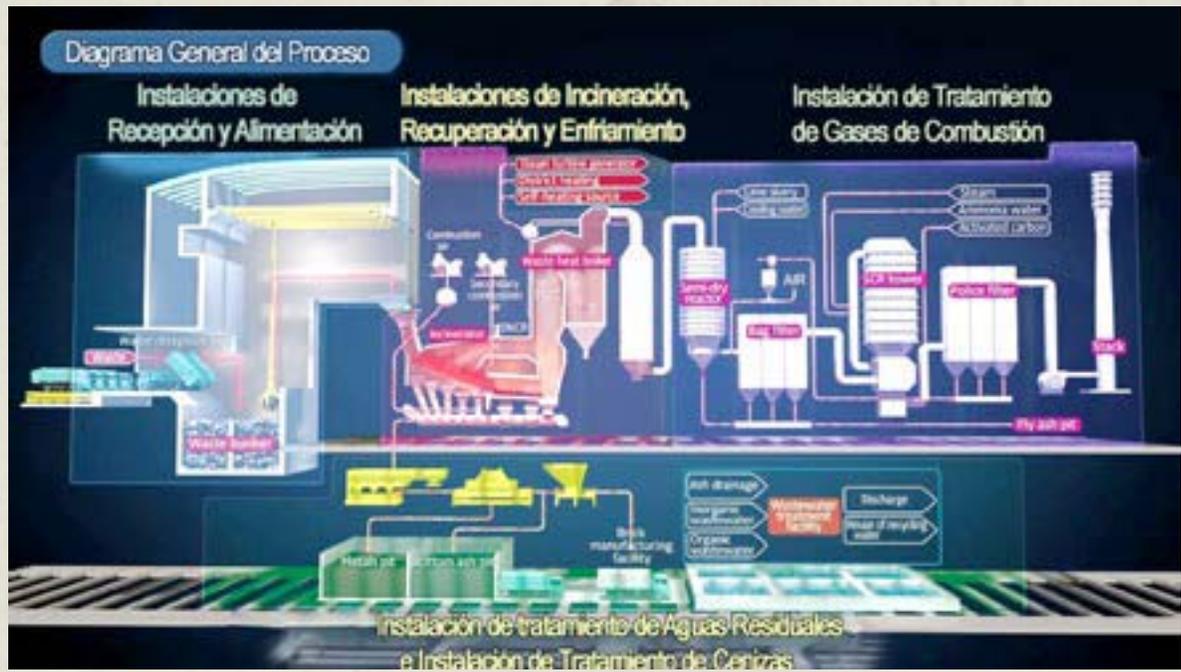


Figura 2. Diagrama general del proceso (Planta de recuperación de recursos MAPO de 750 tons/día, construida en 2005, Corea)



Figura 3. Instalaciones de recepción y alimentación de los residuos



incineración, recuperación y sistema de enfriamiento, y la sección de tratamiento de los gases de combustión. Las secciones auxiliares incluyen el tratamiento de aguas residuales, el tratamiento de cenizas, el control central, la desodorización, el suministro de calor externo, la oficina, el almacén, facilidades para atender visitantes, así como para el residente de apoyo, para el lavado de coches y aparcamiento, y área de zonas verdes y recreación.

La capacidad del hoyo de almacenamiento de residuos debe ajustarse a una capacidad (por peso) de al menos 5 veces el rendimiento máximo por día (3 días para 500 toneladas o más) en principio. Es importante minimizar la profundidad tanto como sea posible, de modo que pueda lograrse un trabajo eficiente de la grúa. También se requiere establecer medidas apropiadas para el drenaje y el olor; y debe de haber un sistema de prevención de incendios en caso de ignición espontánea en el foso de almacenamiento.

Las grúas para los residuos deben ser diseñadas con la capacidad y estructura tal que los residuos puedan insertarse rápidamente en el incinerador según las condiciones de funcionamiento. En caso de fallo de la grúa, la de reserva debe habilitarse rápidamente para el funcionamiento normal.

