

OPS/CEPIS/95
Original: español

I TALLER RELLENO SANITARIO MANUAL

Lima, Perú, 27 de noviembre al 2 de diciembre de 1995

PROGRAMA DE CÓMPUTO PARA MANEJO DE RESIDUOS

C O S E P R E
(Costo Según Servicio Prestado)



Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
Programa de Salud y Ambiente
Organización Panamericana de la Salud
Oficina Sanitaria Panamericana - Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud

Lima

1995

PROGRAMA

COSEPRE

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas que enfrenta la sociedad moderna es el manejo de los residuos domésticos, industriales y comerciales, cuya producción se acrecienta día a día. Este problema es más crítico aun en ciudades de los países en vías de desarrollo debido a la falta de recursos económicos para desarrollar investigaciones que conduzcan a soluciones acordes con la realidad local. Como consecuencia, los proyectistas encargados de diseñar sistemas de limpieza pública recurren a modelos de otros países que presentan situaciones disímiles a la realidad de cada localidad. Esto origina deficiencias en el servicio de limpieza pública, ya que muchas veces los escasos recursos económicos se distribuyen inadecuadamente, sin control ni conocimiento cabal de los recursos que se manejan.

Para superar estas deficiencias es indispensable, en primer lugar, conocer los costos de cada uno de los servicios que presta la entidad encargada del sistema de limpieza pública, y saber hacia dónde se derivan los costos a fin de definir una política correctiva para reducirlos sin desmejorar la atención del servicio.

Se necesita, entonces, una herramienta que permita establecer de manera fácil y rápida los costos respectivos. Con este propósito se ha desarrollado el programa "COSEPRE" (Costos según Servicio Prestado), el cual determina los costos anuales de cada servicio y sus costos unitarios, tomando como base determinada información que el usuario debe ingresar. El programa analiza los siguientes servicios:

- Barrido manual y mecánico
- Recolección
- Transferencia y transporte
- Disposición final.

Además de determinar los costos de cada uno de los servicios, el programa examina la necesidad de implementar una estación de transferencia tomando como base un análisis de costos unitarios. Asimismo, presenta un flujo de caja para la instalación de un relleno sanitario que ofrece al usuario la posibilidad de estimar la vida útil del mismo, entre otros datos.

Para que el usuario tenga la posibilidad de agregar o variar la información contenida en las ayudas y en los menús de selección de personal, equipo, herramienta, e instalaciones, el programa incluye un editor para efectuar las modificaciones necesarias de acuerdo a la realidad de cada localidad. Por ejemplo, puede darse el caso de que en determinada localidad el personal que interviene en el sistema de limpieza pública o la maquinaria empleada reciban una denominación diferente a la del menú del programa, en este caso, el usuario usará el editor para modificar el listado del menú respectivo.

Desde luego, esta primera versión del programa es un trabajo que debe ser continuado y mejorado con la información que los usuarios proporcionen al CEPIS. Alentamos la crítica y acogemos con interés las sugerencias y aportes que mejoren el "COSEPRE".

PROGRAMA COSEPRE

1. PRESENTACIÓN

Este programa brinda a las entidades encargadas de los servicios de limpieza una herramienta para controlar los costos de los servicios que prestan. Con la introducción de datos sobre remuneración de personal, costos de equipos, herramientas e infraestructura, el programa es capaz de determinar los costos globales anuales y los costos unitarios de cada servicio; analizar la necesidad de instalar una estación de transferencia; y presentar un flujo de caja para la implementación de un relleno sanitario; entre otros. Esta información respaldará el proceso de toma de decisiones al formular planes y programas.

Para la ejecución del programa se requiere la siguiente información del servicio de barrido y limpieza; recolección; transferencia y transporte; y disposición final de residuos sólidos urbanos:

Costos de capital. Inversiones necesarias en maquinarias y equipos para cada tipo de trabajo. También incluye los costos de obras civiles para la administración directa del servicio.

Costos de operación y mantenimiento. Gastos en que se incurre al operar o utilizar determinado equipo o instalación. Para el caso específico de equipos, los costos comprenden el consumo de combustible, lubricantes, neumáticos y gastos de mantenimiento.

Costos de personal. Sueldos y beneficios sociales que reciben los trabajadores u otro personal que labora directamente en el servicio prestado.

Costos administrativos y financieros. Costos de aquellos factores requeridos para una eficiente administración de los sistemas de barrido y limpieza, recolección, transferencia y transporte, y disposición final. Comprende equipos, instalaciones, edificios, y el personal necesario para la supervisión y administración del sistema.

