

2 SISTEMAS Y EQUIPOS PARA EL MANEJO DE DESECHOS

Su manejo es el servicio público que indudablemente ha alcanzado menos desarrollo en nuestro país.

Por el contrario, en los países industrializados, con el surgimiento de la conciencia ecológica y con la crisis de energéticos, se han iniciado investigaciones para hacer compatible el manejo de los desechos con el ambiente.

Se han dado técnicas de segregación o separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final, para mitigar los impactos negativos sobre el ambiente.

2.1 Desechos ordinarios

2.1.1 Segregación en la fuente y almacenamiento

La separación de los desechos desde la fuente, según su naturaleza, es una práctica que permite un material de reciclaje con una calidad aceptable.

En las ciudades y zonas rurales es posible poner en práctica los recipientes diferenciados. Unos en donde se depositen los reciclables como papeles, vidrios, metales y "plásticos", otros en donde se depositen los biodegradables no aprovechables y los domésticos peligrosos. La recolección se ejecuta en diferentes turnos.

1. En las casas, oficinas, comercio e industrias, se dispone de recipientes de distinto color.
2. Se colocan en puntos de la ciudad, varios recipientes comunales para los distintos tipos de reciclables y domésticos peligrosos.
3. Los recipientes tipo "contenedores retornables", en mercados, industrias, centros comerciales, hospitales, obras de construcción y zonas marginales de difícil acceso, permiten almacenar de 3 m³ a 5 m³. Un recipiente de esta capacidad almacena los desechos ordinarios de 100 a 200 viviendas. Un camión recoge un contenedor lleno y deja uno vacío.

2.1.2 Recolección y transporte

El mercado ofrece una gran variedad de camiones para la recolección domiciliaria, con accesorios y equipo periférico muy variado. Los vehículos modernos vienen con el aditamento de carga de recipientes y los operarios no tienen acceso a los desechos.

Si se toma en cuenta la situación social y laboral, los equipos de recolección requieren de la menor inversión económica posible y un uso extensivo de la mano de obra.

Por lo tanto, se aplica tecnología apropiada y de bajo costo, según el tipo de almacenamiento empleado, del grado de adelanto de cada región o ciudad y de las vías de acceso.

Se mencionan aquí los equipos para recolección y transporte, en orden ascendente de capacidad y grado de complejidad.

1. Carreta de mano

La carreta de mano tiene una capacidad aproximada de 1 a 1,5 m³. Si efectúa dos viajes en ocho horas, en zonas de baja cantidad de desechos, da servicio a una población de hasta 1 000 o 1 500 habitantes.

Se recurre a este tipo de equipo en sitios cercanos a la disposición final o la estación de transferencia.

2. Carreta con barriles intercambiables, halada por tractor

Consiste en un sistema de 12 barriles intercambiables, de 0,2 m³ cada uno, con un total de 2,4 m³ de capacidad. Se da servicio a 2 000 o 3 000 habitantes por día.

El sistema consiste en colocar barriles estratégicamente distribuidos en una zona. La carreta sale en la mañana con barriles vacíos y aseados y los cambia en su recorrido, por barriles llenos.

3. Carreta halada por tractor

Es un sistema similar al anterior, pero sin barriles. Los sólidos se acumulan en la misma carreta, preferiblemente metálica.

4. Tractor agrícola con remolque

Se recurre a un tractor agrícola con cargador frontal y un remolque de 6 m³, con sistema de volteo hidráulico. El tractor sirve como recolector y al mismo tiempo como maquinaria para el relleno sanitario. Presta el servicio a localidades de 20 000 habitantes.

5. Camión de volteo adaptado

A un camión de volteo se le efectúan extensiones para aumentar su volumen y aprovechar la gran capacidad de soporte de carga del chasis. Las principales ventajas son su menor costo, comparado con un camión especializado. Y respecto de un camión con cajas fijas, que la descarga por volteo es mucho más rápida.

El servicio es para localidades de 10 000 a 20 000 habitantes por día.

6. Volquetes

Los volquetes son recomendables para el caso de usuarios localizados en sectores específicos de la ciudad, como los mercados y las industrias de alimentos, que por su ubicación, volumen y calidad de los desechos, no se atienden con las unidades recolectoras urbanas.

7. Cuadrilla ambulante

Esta recolección se realiza en los sectores periféricos, donde no hay fácil acceso para los vehículos recolectores. El volquete se sitúa en un lugar específico y la cuadrilla recoge los desechos de la comunidad.

8. Camiones de carga trasera

Se componen de chasis y caja, la cual está diseñada para que la masa total de carga se acomode, de forma que el centro de gravedad quede bajo y haya equilibrio.

Poseen una capacidad de 10 m³ a 20 m³, con un sistema hidráulico para compactar los desechos. La altura de carga es pequeña, lo que facilita el trabajo.

Se ocupan en centros urbanos densamente poblados.

9. Servicios especiales de recolección

Entre estos servicios se mencionan:

- Barrido mecánico y barrido manual

Se hace en el centro de las ciudades y se acarrean los desechos a centros de acopio. Este servicio es manual, por el bajo costo y fácil obtención de la mano de obra. Es útil

en calles angostas, de difícil acceso para equipo mecánico.

- Evacuación de escombros

Para esto se dispone de un equipo de volquetes y maquinaria pesada en las zonas donde hayan escombros y otros desechos de la construcción o remodelación de edificios y calles.

2.1.2.2 Transporte a distancias lejanas

El envío de los desechos hacia los sitios de disposición final es en camiones recolectores, cuando estos sitios se encuentran cerca de las ciudades.

La dificultad cada vez creciente de encontrar sitios para la disposición final, cercanos a los centros urbanos, es una de las razones para el análisis del establecimiento de las estaciones de transferencia.