Según se muestra en la **figura 4**, las instalaciones para combustión incluyen el incinerador, unidades de abastecimiento de aire de combustión, unidades de alimentación, y las unidades de enfriamiento. El dispositivo de combustión es el más

importante del incinerador, y en Corea, aproximadamente el 85% de los 182 incineradores son de tipo *stoker*. Otros tipos incluyen el de lecho fluidizado, con un horno tipo rotativo, uno tipo pirólisis, uno tipo pirólisis plasma. Los tipo pirólisis ya han sido sometidos a un uso práctico, pero diversos problemas se han producido por lo cual aún no se han establecido en Corea.

El *stoker* rotatorio en el incinerador tipo *stoker* es el principal dispositivo para el transporte de residuos y el suministro de aire para quemar los residuos. Este *stoker* se mueve para transportar y mezclar los residuos, y una vez en la parrilla, estos son sometidos a secado, quema y post-combustión.

La pared lateral de la principal sección de combustión debe ser diseñada de tal manera que las cenizas no se fundan y se adhieran a la pared refractaria contrafuego. Un dispositivo de entrada de aire de enfriamiento o una pared de enfriamiento de agua se puede instalar para ayudar a la pared refractaria.

Un dispositivo auxiliar de combustión es también necesario cuando se da el secado refractario y para elevar y controlar la temperatura del incinerador a 850 °C o superior, considerando las diferentes niveles calóricos de los residuos. Para la combustión secundaria se usa aire para quemar los materiales combustibles que no han sido totalmente quemados en la rejilla. El aire secundario se inyecta a alta velocidad a través de una boquilla de chorro. Dependiendo de la forma de la cámara de combustión, el dispositivo



de aire secundario debería ser diseñado para maximizar el contacto con los gases de la combustión. Si la caldera se instala como un sistema de enfriamiento, la temperatura del gas a la salida de la caldera debe ser capaz de enfriar la temperatura de entrada (por debajo de 200 °C) para el tratamiento de los gases de emisión (**Figura 5**). A fin de maximizar el uso del calor de la incineración, debe ser considerada la instalación de evaporadores, super-calentadores, u otros dispositivos para tal efecto. En el caso de la generación de energía eléctrica por turbinas de vapor, es importante producir vapor de alta presión para mejorar la eficiencia.

En una planta de incineración de residuos que no está equipada con una caldera residual, la temperatura del gas

caliente debe ser rápidamente bajada a 200 °C o menos por inyección de agua. Este enfriamiento rápido evita la formación de dioxinas por regeneración y protege los equipos de remoción de gases nocivos de altas temperaturas. Cuando los gases de combustión se enfrían por medio del método de inyección de agua, el agua inyectada debe ser evaporada tanto como sea posible.

Las instalaciones para el tratamiento de la incineración de los gases de escape deben ser cuidadosamente diseñadas para cumplir con los niveles de tolerancia permitidos. Los gases de escape de los incineradores contienen dióxido de carbono, vapor de agua, nitrógeno, oxígeno, cloruro de hidrógeno, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y las dioxinas. Así, los sistemas

