

## **5.9 Plan de Recogida y Transportación**

### **5.9.1 Política de Planificación**

Un adecuado servicio de recogida contribuye a mejorar las condiciones de vida de los ciudadanos y a mantener un ambiente agradable en la ciudad, a la vez que mejora la higiene pública y el medioambiente local.

Las políticas de planificación del sistema de recogida/transportación son las siguientes:

- Logro de una cobertura total de recogida en toda la ciudad,
- Establecimiento de un sistema sostenible de recogida y transportación en dependencia de las características en las áreas urbanas y semiurbanas,
- Fomento del sistema de recogida selectiva como acercamiento a las 3Rs
- Selección adecuada del tipo de contenedor teniendo en cuenta la utilización de productos nacionales
- Selección adecuada del tipo de vehículo de recogida incluyendo mejoría en el sistema actual de recogida por carretones de caballos
- Mejoramiento de las condiciones del taller de mantenimiento existente

### **5.9.2 Condiciones Básicas de Planificación**

#### **(1) Revisión de las actuales tareas de recogida y transportación**

##### **1) Estudio sobre el tipo de vehículo de recogida apropiado**

El Estudio consideró cuál tipo de vehículo de recolección sería apropiado para la Ciudad de La Habana desde el punto de vista de eficiencia en la recogida y costo en su desempeño.

La figura 5.9.1 muestra una comparación de la eficiencia en la recogida de seis tipos diferentes de vehículos de recogida según los resultados del estudio de tiempo y movimiento realizado durante el Estudio de JICA en el 2004.

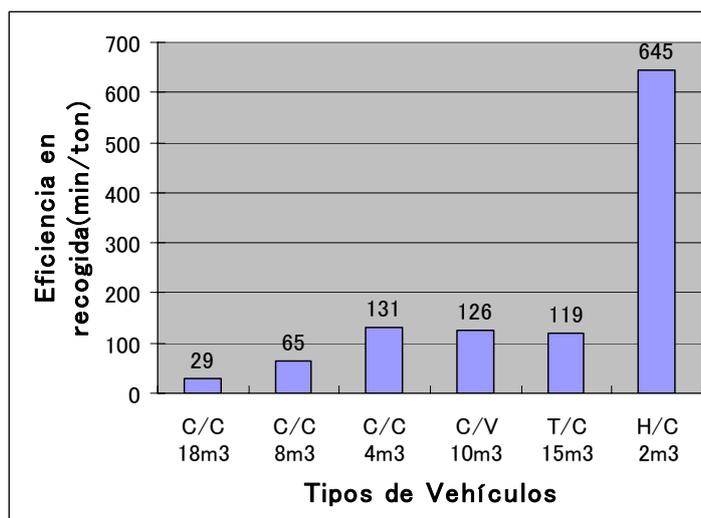


Figura 5.9.1 Eficiencia en la Recogida Según el Estudio de Tiempo y Movimiento

Los camiones compactadores (C/C) con capacidad de 18 m<sup>3</sup> mostraron la más alta eficiencia y sólo tomó 29 minutos recoger y transportar una tonelada de residuos durante el estudio. A los carretones tirados por caballos (H/C) les tomó 645 minutos debido a su pequeña capacidad de carga y menor velocidad que otros equipos mecánicos de transporte.

Por otro lado, el costo unitario de operación, como se muestra en la Figura 5.9.2, para los H/C es de USD333 por año considerando costo de capital y USD224 sin costo de capital (sólo costos de O/M) bajo las condiciones actuales de operación. La operación de los C/C de 18 m<sup>3</sup> costaría más de USD2,000 al año sin considerar el costo de capital. Si se considera este último, el costo anual sería aproximadamente USD35,000.

Este costo de operaciones está basado en el salario del conductor y los operarios y el costo de mantenimiento anual, pero no incluye el costo de combustible.

El costo real de operación de los vehículos mecanizados tipo C/C se incrementará más considerando el costo del combustible.

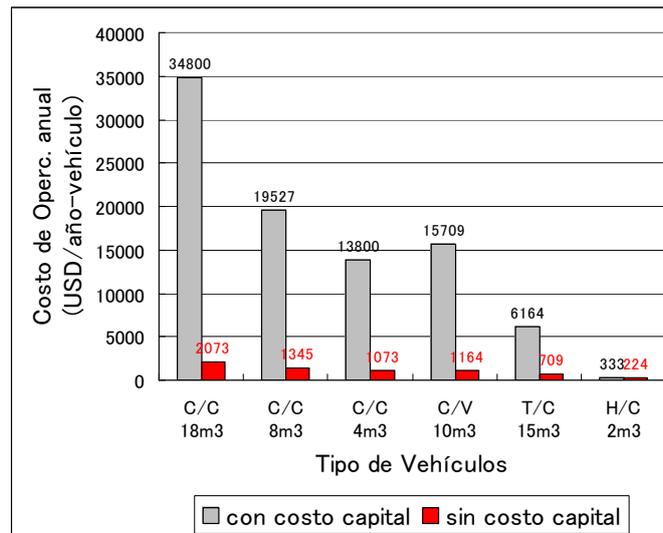


Figura 5.9.2 Costo de Operación Unitario Estimado para los Vehículos

Se hizo otra comparación, como se muestra en la Tabla 5.9.1, para obtener el número necesario de otros vehículos si estos tuvieran que brindar el mismo servicio diario que los C/C de 18 m<sup>3</sup>. Según el estudio de Tiempo y Movimiento el C/C de 18 m<sup>3</sup> puede, como promedio, cargar 9.12 toneladas por viaje, realizando 1.9 viajes diarios y cubriendo una trayectoria de 125 km por día. Esto significa que el rendimiento de la recogida diaria es de 1,140 ton-km, mientras que el H/C sólo puede hacer 2 ton-km por día, lo que arroja que se necesitarían 570 H/C para realizar el mismo trabajo que un C/C de 18 m<sup>3</sup>.

También se estimó el costo unitario para la transportación de 1 tonelada a 1 km como se muestra en la Figura 5.9.3. El costo unitario para los H/C es mucho mayor que el de cualquier otro vehículo mecánico de recogida considerando o no el costo inicial.