1. Estaciones de transferencia

Con las estaciones de transferencia se incrementa la eficiencia global del servicio de recolección, a través de la economía en el sistema de transporte y en la disminución del tiempo ocioso de la mano de obra empleada. Se dan soluciones conjuntas para la disposición final de más de una municipalidad.

Son dos los objetivos de una estación de transferencia: aumentar la densidad de los desechos y con esto, la eficiencia de la capacidad de los vehículos de gran tamaño y aprovechar el traslado para la segregación. Disminuyen los costos por tonelada y kilómetros de recorrido.

2. Transporte por carreteras

Los camiones de transferencia de carrocería abierta son del tipo semirremolque, con cajas de hasta 75 m³ y capacidad de 30 toneladas de desechos.

Estos camiones reciben la carga por arriba y la descargan por diversos métodos, en el caso del volquete, por

medio de equipo hidráulico. Es posible cerrar la parte superior, a fin de impedir la dispersión en las vías.

Los de carrocería cerrada se acostumbran en estaciones dotadas de equipo compactador que colocan los desechos por la puerta trasera del vehículo. Con una capacidad de 50 m³ y hasta 30 toneladas compactadas. Se descarga por medio de una placa de eyección, impulsada por un cilindro hidráulico.

3. Equipos ferroviarios.

Este tipo de equipo es apto en lugares con una red ferroviaria bien instituida y donde los recorridos son muy lejanos.

Los vagones empleados son de gran volumen, con dispositivos especiales para la descarga. En la estación, los vagones se cargan con desechos durante el día y por la noche, se forma una composición ferroviaria que lleva todos los vagones llenos hasta una planta de tratamiento y un relleno sanitario.

Se utilizan vagones tipo plataforma si se cargan los desechos en contenedores.

2.2 Desechos hospitalarios

Cada establecimiento hospitalario cuenta con un profesional encargado de la higiene, con conocimientos, atribuciones y autoridad para el desempeño de esa función. Es el responsable de las condiciones higiénicas del hospital.

2.2.1 Segregación en la fuente y almacenamiento

El almacenamiento de los desechos hospitalarios se efectúa siempre en recipientes descartables, que cumplan con las siguientes características: posibilidad de cierre hermético, impermeables, opacos y de distinto color al de los ordinarios.

1. Para los desechos pertenecientes a los grupos B y C, descritos en este Anexo, se usan bolsas de polietileno, con un espesor mínimo de 120 micrómetros y un tamaño de alrededor de 60 x 100 cm. El cierre de las bolsas llenas se hace con un precinto de material polimérico, el cual una vez ajustado, no permite su reapertura.

Los recipientes cuentan con tapa accionada a pedal, sin bordes filosos, para colocar las bolsas de polietileno. El borde de la bolsa se dobla hacia el exterior, con el fin de evitar que se ensucien el interior y el borde del recipiente.

Las piezas descartables cortantes (agujas, hojas de bisturí, etc.) son dispuestas en recipientes resistentes a cortaduras o pinchaduras, tales como frascos o envases de "plástico" o cajas de cartón.

Los desechos correctamente dispuestos se retiran con las bolsas cerradas, para ser colocados en recipientes descartables; bolsas de polietileno de 120 micrómetros de espesor, que están en armazones portabolsas.

En los lugares donde la masa de los desechos es muy grande o el uso de recipientes pequeños no es apropiado, se ponen directamente estos recipientes descartables.

2. Para desechos del grupo D, se usan recipientes con forma de cono truncado (tipo balde), con tapa de cierre hermético y con asa para facilitar su manipulación.

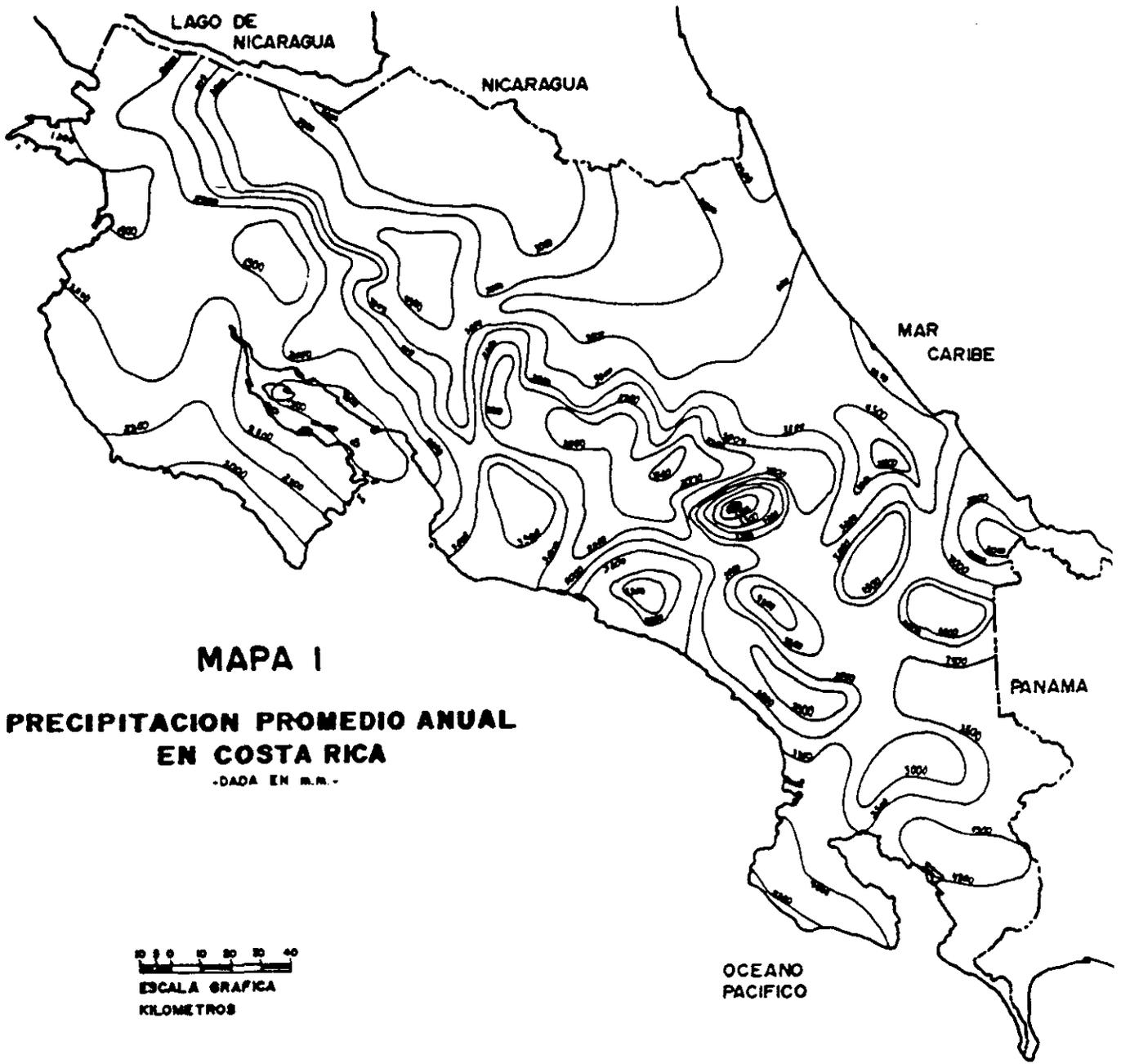
Cada lugar que propicie desechos en el hospital, tiene el número, tamaño y tipo de recipientes necesarios para su disposición.