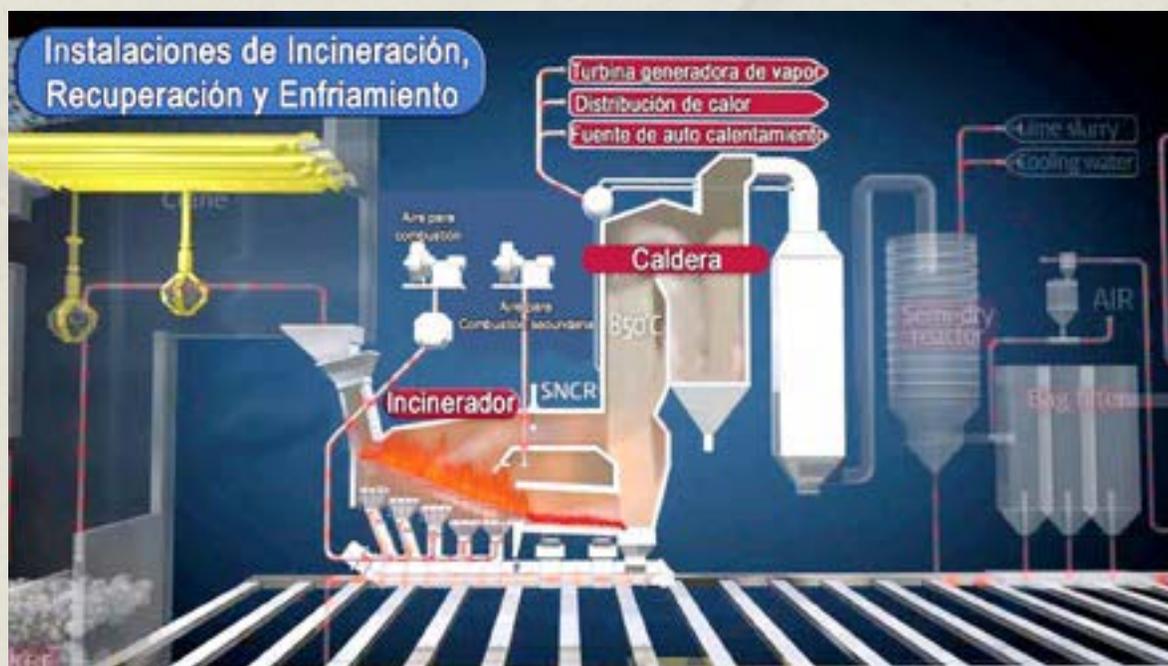


Figura 4. Instalaciones de incineración, recuperación y enfriamiento



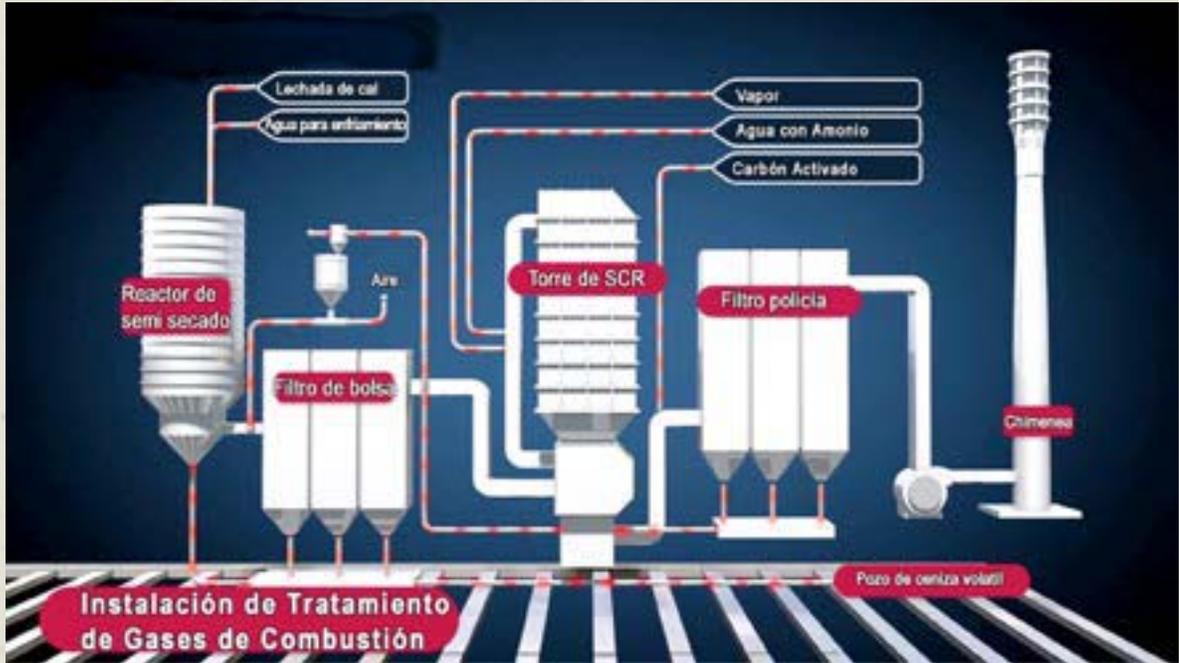


Figura 5. Instalación para el tratamiento de gases de combustión

de remoción de gases pueden agruparse en remoción de polvo, de gas ácido, de óxido de nitrógeno y de dioxinas, los cuales son perjudiciales. El colector de polvo se utiliza para removerlo a través de filtros o de un sistema electrostático. Los métodos para remover ácido clorhídrico y óxidos de azufre incluyen métodos húmedos (torre llena, torre de rocío, torre depuradora Venturi, etc.), método semi-seco (tipo reactor semi-seco), método en seco (en horno spray, chimenea spray). La remoción de emisiones de óxido de nitrógeno es una reducción catalítica selectiva (*selective catalytic reduction*, SCR en inglés) y otra es la reducción selectiva no-catalítica (*selective non-catalytic reduction*, SNCR en inglés). Las dioxinas son eliminadas mediante una combinación adecuada de

estos dispositivos. Además, se debe considerar la corrosión, la obstrucción, el intercambio de calor, el mantenimiento y el tratamiento de aguas residuales.

El objetivo inicial de las instalaciones de incineración de residuos municipales en Corea fue resolver las dificultades de conseguir terrenos para rellenos sanitarios debido al incremento continuo de los residuos municipales. Hubo mucha oposición debido al pensamiento negativo en relación con problemas de gases con mal olor y dioxinas. Sin embargo, se resolvió mediante alta tecnología y el apoyo de los residentes.

Así, en algunos lugares el NIMBY ha sido reemplazado por un PIMFY por la construcción para los residentes de instalaciones tales como piscinas temperadas