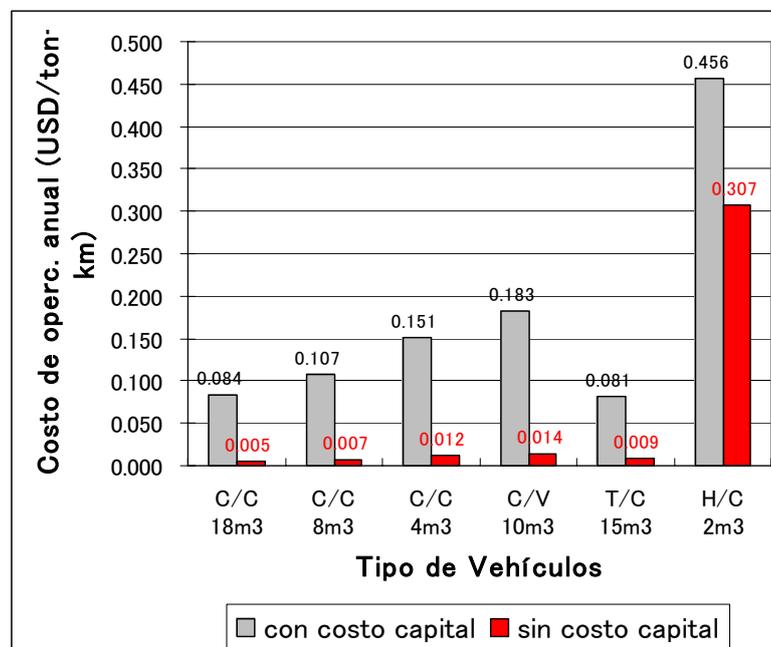
Según la DPSC, el consumo de combustible promedio para un C/C de 18 m<sup>3</sup> es de 3 km/lt. Considerando esto, un C/C de 18 m<sup>3</sup> que consuma 42 litros recorre 125 km con 17.3 ton (9.12 x .9). Si el precio del combustible es USD1 /lt, habrá que agregar USD0.23 por ton/Km para estimar el costo de operación, pero aun así es menor que el H/C.

Teniendo en cuenta estos estimados el Estudio llegó a la conclusión final de que los C/C de 18 m<sup>3</sup> sería el tipo de vehículo adecuado para la recogida y transportación en las áreas urbanas.

**Tabla 5.9.1 Comparación de los Costos por Rendimiento del Vehículo y Sistema de Recogida**

Tipo de vehículo	Sistema de recogida	Rendimiento en la recogida (ton-km/día)	Cantidad necesaria de vehículos
(1) 18 m <sup>3</sup> C/C	Recogida en puntos	1,140	1.0
(2) 8 m <sup>3</sup> C/C	Recogida en puntos	500	2.3
(3) 4 m <sup>3</sup> C/C	Puerta por puerta	250	4.6
(4) 10 m <sup>3</sup> C/V	Puerta por puerta	236	4.8
(5) 15 m <sup>3</sup> T/C	Puerta por puerta	209	5.5
(6) 2 m <sup>3</sup> H/C	Puerta por puerta	2	570

Nota: (i) C/C: camión compactador; C/V: camión de volteo; T/C: tractor con carreta; H/C: carretones tirados por caballos  
(ii) Rendimiento de la recogida: el valor significa la unidad de ton-km basado en el resultado del estudio de tiempo y movimiento realizado durante el Estudio.  
(iii) Cantidad necesaria de vehículos: La cantidad de unidades de cada vehículo que harían la misma labor diaria que un C/C de 18 m<sup>3</sup>



**Figure 5.9.3 Costo Estimado Unitario de Operación por Rendimiento**

2) Horas de trabajo para los vehículos de recogida

A fin de garantizar un tiempo adecuado para los trabajos de mantenimiento, el promedio de horas laborales para los vehículos de recolección deberá reducirse de las 9 horas actuales a 8 horas al día por medio del aumento en la eficiencia de las labores de recogida. La hora restante se destinará al mantenimiento de los vehículos.

El aumento en la eficiencia de las labores puede lograrse a través de: (i) aumento del rendimiento de los vehículos a partir de un mantenimiento

adecuado, (ii) mejoramiento del estado y distribución de los contenedores y (iii) la planificación adecuada de las rutas e intervalos de recogida.

### 3) Utilización de contenedores metálicos.

Se consideraron dos tipos de contenedores: el de PEAD actualmente en uso y los contenedores metálicos como alternativa. La rentabilidad de ambos tipos se considera prácticamente la misma. Los contenedores metálicos son más caros en su adquisición, pero tienen mayor vida útil, mientras que en los de PEAD ocurre lo contrario.

Tomando en consideración lo siguiente, en lo sucesivo se utilizarán contenedores metálicos para sustituir gradualmente los actuales contenedores de PEAD:

- Los contenedores metálicos pueden ser fabricados en Cuba. A pesar de que los materiales tienen que ser importados, esto aún disminuye las necesidades de moneda extranjera comparado con los de PEAD. También pueden ser reparados en el país.
- El uso de los contenedores metálicos, como son más resistentes, podría reducir las interrupciones en el servicio de recogida provocadas por la rotura de los contenedores.

### (2) Cantidad prevista de RSU

Se prevé que la cantidad de RSU que serán recogidos por la UPPH y la DMSC sea de 940 toneladas diarias durante el período planificado por el P/M hasta el 2015, una cifra igual a la del año 2004. Como se mencionó anteriormente, el resto de los residuos generados en la Ciudad de La Habana, serán recogidos y transportados por otros organismos como las industrias y empresas comerciales.

La Tabla 5.9.2 muestra la cantidad proyectada para cada municipio.

**Tabla 5.9.2 Cantidad Proyectada de RSU en cada Municipio (2005-2015)**

	Municipio	UPPH/DMSC	Cantidad proyectada de residuos (toneladas diarias)
1	Playa	UPPH	149
2	Plaza de la Revolución	UPPH	121
3	Centro Habana	UPPH	74
4	Habana Vieja	UPPH	71
5	Regla	DMSC	26
6	Habana del Este	UPPH	51
7	Guanabacoa	DMSC	40
8	San Miguel del Padrón	DMSC	36
9	Diez de Octubre	UPPH	78
10	Cerro	UPPH	80
11	Marianao	DMSC	64
12	La Lisa	DMSC	48
13	Boyeros	DMSC	42
14	Arroyo Naranjo	DMSC	48
15	Cotorro	DMSC	14
-	Total	-	940

### (3) Plan prospectivo de transportación

El vertedero de Guanabacoa y tres vertederos de período especial (VPEs) fueron cerrados en el 2005. Según el plan de CITMA durante el Estudio de JICA en el 2005, el vertedero existente en Calle 100 (80 ha) sería cerrado en el 2006. Después, los vertederos principales son la ampliación de Calle 100 (24 ha) que sería abierto en el 2007, el vertedero Nuevo Guanabacoa en el 2007 y el Nuevo Sitio 1 en el 2011 respectivamente.