Con estos datos, el programa analiza cada servicio en forma independiente y graba los resultados en archivos diferentes. Estos resultados se presentan en cuadros, anualmente y en forma unitaria, de tal manera que el usuario pueda analizar sus costos en forma inmediata y, si lo desea, compararlos con los costos de otros países que se incluyen en las ayudas respectivas.

El programa también ofrece la opción de estimar la generación de basura a través del tiempo y el volumen que ocupará en el relleno sanitario, además de un análisis del flujo de caja para el mismo relleno sanitario durante un período determinado por el usuario, ingresando datos tales como generación per cápita de basura, población, densidad de la basura compactada, entre otros.

Para la implementación de una planta de transferencia, el programa analiza la justificación de su instalación mediante un análisis de costos unitarios tanto de los servicios de recolección como de transferencia y transporte.

El análisis de costos se efectúa para cada tipo de unidad (volquete, compactadora, semi tráiler, etc.) en los servicios respectivos, de forma que se pueda establecer una comparación entre los costos de una unidad del servicio de recolección y una unidad del servicio de transferencia. El resultado de este análisis se presenta en la gráfica del tiempo de transporte en contraste con el peso expresado en toneladas. En esta gráfica se observa además un cruce entre las curvas de costos que determina un punto de equilibrio. Este punto es fundamental ya que determina el tiempo crítico (o la distancia crítica, si el usuario efectúa la conversión respectiva) para realizar el transporte directo con las unidades de recolección. Pasado este tiempo o distancia crítica, es conveniente instalar una estación de transferencia (el tiempo representa el recorrido de ida y vuelta de la unidad al lugar de disposición final).

En la práctica, decidir la conveniencia de instalar una estación de transferencia requiere un cuidadoso estudio. El resultado del programa ofrece una herramienta de análisis que permite al usuario conocer algunos parámetros de sus costos, los que pueden influir en la toma de decisiones.

2. INGRESO DE DATOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA

2.1 Información general

Para iniciar el programa es necesario seleccionar el tipo de moneda y la unidad de medida con la que se va a trabajar.

Adicionalmente, el programa proporciona un editor que permite modificar los archivos tipo texto que se encuentran dentro del programa. Los archivos tipo texto son aquellos que se usan para seleccionar:

- Tipo de cargos
- Tipo de equipos
- Tipo de instalaciones.

Estos archivos se usan en la opción de Ingresos y se detallan en el cuadro siguiente:

Archivos

OPCIÓN DEL MENÚ	ARCHIVO		
	TIPO CARGO	TIPO EQUIPO	TIPO INSTALAC.
Barrido manual	CARGO1.TXT	EQUIPO1.TXT	INSTALA1.TXT
Barrido mecánico	CARGO2.TXT	EQUIPO2.TXT	INSTALA2.TXT
Recolección	CARGO3.TXT	EQUIPO3.TXT	INSTALA3.TXT
Transferencia y transporte	CARGO4.TXT	EQUIPO4.TXT	INSTALA4.TXT
Disposición final	CARGO5.TXT	EQUIPO5.TXT	INSTALA5.TXT
Adm. y finanzas	CARGO6.TXT	EQUIPO6.TXT	INSTALA6.TXT

2.2 Datos generales

Una vez definidas las opciones anteriores es necesario ingresar los datos generales que se solicitan para luego escoger el tipo de servicio que se desea analizar. Estos datos se refieren:

- a) **FECHA**
- b) **INTERÉS ANUAL BANCARIO (%)**
- c) **TIPO DE CAMBIO**
- d) **PRIMA DE SEGUROS (% ANUAL PARA EQUIPOS)**
- e) **UNIFORME E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD**
- f) **COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES**

Cada uno de los servicios a analizar puede grabarse en forma independiente. Si una entidad tiene un solo servicio que ofrecer, el programa no necesita procesar la información de los demás servicios.

En cada servicio a analizar se solicitan datos de personal, equipo, herramienta e instalaciones involucradas directamente con el servicio.

A continuación se detallan los datos que se deben ingresar en cada servicio. Como ejemplo se presenta el Servicio de Barrido y Limpieza .

2.3 Servicio de barrido y limpieza

La limpieza de vías y áreas públicas refleja la situación de la salud de las ciudades. Ella proporciona no sólo un ambiente más sano sino también una atmósfera más agradable.