utilizando el calor residual de la planta. Un restaurante giratorio en la parte superior de la chimenea de un incinerador de 200 ton/día es un lugar favorito para los residentes. También, y por primera vez en el mundo, una planta de incineración de 50 ton/día fue instalada en el sótano de un edificio (**Figura 6**), y es continuamente visitada por muchas personas de todo el mundo para observar su belleza y limpieza, y además, es completamente libre de mal olor.



Figura 6. Vista frente a chimenea de 105 metros de altura en un incinerador con capacidad de 50 toneladas por día, construida bajo el suelo en el 2015

Referencias

- Korea Institute for Industrial Research [KIIR]. (2007). *Survey Research for the Cost of Installation and Management of Municipal Incinerator*. pp. 3-4.
- Ministry of Environment Korea [MOE]. (2012). Reference Manual for Guideline of Construction and Management of Municipal Waste Incinerator, pp. 1-660.
- Ministry of Environment Korea [MOE]. (2014). *2012 Management of Resource Recovery Facility for Municipal Waste* (Excel file).
- Ministry of Environment Korea [MOE]. (2015). Transition to a Resource Circulation Society; Choice for future generations. *Environmental Policy Brief* 05, p. 22.
- Ministry of Environment Korea [MOE]. (2016). *2016 White Paper of Environment*. Korea. p. 415.
- Organization for Economic Co-Operation and Development [OECD]. (2016). Municipal Waste, Generation and Treatment. Disponible en: http://stats.oecd.org/index.aspx?r=465466&errorCode=403&lastaction=login_submit
- Sung, K. (20003, agosto 14). PIMFY, Problem Solver of Aversion Facility. *Weekly Dong-A* 397, pp. 36-38. Aversion Facility. *Weekly Dong-A*. Disponible en: <http://weekly.donga.com/List/3/all/11/71775/1>
- Yang, M., Kang, T., Yang, S., Yoon, K., y Yeo, D. (2013), *Waste Incineration Technology*, p. 34.
- Yoon, S. (2011). Study on the Unit Cost Estimation of Municipal Solid Waste Incineration Plant Installation. *Research of Industrial Science and Technology*, Vol. 18, pp. 56-66.