Sin embargo, cuando se finalizó el P/M en el I/F en marzo 2007, estas condiciones de planificación futura para el P/M fueron modificadas basado en el supuesto de que no había inversiones para la construcción del vertedero Nuevo Guanabacoa ni para la ampliación de Calle 100, y el cierre de los vertederos existentes llevaría el 2006 y 2007. Esto significa que los vertederos existentes continuarían en explotación hasta el 2009 cuando se construyeran nuevos vertederos.

La Tabla 5.9.3 muestra los vertederos que recibirán residuos generados en cada municipio durante el período del P/M. Las Tablas 5.9.4 y 5.9.5 muestran las cantidades de RSU transportadas a los vertederos en el 2010 y 2015 respectivamente. Las Figuras 5.9.4 y 5.9.5 muestran el plan de transportación de RSU en el 2010 y 2015, respectivamente.

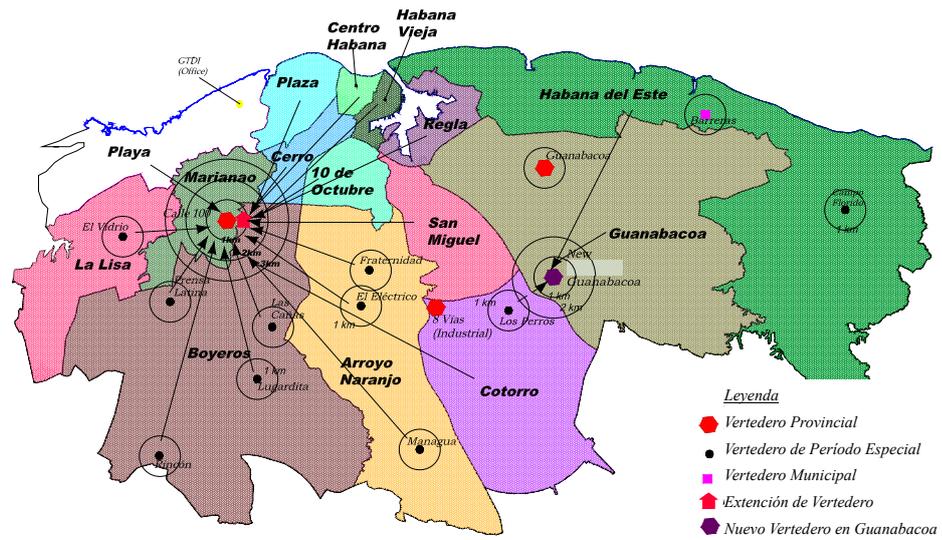


Figura 5.9.4 Nuevas Rutas de Transportación de RSU en el 2010

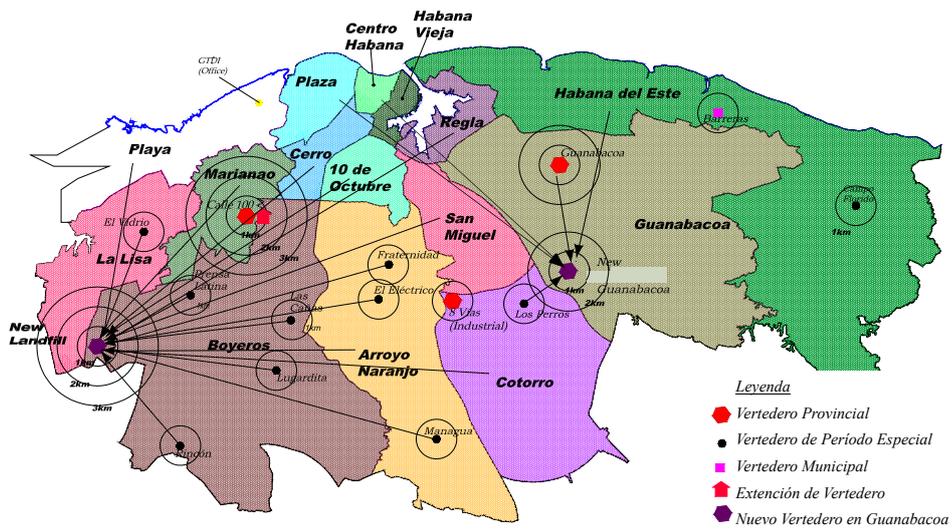


Figura 5.9.5 Nuevas Rutas de Transportación de RSU en el 2015

**Tabla 5.9.3 Vertederos Destinados a la Disposición Final de RSU Generados en cada Municipio  
(en el Caso de Recogida Mezclada)**

	Municipio	2006-2008	2009	2010	2011-2012	2013-2015
1	Playa	Calle 100	Calle 100 Ex.	Calle 100 Ex.	Nuevo Sitio 1	Nuevo Sitio 1
2	Plaza de la Revolución	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100 Ex	Nuevo Sitio1	Nuevo Sitio1
3	Centro Habana	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100 Ex	Nuevo Sitio1	Nuevo Sitio1
4	Habana Vieja	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100 Ex	Nuevo Sitio1	Nuevo Sitio1
5	Regla	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100 Ex	Nuevo Sitio1	Nuevo Sitio1
6	Habana del Este	8 Vías	N.G.	N.G.	N.G.	N.G.
7	Guanabacoa	8 Vías	N.G.	N.G.	N.G.	N.G.
8	San Miguel del Padrón	Calle 100	Calle 100 Ex.	Calle 100 Ex.	Nuevo Sitio1	Nuevo Sitio1
9	Diez de Octubre	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100 Ex	Nuevo Sitio1	Nuevo Sitio1
10	Cerro	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100 Ex	Nuevo Sitio1	Nuevo Sitio1
11	Marianao	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100 Ex	Nuevo Sitio1	Nuevo Sitio1
12	La Lisa	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100 Ex	Nuevo Sitio1	Nuevo Sitio1
13	Boyeros	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100 Ex	Nuevo Sitio1	Nuevo Sitio1
14	Arroyo Naranjo	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100 Ex	Nuevo Sitio1	Nuevo Sitio1
15	Cotorro	Calle 100	Calle 100	Calle 100	Nuevo Sitio1	Nuevo Sitio1