Una vez llenado el recipiente, se cierra herméticamente y se ubica en el lugar de transferencia, para ser retirado por el servicio de recolección. No se admite el reuso de recipientes descartables, ni la compactación de los desechos.

2.2.2 Recolección y transporte

El acarreo de los desechos de los grupos A y B, se efectúa por intermedio del servicio de recolección domiciliario. El de los grupos C, D y E se realiza en vehículos con características especiales, cuyo uso es exclusivamente con este fin. Su caja de carga es completamente cerrada y con compartimentos para alojar los recipientes tipo balde para que éstos no sufran desplazamientos.

En los vehículos, las bolsas de recolección se trasladan sueltas, se cargan y descargan una por una, con máximo cuidado. Si se colocan contenedores de retorno, los vehículos tienen un sistema para subirlos y bajarlos.



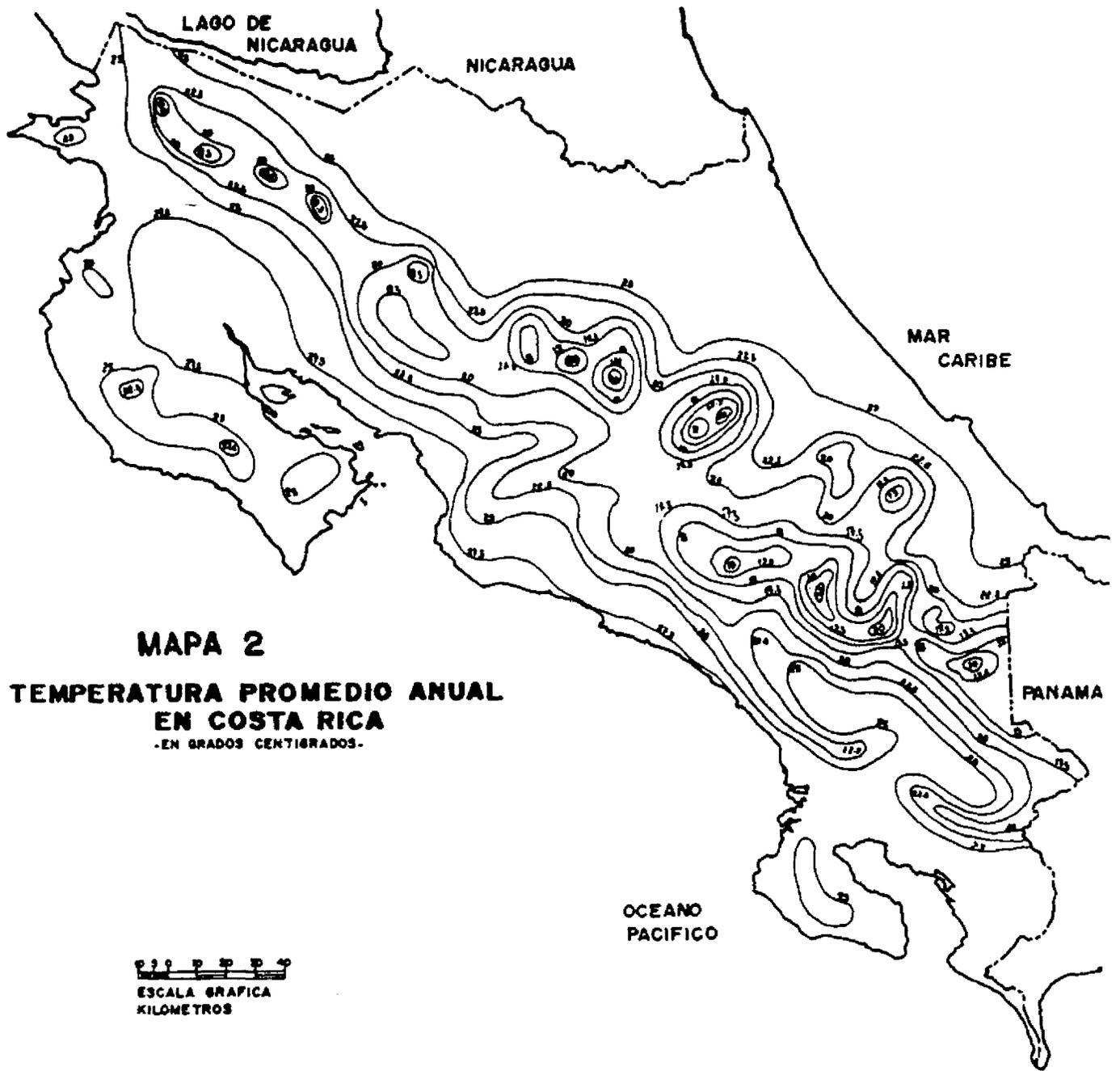
MAPA I

**PRECIPITACION PROMEDIO ANUAL
EN COSTA RICA**

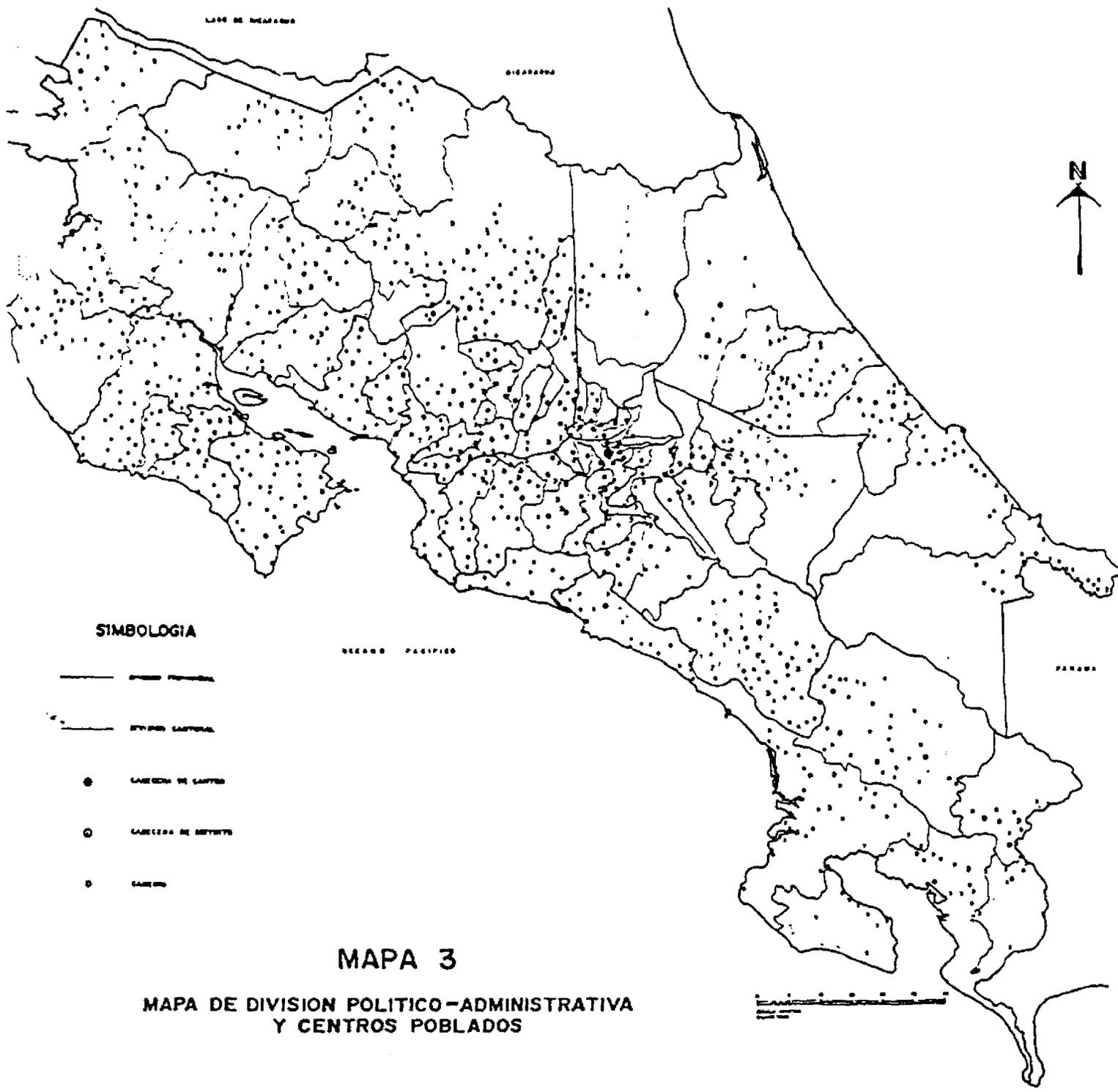
-DADA EN M.M.-

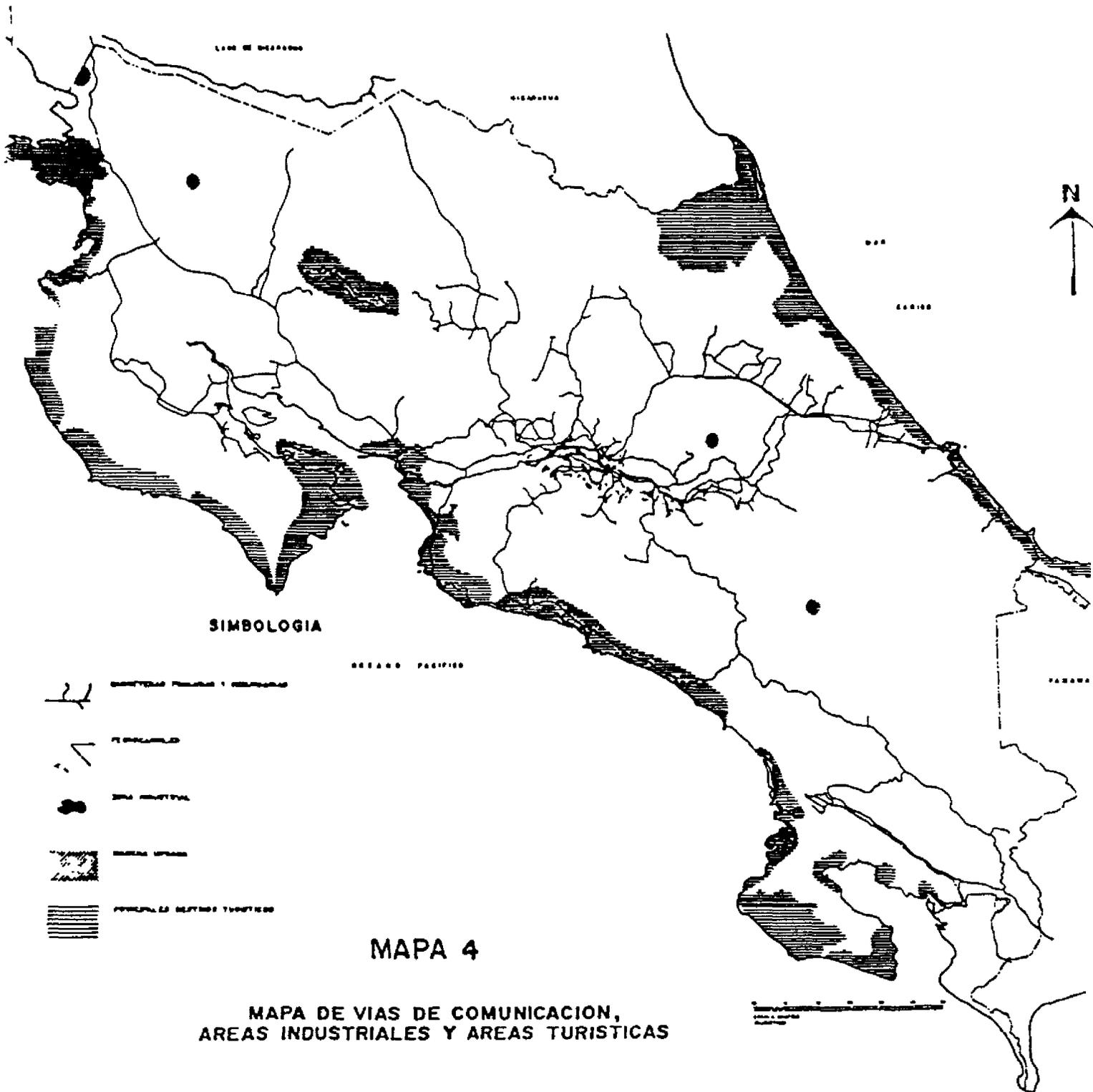
0 10 20 30 40
ESCALA GRAFICA
KILOMETROS

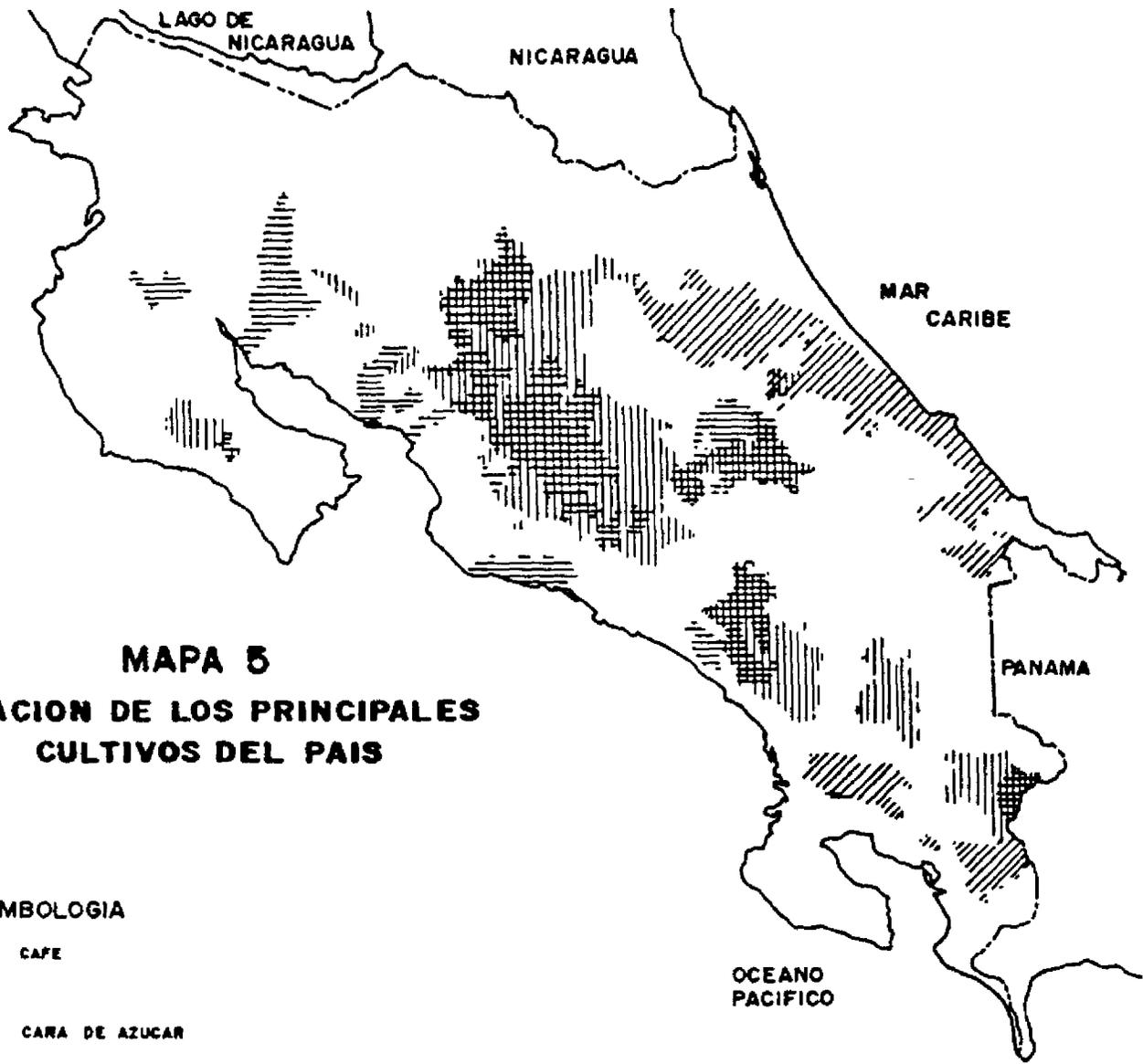
OCEANO
PACIFICO



MAPA 2
TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL
EN COSTA RICA
 -EN GRADOS CENTIGRADOS-





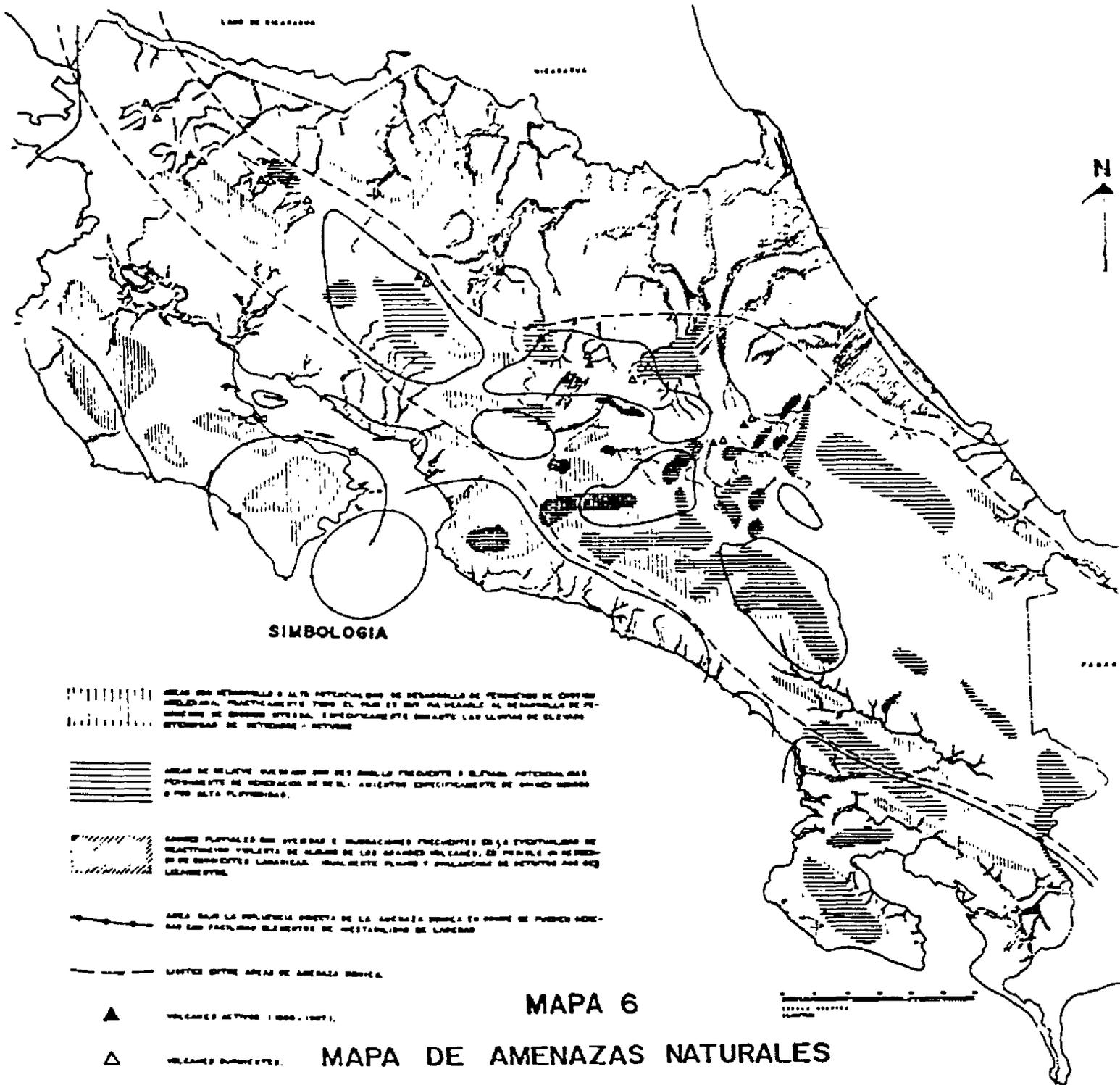


MAPA 5
UBICACION DE LOS PRINCIPALES
CULTIVOS DEL PAIS

SIMBOLOGIA

-  CAFE
-  CANA DE AZUCAR
-  BANANO





El lavado y desinfección de los contenedores de retorno y de las cajas de carga de los vehículos, se efectúa convenientemente en un emplazamiento junto a la planta central de tratamiento de desechos industriales.