Para el análisis del servicio de barrido y limpieza, el programa presenta la opción de seleccionar el tipo de barrido, ya sea manual o mecánico, pudiendo analizar ambas opciones de acuerdo a los requerimientos del usuario.

2.3.1 Barrido manual

Aunque el barrido manual tiene algunas desventajas tales como rendimientos menores (comparado con el barrido mecánico) y frecuentes accidentes de trabajo, continuará siendo el principal sistema utilizado pues representa un beneficio social al emplear mano de obra poco calificada y porque accede a áreas de tránsito dificultoso para unidades de gran tamaño. Los datos para determinar los costos de este servicio son:

- a) **LONGITUD TOTAL PROMEDIO DE BARRIDO (km/día)**
- b) **NUMERO DE DÍAS LABORADOS EN LA SEMANA**

2.3.2 Barrido mecánico

Para la utilización de este servicio es indispensable tener en cuenta aspectos tales como: tamaño de la población, área, ancho de vías, pavimentación, pendientes, entre otros. Es necesario considerar que el servicio de barrido mecánico requiere mano de obra calificada y un servicio adecuado de mantenimiento. Los datos específicos para llevar a cabo el análisis son:

- a) **LONGITUD TOTAL PROMEDIO DE BARRIDO POR DÍA (km/día)**
- b) **NUMERO DE DÍAS LABORADOS EN LA SEMANA**
- c) **NUMERO DE TURNOS DE TRABAJO POR DÍA**

2.4 Costos administrativos y financieros

En este ítem se incluyen los costos de aquellos factores que intervienen en la administración de los servicios de barrido y limpieza, recolección, transferencia y transporte, y disposición final.

Considera aspectos tales como equipos, instalaciones, edificios, y el personal necesario para la supervisión y administración de cada uno de los servicios del sistema.

El programa prorrotea los costos administrativos y financieros totales entre cada uno de los servicios que presta la empresa de aseo, con el objetivo de establecer los costos totales y unitarios de cada servicio. El prorrateo global se efectúa en forma proporcional a los costos directos anuales de cada servicio (incluidos costos de personal, operación y mantenimiento y de capital).

2.5 Información sobre el personal, equipo e instalaciones para todos los servicios

2.5.1 Total de personal involucrado en el servicio

En esta opción se deben incluir, para cada puesto de trabajo, los datos que a continuación se detallan:

- a) **CARGO**
- b) **CANTIDAD DE PERSONAL**
- c) **SALARIO**
- d) **PRESTACIONES (% DEL SALARIO)**
- e) **SUBSIDIO POR ALIMENTACIÓN**
- f) **NÚMERO DE GRATIFICACIONES AL AÑO**
- g) **MONTO DE LA GRATIFICACIÓN (%)**
- h) **OTROS**

2.5.2 Total de equipo y herramientas involucrados en este servicio

Relación de todos los equipos y herramientas que se utilizan para brindar el servicio. Por ejemplo:

Barrido manual: escoba, recogedor, carro de mano, etc.

Barrido mecánico: barredoras mecánicas.

Recolección: volquete, compactadora, camión baranda, cargador frontal, etc.

Transferencia y transporte: semi tráiler, volquete, etc.

Disposición final: cargador frontal, volquete, tractor, motoniveladora, rodillo compactador, etc.

Administración: automóvil, camioneta, ómnibus, camión grúa, cisterna, etc.

En esta opción se especifican las siguientes características de cada equipo o herramienta:

- a) **TIPO**
- b) **CANTIDAD**
- c) **COSTO DE ADQUISICIÓN**
- d) **VIDA ÚTIL (AÑOS)**
- e) **PROMEDIO DE HORAS DE TRABAJO POR TURNO**
- f) **CAPACIDAD (t)**
- g) **CONSUMO DE COMBUSTIBLE (gal/h o km/gal)**
- h) **TIPO DE COMBUSTIBLE**
- i) **CONSUMO DE LUBRICANTE (gal/h o km/gal)**
- j) **NEUMÁTICOS: CANTIDAD, COSTO Y VIDA ÚTIL**
- k) **BATERÍA: CANTIDAD, COSTO Y VIDA ÚTIL**
- l) **MANTENIMIENTO**

2.5.3 Instalaciones

Se refiere a las obras civiles de infraestructura requeridas para el funcionamiento de cada servicio del sistema de limpieza. Por ejemplo:

Transferencia y transporte:	oficinas administrativas, sistema de embudo, balanza y caseta, vías de acceso, terreno, sistema de drenaje, iluminación, etc.
Disposición final:	terreno, vías de acceso, oficinas administrativas, balanza y caseta, sistema de tratamiento, etc.
Administración:	edificio administrativo (incluye almacén, taller mecánico y otros), grifo, grupo electrógeno, caseta de bombeo de agua potable, etc.