Nota: NG: *Nuevo Guanabacoa*; Calle 100 EX: *Ampliación de Calle 100*

**Tabla 5.9.4 Cantidad de Residuos Transportados a los Vertederos por la UPPH y la DMSC en el 2010**  
Unidad: ton/día

Vertedero Tipo de Vehículo	UPPH	DMSC		Total	
	C/C	C/V	T/C		C/T
Ampliación de Calle 100	593	30	54	52	729
Nuevo Guanabacoa	110	51	27	24	212
C. Florido	0	0	0	1	1
Total	703	81	81	75	940

Nota: C/C: Camión compactador, C/V: Camión de volteo, T/C: Tractor con carreta

En la DMSC se introdujo recientemente el C/C en sustitución de los carretones de caballos (H/C)

**Tabla 5.9.5 Cantidad de Residuos Transportados a los Vertederos por la UPPH y la DMSC en el 2015**  
Unidad: ton/día

Vertederos Vehículo en uso	UPPH	DMSC		Total	
	C/C	C/V	T/C		C/C
Nuevo Guanabacoa	110	51	27	24	212
Nuevo Sitio 1	593	30	54	52	729
C. Florido	0	0	0	1	1
Total (toneladas diarias de RSU)	703	81	81	75	940

Nota: C/C: Camión compactador, C/V: Camión de volteo, T/C: Tractor con carreta

En la DMSC se introdujo recientemente el C/C en sustitución de los carretones de caballos (H/C)

### 5.9.3 Introducción del Sistema de Recogida Selectiva en las Áreas Atendidas por la UPPH.

#### (1) Áreas objetivo y cantidad de residuos separados

Como se ha dicho anteriormente, la recogida selectiva de residuos se introducirá en siete municipios urbanos, dos comenzarán en el 2010 y los otros cinco en el 2013. Los patios de compostaje comunitario y las plantas de reciclaje se instalarán en los vertederos de Calle 100 y Nuevo Guanabacoa.

Los residuos separados recogidos en los siete municipios serán transportados a los

vertederos de Calle 100 o Nuevo Guanabacoa como se muestra en la Tabla 5.9.6. La cantidad de residuos separados transportados procedentes de cada municipio se muestra en la Tabla 5.9.7.

Las Figuras 5.9.6 y 5.9.7 muestran el plan de transportación para los residuos selectivos en el 2010-2012 y en e 2013 en adelante, respectivamente.

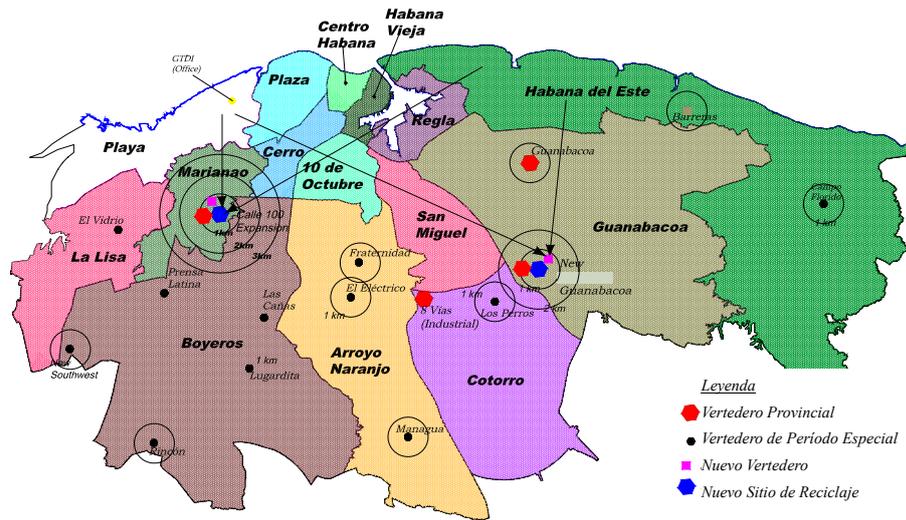


Figura 5.9.6 Rutas de Transportación de Residuos Separados en el 2010-2012

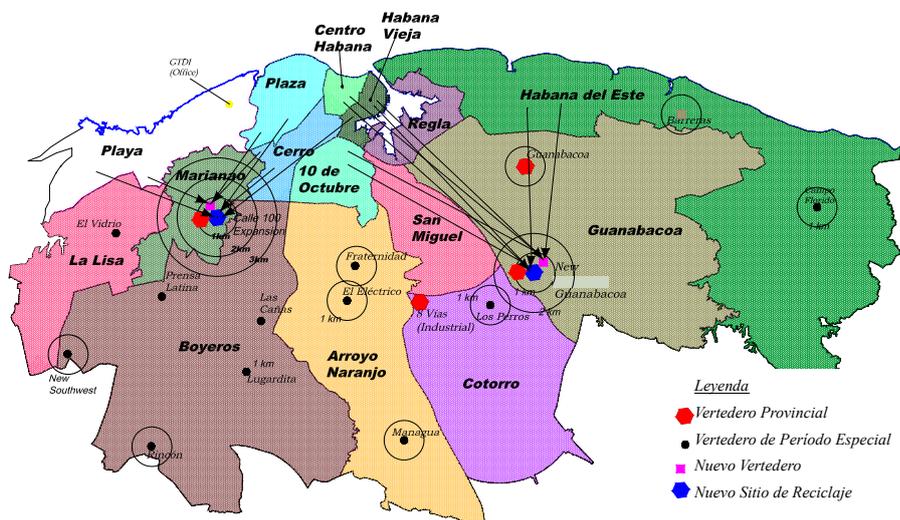


Figura 5.9.7 Sistema de Transportación de Residuos Separados en el 2013

**Tabla 5.9.6 Vertederos que Reciben Residuos Provenientes de las Áreas de Recogida Selectiva (7 Municipios)**

No.	Municipio	Tipo de residuos	2006 - 2008	2009	2010	2011 -2012	2013- 2015
1	Playa	RC	Calle 100	Calle 100 Ex	New G*	New G*	Calle 100*
		MR	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100*	Calle 100*	Calle 100*
2	Plaza de la Revolución	RC&MR	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100 Ex	N. Sitio	Calle 100*
3	Centro Habana	RC&MR	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100 Ex	Nuevo G	Nuevo G*
4	Habana Vieja	RC&MR	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100 Ex	Nuevo G	Nuevo G*
5	Habana del Este	RC	Ocho vías	Nuevo G	Nuevo G*	Nuevo G*	Nuevo G*
		MR	Ocho vías	Nuevo G	Calle 100*	Calle 100*	Nuevo G*
6	Diez de Octubre	RC&MR	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100 Ex	Nuevo G	Nuevo G*
7	Cerro	RC&MR	Calle 100	Calle 100 Ex	Calle 100 Ex	N. Sitio	Calle 100*