En caso de las bolsas sueltas, el interior de la caja de carga es liso y fácilmente lavable y el piso con bordes de retención por el eventual lixiviado de líquidos. Además, con un dispositivo que permite sujetar las bolsas o los contenedores, para que con el movimiento del vehículo no se deslicen. Se recomienda que la altura interior de la caja sea tal que pueda permanecer de pie un hombre.

2.3 Desechos industriales peligrosos

2.3.1 Segregación en la fuente y almacenamiento

El manejo de los desechos dentro de la industria es responsabilidad de la empresa generadora. Comprende las actividades de: clasificación, recolección en el sitio, transporte interno, almacenamiento y neutralización. En el manejo se evalúan aspectos como: sistemas de minimización, tratamiento y recuperación, capacitación del personal encargado, tamaño y la forma de los recipientes y los procedimientos de emergencia en caso de accidentes.

Cada industria selecciona los desechos especiales de acuerdo con su estado físico, colocándolos en recipientes propicios y diferentes, de modo que se facilite la labor de recolección y envío y presentar la documentación de sus desechos (origen, traslado, tratamiento, disposición final).

La clasificación de los desechos dentro de la industria asegura un manejo satisfactorio porque:

1. Evita la mezcla de desechos incompatibles.
2. Separa los reciclables y reutilizables.
3. Evita la contaminación de los desechos ordinarios y del ambiente.
4. Disminuye el volumen de los desechos peligrosos a ser tratados.
5. Evita que el personal y las instalaciones se dañen.

La recolección de desechos peligrosos, de acuerdo con su naturaleza, se realiza por tuberías

especialmente diseñadas para este fin o en recipientes que permitan su manipulación segura hasta el sitio de almacenamiento en la fábrica.

Se determina el momento y el lugar de recolección de los desechos especiales de la industria.

Los desechos permanecen en el sitio de almacenamiento, para ser recogidos por un vehículo especial, los moviliza a la planta de tratamiento y luego serán enviados en camiones especiales para disponerlos en las celdas diseñadas para dicho material del relleno sanitario.

2.3.2 Recolección y transporte

Para que las rutas del sistema de recolección y acarreo resulten económicos, deben:

1. Atender zonas próximas entre sí.
2. Recolectar desechos similares en cada recorrido.
3. Permitir que las industrias acumulen la cantidad suficiente de desechos.

La masa y naturaleza de los desechos, son las variables importantes a tomar en cuenta al seleccionar el equipo de transporte.

Para los desechos líquidos se adoptan camiones cisterna, mientras que para los sólidos y pastosos camiones de volteo con tapa superior. En ambos casos tendrán un recubrimiento en el interior del vehículo (resinas epoxídicas, fibra de vidrio recubierta de resina, resinas fenólicas, etc.), que lo proteja.

Los vehículos recolectores portan los desechos hasta la planta de tratamiento, interno o externo a la industria, donde hay facilidades de almacenamiento para cada tipo de residuo, la limpieza de los vehículos y el tratamiento de los desechos del aseo.

3 RELLENOS SANITARIOS

3.1 Generalidades

Es el sitio para la disposición final de los desechos sólidos en la tierra. Durante su operación y después de completarse su vida útil, los materiales depositados no molestan, dejan de significar un peligro para la salud y la seguridad pública y no contaminan al ambiente.

En un relleno, los desechos se depositan, esparcen, acomodan, compactan y tapan de forma apropiada, con el fin de prevenir y evitar la contaminación de los cuerpos de agua, de los suelos, de la atmósfera y de la población.

Se recurre a principios de ingeniería para confinarlos, de forma definitiva, en un área de poca extensión. Mediante un proceso de compactación se obtiene la mayor densidad posible, cubriéndola diariamente con capas de tierra se evita su dispersión y acceso y con drenajes y chimeneas, se controlan los líquidos y gases de la descomposición de la materia orgánica del relleno.

El relleno sanitario, como método de disposición final, es la opción más económica, particularmente si se complementa con sistemas de separación y reciclaje.

La inversión inicial de capital y el costo de operación, son inferiores de la que se necesita para otros métodos de tratamiento como incineración o degradación biológica, para obtener abono orgánico compuesto.

Dada la complejidad de la construcción de un relleno, pues es una decisión que afecta a varias generaciones y puede provocar daños irreparables al ambiente, es esencial asignar recursos financieros suficientes, técnicas y personal especializado para su planificación, diseño, construcción y operación.

Independientemente de su tamaño, todo relleno sanitario cumple con ciertos requisitos mínimos; estos son:

1. Sitio seleccionado de acuerdo con las especificaciones indicadas en este Anexo.
2. Garantía de la estabilidad del relleno contra deslizamientos.
3. Al concluir su vida útil, la topografía resultante armonizará con la existente y los efectos de la acumulación no interferirá con las actividades de sus alrededores.
4. Vías internas y de acceso, lastradas o pavimentadas, transitables en cualquier época del año, con rótulos de información.
5. Cercado periférico que limite el terreno e impida el ingreso de personas ajenas al relleno y de animales; con portón y entrada restringida.
6. Preparación del terreno con una base de tierra impermeable, con pendientes hacia las líneas de drenaje.
7. Canales periféricos para aguas pluviales.

8. Drenajes para los líquidos lixiviados y chimeneas para gases y humos.
9. Sitios para captar, tratar o redistribuir sobre el relleno, los líquidos lixiviados.
10. Caseta, bodega, servicios sanitarios, área social, báscula, etc..
11. Personal capacitado.
12. Supervisión calificada.
13. Cobertura diaria con material inerte.
14. Cubrimiento final con una capa de tierra capaz de sostener la vegetación, con la suficiente inclinación para impedir el ingreso de aguas pluviales a los desechos.
15. Ningún aprovechamiento posterior que implique construcciones, en un plazo no menor de 20 años.