La información requerida en esta opción es:

- a) **TIPO**
- b) **COSTO DE INVERSIÓN**
- c) **VIDA ÚTIL**
- d) **PRIMA DE SEGURO (%)**

3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS - COSTOS ANUALES Y UNITARIOS

3.1 Costos anuales por servicio

Presenta una descripción de los costos anuales de cada servicio (barrido manual o mecánico, recolección, transferencia y transporte, y disposición final). Por cada servicio se presenta un cuadro de resultados donde se observan los costos desgregados tanto de personal (salario, prestaciones, subsidios, entre otros); operación y mantenimiento (combustible, lubricante, neumáticos); capital (inversión, seguro y depreciación), así como administrativos y financieros.

En estos cuadros de costos anuales es posible identificar a dónde se están derivando mayormente los recursos, dato fundamental para corregir deficiencias en el uso de los mismos. Ofrece también al usuario la posibilidad de establecer un análisis comparativo de costos.

3.2 Costo anual global

Presenta un cuadro resumen de los costos anuales del sistema de limpieza pública. El cuadro muestra los costos totales de personal, operación y mantenimiento, capital, y administrativos y financieros para cada uno de los servicios que brinda la entidad.

En este cuadro es posible observar qué servicio está consumiendo más recursos, de manera que el usuario tenga la posibilidad de replantear el destino de los mismos. Es útil también como una herramienta de análisis para la elaboración de planes o programas específicos.

3.3 Costos unitarios

Presenta los costos unitarios para cada uno de los servicios de limpieza pública, los cuales se obtienen dividiendo el costo total anual de un servicio entre una unidad medible del servicio. Por ejemplo, en el caso del servicio de barrido, será el costo total anual entre el número de kilómetros barridos en un año; en el caso del servicio de recolección, el costo unitario se obtiene dividiendo el costo total anual entre la cantidad de residuos recolectados en ese año.

Estos datos pueden servir para generar la tarifa respectiva de cada servicio, aumentando un porcentaje de utilidad, el cual dependerá del tipo de empresa que brinda el servicio y de la política de esa entidad. También sirven como patrón de comparación y comportamiento entre los servicios que brindan otras entidades, o con la suya propia (en este caso el análisis de comparación es con respecto al tiempo).

4. ANÁLISIS DE PREDICCIÓN DE BASURAS Y FLUJO DE CAJA PARA UN RELLENO SANITARIO

4.1 Ingreso de datos

En esta opción se requiere ingresar una serie de datos que servirán para conocer la generación estimada de basura a través del tiempo y el volumen que ocupará en el relleno sanitario. Además, el programa presenta un análisis del flujo de caja para el mismo relleno sanitario durante un período determinado por el usuario. Los datos que se deben ingresar son:

- a) AÑO DE INICIO
- b) NÚMERO DE AÑOS DE PREDICCIÓN
- c) NÚMERO DE HABITANTES
- d) ÍNDICE DE CRECIMIENTO ANUAL DE POBLACIÓN
- e) GENERACIÓN PROMEDIO DE BASURA (kg/hab/día)
- f) ÍNDICE DE CRECIMIENTO ANUAL DE LA GENERACIÓN (%)
- g) COBERTURA PROMEDIO (%)
- h) ÍNDICE DE CRECIMIENTO ANUAL DE LA COBERTURA (%)
- i) DENSIDAD DE LA BASURA EN EL RELLENO (t/m³)
- j) INTERÉS PROMEDIO ANUAL (%)
- k) PERSONAS POR FAMILIA
- l) COSTO DEL SERVICIO POR FAMILIA Y POR MES (TARIFA)
- m) INVERSIÓN TOTAL
- n) INVERSIÓN INICIAL EN MAQUINARIA

o) COSTO UNITARIO DEL SERVICIO (SIN CAPITAL) POR TONELADA

4.2 Resultado del análisis de predicción de basuras

En esta opción se presenta un cuadro en el que se estima la cantidad y el volumen de residuos que serán dispuestos con respecto al tiempo, tomando como base datos de población, generación per cápita, cobertura del servicio y densidad de los residuos en el relleno sanitario. Esta información es necesaria para calcular la vida útil del área disponible.