Nota: Nuevo G: Vertedero Nuevo Guanabacoa, Calle 100 Ex: Ampliación de Calle 100

RC: Residuos de cocina, MR: Material reciclable

\* corresponde a la transportación de la recogida selectiva a las plantas de reciclaje o patios de compostaje. Otros sin

\* corresponde a la transportación de residuos mezclados hacia los vertederos

**Tabla 5.9.7 Cantidad de Residuos Segregados desde las Áreas de Recogida**

Unidad: ton/día

Municipio	Tipo de residuo	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Playa	Reciclable	20	20	20	20	20	20
	Cocina	66	66	66	66	66	66
	Otros	63	63	63	63	63	63
	Total	149	149	149	149	149	149
Plaza de la Revolución	Reciclable	0	0	0	17	17	17
	Cocina	0	0	0	58	58	58
	Otros	0	0	0	46	46	46
	Total	0	0	0	121	121	121
Centro Habana	Reciclable	0	0	0	10	10	10
	Cocina	0	0	0	37	37	37
	Otros	0	0	0	27	27	27
	Total	0	0	0	74	74	74
Habana Vieja	Reciclable	0	0	0	10	10	10
	Cocina	0	0	0	34	34	34
	Otros	0	0	0	27	27	27
	Total	0	0	0	71	71	71
Habana del Este	Reciclable	8	8	8	8	8	8
	Cocina	24	24	24	24	24	24
	Otros	19	19	19	19	19	19
	Total	51	51	51	51	51	51
Diez de Octubre	Reciclable	0	0	0	10	10	10
	Cocina	0	0	0	40	40	40
	Otros	0	0	0	28	28	28
	Total	0	0	0	78	78	78
Cerro	Reciclable	0	0	0	11	11	11
	Cocina	0	0	0	40	40	40
	Otros	0	0	0	29	29	29
	Total	0	0	0	80	80	80
Total	Reciclable	28	28	28	86	86	86
	Cocina	90	90	90	299	299	299
	Otros	82	82	82	239	239	239
	Total	200	200	200	624	624	624

(2) **Transportación de residuos remanentes después de la separación de los materiales reciclables**

Los residuos producidos por los patios de compostaje y las plantas de reciclaje en la Ampliación de Calle 100 y Nuevo Guanabacoa se depositarán en los vertederos cercanos. Después del cierre de la Ampliación de Calle 100 en el 2010, los residuos procedentes del patio de compostaje y la planta de reciclaje de Calle 100 se transportarán al Nuevo Sitio 1. El plan de transportación de los residuos en el 2010 y después del 2015 se muestra en la Figura 5.9.8 y 5.9.9 respectivamente.

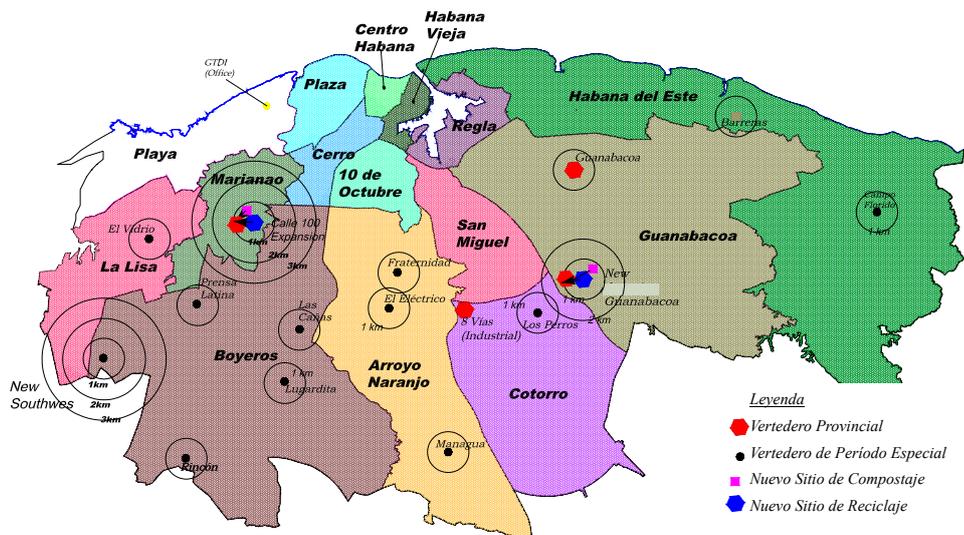


Figura 5.9.8 Sistema de Transportación de los Residuos Remanentes en el 2010

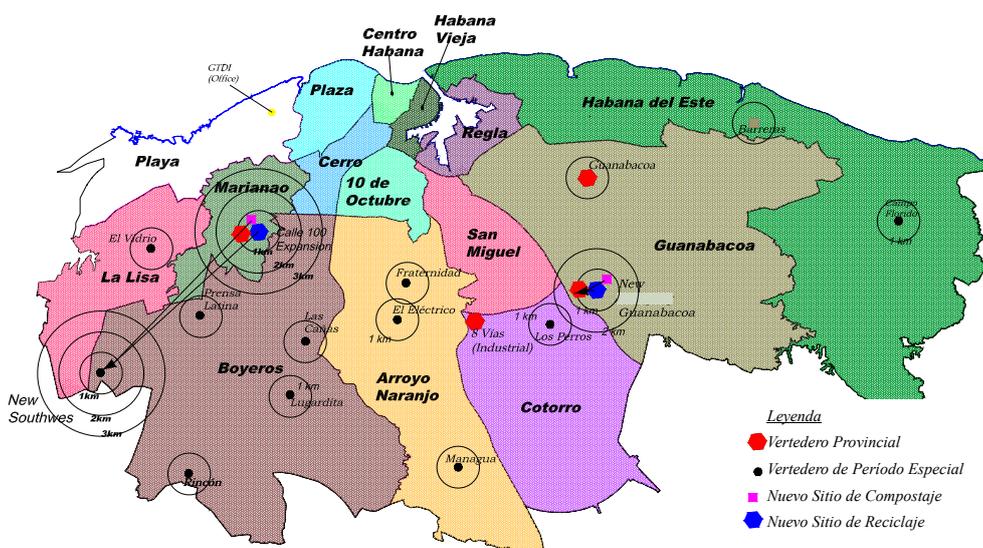


Figura 5.9.9 Sistema de Transportación de los Residuos Remanentes en el 2015

### (3) Condiciones de la recogida selectiva

El esquema de la separación de residuos y su sistema de recogida es el siguiente:

- El plan comenzará en dos municipios ((Playa, H. del Este) en el 2010 y en otros cinco municipios (Plaza, C. Habana, H. Vieja, Diez de Octubre y Cerro) en el 2013.
- Los RSU serán separados en tres categorías, concretamente, residuos de cocina, reciclables y otros residuos.
- La frecuencia de recolección de los residuos separados es la siguiente: Residuos de cocina siete días a la semana, reciclables dos días a la semana y otros residuos cinco días a la semana. La razón para recoger siete días a la semana es la reducción del número de vehículos recolectores. La frecuencia de recogida de otros residuos y reciclables se decidió sobre la base de que la relación de otros residuos con respecto a los reciclables es de 2 a 5.
- La cantidad máxima de residuos diarios se calculó sobre la base de un día para los residuos de cocina y de dos días para otros residuos debido a sus respectivas frecuencias de recolección.
- Capacidad de los vehículos recolectores: 18m<sup>3</sup> o 7.4 toneladas (igual a la asumida para la recogida mezclada, véase Informe Complementario B2)
- Velocidad de traslación de los vehículos recolectores: 55 km/hora (como se ha dicho).
- Horas de trabajo: 8 horas (como se ha dicho).

### (4) Número de vehículos necesarios

El sistema de recogida selectiva requiere más vehículos que la recogida mezclada. El número de vehículos requeridos aumentará en el 2010 y en el 2013, cuando sea introducida la recogida selectiva, según se muestra en la Tabla 5.9.8.

**Tabla 5.9.8 Cantidad Necesaria de Camiones Compactadores C/C**

Municipios	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Playa	13	13	13	13	23	23	23	23	23	23
Plaza de la Rev.	7	7	7	7	7	7	7	13	13	13
Centro Habana	5	5	5	5	5	5	5	9	9	9
Habana Vieja	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8
Habana del Este	3	3	3	3	7	7	7	6	6	6
Diez de Octubre	5	5	5	5	5	5	5	8	8	8
Cerro	5	5	5	5	5	5	5	9	9	9
Marianao	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
La Lisa	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Boyerros	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Arroyo Naranjo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cant. Total	50	50	50	50	64	64	64	84	84	84
Cant. Total Necesaria	59	59	59	59	76	76	76	99	99	99
Cant. existente UPPH	<b>39</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
A adquirir en el 2006	<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A adquirir en el 2007	-	<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
A adquirir en el 2008	-	-	<b>25</b>	25	25	25	25	25	25	25
A adquirir en el 2009	-	-	-	<b>2</b>	2	2	2	2	2	2
A adquirir en el 2010	-	-	-	-	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
A adquirir en el 2011	-	-	-	-	-	7	7	7	7	7
A adquirir en el 2012							<b>0</b>	0	0	0
A adquirir en el 2013								<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
Plan de adquisición	<b>20</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Deficit	<b>-20</b>	<b>-23</b>	<b>0</b>							

Nota: (1) Cantidad Total Necesaria incluye vehículos de reserva tomando en cuenta los vehículos en reparación o mantenimiento

(2) La tabla anterior incluye C/C de 18 m<sup>3</sup> para 4 municipios periféricos donde se previó el uso de C/C.

#### (5) Cantidad de contenedores necesarios

El número de contenedores necesarios en las áreas de servicio de UPPH para la recogida selectiva fue calculado según se muestra en la Tabla 5.9.9. En las zonas de separación, la cantidad mínima de contenedores a colocar es de tres, una para cada categoría diferente de separación. El número total de contenedores necesarios en el 2015 es de 32,522, lo que supera en 20,802 el caso de recogida mezclada. Serán adquiridos un total de 10,480 contenedores en el período 2010 – 2012 y otros 17,650 en el período 2013 – 2015.

**Tabla 5.9.9 Cantidad de Contenedores Necesarios para la Recogida Selectiva**

Descripción	2008-2009	2010-2012	2013-2015
Cant. necesaria de contenedores (Unidades)	4,688	14,872	32,522
Cant. de contenedores a adquirir (Unidades)	4,688	10,184	17,650

Nota: Todos los contenedores existentes de PEAD serán sustituidos por contenedores metálicos hacia el 2015. La vida útil de los contenedores metálicos se estima en 10 años, por lo tanto no se necesita reposición durante el período del P/M.

#### (6) Costo de la recogida selectiva por la UPPH

El costo total del sistema de recogida selectiva de residuos que será establecida por UPPH se resume en la Tabla 5.9.10.

**Tabla 5.9.10 Costo de la Recogida Selectiva por la UPPH**

Elementos/Año		2006-2010	2011-2015	Total
Costo de adquisición de vehículos (USD)		5,850,000	3,900,000	9,750,000
Costo de mantenimiento de vehículos (USD)		1,261,000	2,918,500	4,179,500
Costo de operación (CUP)		7,228,440	16,729,740	23,958,180
sub-total	(USD)	7,111,000	6,818,500	13,929,500
	(CUP)	7,228,440	16,729,740	23,958,180
Costo de adquisición de contenedores (USD)		3,257,280	5,198,440	8,455,720
Costo de mantenimiento de contenedores (USD)		162,864	259,922	422,786
Sub Total		3,420,144	5,458,362	8,878,506
<b>Total</b>	(USD)	10,531,144	12,256,862	22,788,006
	(CUP)	7,228,440	16,729,740	23,958,180

Nota: (1) Con fines de simplificación, todos los costos de adquisición y mantenimiento se estimaron en USD considerando que el componente mayor del costo son los equipos y piezas de repuesto.