3.2 Relleno sanitario manual

Características:

1. Es una opción técnica y económica para las poblaciones menores de 40 000 habitantes. Se estima que se pueden tratar hasta 20 toneladas por día.
2. Se requiere equipo mecánico para acondicionar el sitio, la construcción de vías de acceso y la excavación, acarreo y distribución de la cobertura.
3. Los demás trabajos se hacen manualmente. Se ocupa mano de obra disponible por lo que no hay que adquirir equipos pesados.
4. La construcción de los drenajes para lixiviado y chimeneas para gases, así como todo el proceso de acomodo, cobertura, compactación y otras obras conexas se realizan manualmente.

Requisitos mínimos adicionales:

1. Planeado para que tenga una vida útil mínima de 5 años.
2. Herramientas para el movimiento y la compactación manual de los desechos: pala, azadón, pico, pisón de mano, horquilla, rastrillo o peine metálico, carretilla, rodillo compactador de operación manual, así como equipo de protección personal.
3. Disposición de los desechos en capas de 60 a 80 cm.

4. Cubrimiento final con una capa de tierra de un metro de espesor.

3.3 Relleno sanitario mediano

Características:

1. Es una opción técnica y económica para las poblaciones o regiones con desechos sólidos entre las 30 y las 120 toneladas por día. Si se produce 0,5 kilogramo por persona día, las poblaciones serán aquellas de 60 000 a 240 000 habitantes.
2. Requiere de equipo mecánico que labore parcial o permanentemente en el sitio: un tractor agrícola con pala topadora, que esparce los desechos y arrastrar un rodillo compactador.
3. Las construcciones de los drenajes para pluviales y lixiviados, chimeneas para gases y otras obras conexas se practican manualmente.
4. Existe un registro permanente de la cantidad y tipo de desechos depositados.

Requisitos mínimos adicionales:

1. Planeado para una vida útil superior a los 10 años.
2. Caseta de control para la persona encargada de la vigilancia.
3. Cobertizo para guardar la maquinaria.
4. Chimeneas para los gases y humos emanados del relleno.
5. Equipo para la construcción de las vías internas de acceso, del área de relleno y para ejecutar las labores de esparcir, compactar y tapar los desechos.
6. Supervisión constante.
7. Disposición de los desechos en capas de 1 metro.
8. Control de las aguas subterráneas mediante pozos de control, para detectar la posible presencia de contaminación, por la operación del relleno.
9. Cubrimiento final con una capa de tierra de un metro de espesor.

3.4 Relleno sanitario central

Características:

1. Representa una opción técnica y económica para las poblaciones con más de las 150 toneladas por día de desechos sólidos
2. Requiere de equipo pesado que labore permanentemente en el sitio.
3. Por su magnitud, los trabajos anteriores a la operación del relleno son contratados. Esto incluye: construcción de vías de acceso, malla periférica, edificaciones para control, administración y mantenimiento, movimientos de tierras, colocación de báscula, sistemas de alcantarillados, etc..
4. Posee un registro permanente de la cantidad y tipo de desechos depositados.
5. Con un registro de la evolución del relleno durante su operación.
6. La vigilancia es permanente.

Requisitos mínimos adicionales:

1. Planeado para una vida útil superior a los 20 años.
2. Para garantizar su estabilidad se recomiendan taludes finales con una inclinación no mayor de 30
3. Area de ingreso con: báscula, casa de control y aparcamiento.
4. Area administrativa con oficinas.
5. Servicios de electricidad, agua y teléfono en áreas administrativas y de ingreso.
6. Condicionar el terreno con base de tierra impermeable, con un coeficiente de penetración $K^{-f} = 10^{-8}$ m/s, de un espesor de 50 cm y compactación 95 % proctor y con pendiente de 3 % hacia las líneas de los tubos de drenaje.
7. El sistema de drenaje para lixiviados, con tubería rellena con ripio, con aditamentos para la inspección y el mantenimiento o posibilidad de almacenarlos, para luego conducirlos a la planta de tratamiento de aguas residuales.
8. Equipo y construcciones para impedir emisiones de polvo y de cualquier material volátil.

9. Supervisión constante.
10. Disposición de los desechos en capas de 1 a 2 metros de espesor.
11. Cubrimiento final con una capa de tierra de 1,5 a 2 metros de espesor.
12. Sistema de drenajes para gases, con equipo que aproveche el gas metano.
13. La vigilancia y control son deseables durante los 15 a 20 años posteriores al cierre.
14. En el Cuadro 3 se exponen los requisitos en personal y equipo para dos rellenos sanitarios centrales con distintas capacidades.

Cuadro 3. REQUISITOS DE OPERACION DE RELLENOS
SANITARIOS SEGUN EL TAMAÑO

REQUISITOS		TAMAÑO	
		250 ton/día	800 ton/día
PERSONAL	TOTAL	10	24
Supervisión		1	1
Control		1	2
Administración		1	2
Vigilancia		1	5
Operación Maquinaria		2	5
Mantenimiento		2	4
Obreros		2	5
EQUIPO	TOTAL	4	8
Tractor sobre orugas: 250 kW y 40 000 kg aprox.		-	1
Compactador p/rellenos: 90 kW y 14 000 kg aprox.		1	-
235 kW y 30 000 kg aprox.		-	2
Cargador sobre ruedas: 90 kW y 9000 kg aprox.		1	-
110 kW y 12 000 kg aprox.		-	1
Vagonetas: con barredora mecánica y tanque regador		1	1
Báscula		1	1
Estación meteorológica		-	1