En este cuadro, se presenta como resultado final el volumen anual acumulado de residuos sólidos a disponerse en el relleno sanitario durante el tiempo indicado por el usuario. Esta información puede utilizarse de diversas maneras, de acuerdo con la conveniencia del usuario.

4.3 Resultado del flujo de caja para un relleno sanitario

En esta opción se presenta el cuadro correspondiente al flujo de caja para la implementación de un relleno sanitario, utilizando entre otros datos, la información de costos de inversión (proyecto, infraestructura administrativa), equipo (maquinaria), operación del mismo y tarifa del servicio. Con estos datos y con los utilizados en el análisis de predicción de basuras, se calculan los ingresos de la venta de este servicio y el ingreso neto anual. El número de años a ser analizado depende del usuario, quien podrá deducir del cuadro el tiempo aproximado de recuperación de capital.

En este cuadro, el usuario puede observar los costos de inversión, costos anuales de operación y amortización, así como los ingresos brutos y netos anuales de la venta del servicio de disposición final de residuos. Con esta información se determina la rentabilidad del proyecto.

5. GRÁFICO COMPARATIVO DE COSTOS UNITARIOS (SERVICIOS DE RECOLECCIÓN Y TRANSFERENCIA)

Este gráfico ofrece al usuario una herramienta de juicio para decidir la instalación de una planta de transferencia. Para elaborarlo, el programa utiliza los datos de los servicios de recolección, así como los de transferencia y transporte. En el gráfico se representa la variación del costo unitario (\$/t o MN/t) respecto al tiempo de recorrido (horas) para los equipos del servicio de recolección y de la estación de transferencia.

Cada tipo de equipo en el gráfico se encuentra representado por una recta de costos. Las rectas correspondientes a las unidades de recolección tendrán un punto de cruce con la recta correspondiente a la unidad de la estación de transferencia. Ese cruce determina el punto de equilibrio del sistema de transporte, que en el eje de las abcisas corresponde al tiempo crítico (TC). Si el tiempo utilizado para el transporte directo con las unidades de recolección (ida y vuelta) dura menos que el TC, será más económico adoptar este sistema (transporte directo). En

caso contrario, si ese tiempo fuera mayor que el TC será conveniente instalar una estación de transferencia.

Obviamente, este gráfico es sólo un elemento de ayuda para determinar la conveniencia de instalar una estación de transferencia. En la práctica, esta decisión depende de la política de la entidad y requiere un cuidadoso estudio.

6. NECESIDAD DE EQUIPO

6.1 Barrido y limpieza (manual y mecánico)

Mediante esta opción es posible conocer el número de personal (obreros, supervisores) así como la cantidad del equipo (carros de mano, escobas, recogedores, barredoras mecánicas) para brindar el servicio de barrido y limpieza (manual o mecánico, según la opción seleccionada por el usuario). Es necesario ingresar los siguientes datos:

- a) **LONGITUD TOTAL DE VÍAS PAVIMENTADAS (km)**
- b) **ZONAS DEL ÁREA A SERVIR**
- c) **FRECUENCIA SEMANAL DE BARRIDO POR ZONA**
- d) **PORCENTAJE DE VÍAS PAVIMENTADAS**
- e) **RENDIMIENTO DE BARRIDO POR JORNADA (km/día)**

6.2 Recolección

Esta opción permite conocer el número de personal (choferes, ayudantes de recolección), así como la cantidad de equipo (camiones compactadores), y el número de subsectores en los que se debe dividir la zona para brindar un adecuado servicio de recolección. Es necesario ingresar los siguientes datos:

- a) **ÁREA TOTAL (ha)**
- b) **NÚMERO DE DÍAS LABORADOS EN LA SEMANA**
- c) **DENSIDAD DE LA BASURA EN EL CAMIÓN COMPACTADOR**
- d) **CAPACIDAD DEL CAMIÓN COMPACTADOR (m₃)**
- e) **NÚMERO DE VIAJES POR TURNO O JORNADA DE TRABAJO (VIAJES/TURNO)**
- f) **ZONAS DEL ÁREA A SERVIR**
- g) **ÁREA DE LA ZONA EN ESTUDIO (ha)**
- h) **DENSIDAD DE LA POBLACIÓN POR ZONA (hab/ha)**
- i) **PRODUCCIÓN DE BASURA PER-CÁPITA POR ZONA (kg/hab/día)**
- j) **FRECUENCIA SEMANAL DE RECOLECCIÓN POR ZONA (días/semana)**
- k) **ZONAS DEL ÁREA A SERVIR**