(2) Los contenedores serán fabricados nacionalmente, pero hay que importar el material desde el exterior. El costo se estimó en USD considerando que el componente mayor lo constituye el material.

#### 5.9.4 Mejoramiento del sistema de recogida y transportación en áreas periféricas (área cubierta por las DMSC)

##### (1) Area actual de recogida por carretones tirados por caballos

Los carretones de caballos (H/C) se utilizan en estos momentos para la recogida de residuos en áreas rurales de los municipios periféricos. Actualmente existen seis oficinas de la DMSC que administran la operación en esas áreas. Los H/C recogen 0.06 ton/hora/unid y su velocidad de traslación en de 1.5 a 2.0 km/h. Los residuos recogidos se transportan a los vertederos de período especial ubicados cerca de cada área de recolección.

Un cambio previsible en el sistema de recogida por H/C es que en el P/M todos los VPEs serán cerrados para el 2008. Después, los RSU se transportarán al Nuevo Sitio 1 y al vertedero Nuevo Guanabacoa que están ubicados a distancias remotas. Esto hace pensar que el actual sistema de H/C no podría utilizarse para la transportación de residuos a partir del 2009. La DMSC necesita introducir un sistema modificado en el área.

El estudio evaluó las dos opciones siguientes para la modificación del sistema de recogida:

##### 1) Opción A: Utilización de los vertederos de período como estaciones de transferencia

Actualmente existen siete contenedores metálicos (10–18 m<sup>3</sup>) ubicados en áreas de los VPE cerrados. Un posible plan puede ser utilizar esos sitios cerrados como estaciones de transferencia. De acuerdo a las conversaciones con la C/P cubana, se propuso que como mínimo se necesitaría tres

estacones de transferencia. Los residuos recolectados por los H/C se almacenarían en esos contenedores y luego transportados en camión a los sitios de disposición final (Nuevo Guanabacoa y Nuevo Sitio 1). Los camiones pueden ser del tipo Ampi-Roll de tal manera que puedan manipular el contenedor lleno de residuos.

Según datos de la DMSC, el costo de esta sencilla estación de transferencia se estima en unos USD140,800. Además la DMSC podría necesitar fondos adicionales para la adquisición del terreno y vehículos de transporte.

Sin embargo, esta opción fue finalmente descartada basada en la comparación de costos con la Opción B descrita a continuación. Los detalles de esta comparación se presentan en el Informe Complementario B2 del Informe Final del Equipo de Estudio de JICA

## 2) Opción B: Sustitución del sistema de H/C por el sistema de C/C

Esta opción contempla la introducción del sistema de recogida por C/C en vez del sistema actual de recogida por H/C. Este sistema no requiere mantener áreas de los VPE como estaciones de transferencia, por lo que el terreno de los vertederos cerrados puede utilizarse para otros fines.

El área de recolección tiene muy baja densidad poblacional y los puntos de recogida están dispersos en un área amplia. En esta área, la eficiencia en la recogida de residuos por vehículo se supone relativamente baja, alrededor de 1 ton/hora/unidad. Asumiendo que la recogida dure 4 horas al día, la capacidad de los vehículos es de 4 – 5 ton/día/unidad. Esto hace pensar que el tipo de vehículo apropiado para satisfacer esta carga de trabajo debe ser un C/C de 12 m<sup>3</sup> con una capacidad de 5 toneladas.

No obstante, la UPPH desearía mantener el sistema de recogida tradicional con H/C en el área que fuera posible. Para satisfacer su solicitud, el sistema de recogida por H/C, con 1 ton/día/unidad, se mantendrá en servicio en áreas cercanas al vertedero de Campo Florido.

La cantidad necesaria de C/C de 12 m<sup>3</sup> se estima en 24 unidades como se muestra en la Tabla 5.9.11. Los vehículos deberán adquirirse antes del cierre de los vertederos de período especial a finales del 2006.

**Tabla 5.9.11 Cantidad Necesaria de Vehículos de Recogida para la Sustitución del Sistema Actual de Recogida por H/C**

Año	2005-2010	2011-2015
Cant. necesaria de Vehículos	24	
Cant. a ser adquirida	24	0

Nota: Tipo de vehículo: C/C de 12 m<sup>3</sup>. No se programan bajas de vehículos durante el período del P/M hasta el 2015

### 3) Comparación de las dos opciones

Como resultado de la comparación de costos, se adoptó la Opción B por las siguientes razones:

- El costo de la Opción B es menor que el de la Opción A como se muestra en la Tabla 5.9.12 más adelante, pero la diferencia es mínima
- El terreno de los tres VPE puede utilizarse con otros propósitos para beneficio de los pobladores en sus alrededores.
- Las condiciones de trabajo en la Opción B son más higiénicas que en la Opción A.

**Tabla 5.9.12 Comparación de las Opciones con Relación a la Actual Recogida y Transportación con H/C**

Sistema	Opción A	Opción B
Método de recogida y transportación	H/C y C/V de 10 m <sup>3</sup> (30 uds.) incluyendo 3 est. de transferencia	C/C 12 m <sup>3</sup> (24 uds.)
Costo inicial	USD2.52 millones	USD2.60 millones
Costo de O/M hasta el 2015	CUP10.14 millones USD0.25 millones	CUP5.20 millones USD 0.26 millones

### 4) Cronograma para la sustitución del sistema de H/C

A pesar de la comparación anterior, se supone que el sistema actual de H/C continuará por cierto tiempo, al menos hasta el 2006 cuando los VPE sean clausurados según el cronograma previsto, o preferiblemente, tanto como sea posible mientras las condiciones ambientales de los VPE sean tolerables.

La decisión final acerca de la selección de la Opción A o la Opción B estaría sujeta a los resultados del estudio ambiental detallado hecho posteriormente. Pudiera suceder que la Opción A se adoptara en algunos VPE y la Opción B para otros, según las condiciones ambientales de cada VPE. En las áreas no muy distantes de los tres vertederos principales (Nuevo Guanabacoa, Calle 100 y Nuevo Sitio 1), la recogida de residuos utilizando H/C puede continuar por un tiempo prolongado si así se considera.

Adicionalmente, el sistema de H/C continuará en el área de Campo Florido por el momento dada su corta distancia a las áreas de recogida.

Para la estimación de los fondos totales necesarios, el P/M consideró tentativamente que la Opción B sería llevada a cabo a partir del 2007.

Sin embargo, tomando en cuenta las dificultades para la adquisición de vehículos nuevos, los H/C podrán permanecer en las áreas cercanas a los vertederos seleccionados y pueden ser cambiadas paulatinamente

(2) Otras áreas periféricas de recogida

En las áreas periféricas donde los residuos son recolectados actualmente por T/C, existen dos opciones. Una es la introducción del sistema de C/C; la otra es continuar con el sistema existente con T/C. La comparación de sus costos muestra que el costo de ambos sistemas es casi el mismo. Esto sugiere que, de continuar utilizando los T/C, tendría la ventaja de poder utilizar tractores con carretas de fabricación nacional, Por lo tanto, en áreas sub-urbanas se adopta el sistema de recogida por T/C.

Como el vertedero Nuevo Sitio 1 comenzará a operar en el 2011, la cantidad necesaria de vehículos se incrementará debido a una mayor distancia de transportación. El número de vehículos necesarios y su costo se muestran en la Tabla 5.9.13.

**Tabla 5.9.13 Cantidad Necesaria de Vehículos de Recogida en Otras Areas Periféricas**

Año	2006-2010	2011-2015	Total
Cant. necesaria de unidades	81	122	122
Cant. de uds. dadas de baja	0	0	0
Cant. de uds. a adquirir	19	41	60
Costo total (USD)	483,636	1,043,636	1,527,273

Nota: Tipo de vehículo a adquirir: T/C de 15 m<sup>3</sup>, cantidad existente: 62 unidades

### 5.9.5 Mantenimiento de Vehículos y Equipos

(1) Conceptos para la planificación

El mejoramiento de la capacidad de mantenimiento contribuirá al incremento del índice de operación y de la vida útil de los vehículos de recolección. Los conceptos básico para la planificación de la maquinaria y equipos para los talleres de mantenimiento son los siguientes:

- Preferentemente los equipos será del modelo más simple, de operación manual o semi automática, para aprovechar su mantenimiento sencillo.
- Los equipos principales de mantenimiento deberán ubicarse en el taller central de la UPPH, pues el taller central es responsable del mantenimiento de todos los C/C.

- Las máquinas herramientas y equipos portátiles de menor tamaño para el mantenimiento diario deberán ubicarse en los talleres de las DMSC.
- Deberán adquirirse también equipos de limpieza y equipos de monitoreo ambiental para poder limpiar los vehículos y controlar las condiciones ambientales, principalmente en los vertederos.
- También se necesitan equipos de oficina de tal manera que los organismos de servicios de recogida puedan almacenar la información elemental acerca de los residuos sólidos.

(2) Maquinarias y equipos a adquirir

La primera prioridad es el equipamiento y diversas herramientas para la revisión de los motores y equipos de soldadura de gas y eléctricos para la carrocería de los vehículos. La segunda prioridad son las herramientas mecánicas para reparaciones generales y vehículos para el lavado de contenedores.

1) Máquinas herramientas

En la Tabla 5.9.14 aparece la lista de las máquinas herramientas necesarias. Las máquinas herramientas como tornos, taladros radiales y fresadoras deberán suministrarse al taller central de la UPPH. Los taladros de mano y pulidoras deberán suministrarse a la UPPH y a los 14 talleres de las DMSC.

2) Equipos

El equipamiento relacionado con la revisión es el más importante porque la mayoría de los vehículos C/C, T/C y C/V son anticuados. La lista de máquinas herramientas necesarias aparece en la Tabla 5.9.15. Los equipos principales consisten en: equipo de reparación de neumáticos, gatos, compresores de aire y equipos de soldadura. Los equipos deberán suministrarse a la UPPH y a todos los talleres de las DMSC.

**Tabla 5.9.14 Lista de Máquinas Herramientas**

Nombre del equipo		UPPH	DMSC
		Unidades	Unidades
1-4	Tornos (2), Taladro Radial, Pulidora	1	0
5	Pulidora de Banco	0	14
6-8	Fresadora, Sierra Eléctrica, Cortadora Eléctrica,	1	0
9-15	Taladro de Banco, Taladro Eléctrico (3), Pulidora Eléctrica, Pulidora de Disco(2)	1	14

Nota: La tabla anterior contiene las máquinas herramientas necesarias para la reparación y mantenimiento de los vehículos de recogida

**Tabla 5.9.15 Lista de Equipos**

Unidad: Cant. de unidades o juegos

Tipo de equipamiento		UPPH	DMSC
1-12	Máquina de soldadura por arco, Gato 20t y 10t, Motor para soldadura de Arco, Motor generador, Cambiador de Aceite (2), Bomba para engrase, Cargador de baterías, Comprobador de Baterías, Juego de herramientas, Fregadora de autos	1	14
13-18	Máquina de soldar por Argón, Motor para soldadura de Arco, Winche para motores, Cambiador de Neumáticos, Gato para Transmisión	1	0
19	Compresor de Aire	1	8
20	Cambiador de Neumáticos	0	8
21-22	Equipo de reparación de neumáticos, llaves de impacto	2	14
23	Gato de extensión, llaves de impacto	2	0

Nota: La tabla anterior contiene las máquinas herramientas necesarias para la reparación y mantenimiento de los vehículos de recogida

### 3) Herramientas para la reparación y mantenimiento de los vehículos

Además se necesitan herramientas para la reparación y mantenimiento de los vehículos. En la Tabla 5.9.16 aparece la lista de las herramientas necesarias. Las herramientas principales consisten en: llaves de cubos, martillos y llaves ajustables. También se necesitan varios tipos de materiales metálicos. Estas herramientas deberán suministrarse a la UPPH y a todos los talleres de las DMSC.

**Tabla 5.9.16 Lista de Herramientas y Materiales**

Nombre del equipo		Detalles	UPPH	DMSC
1	Llaves hexagonales	-	2	14
2	Cubos	-	2	14
3	Limas	Juego de Limas Planas/Redondas/ Triangulares	2	14
4	Escariadoras	Juego de escariadoras rectas/cónicas	2	14
5 -20	Barrenas, Destornilladores, Taladros, Tarrajas, Llaves españolas, Tenazas, Llaves ajustables, Tornillo de Banco, Mandarria, martillos, Caja de Herramientas, Rollo de cable, Palas, Piedras de afilar, Seguetas,	-	2 de cada uno	14
21	Instrumentos	Medidores, Cinta métrica, Calibradores, odómetro, compás, etc.	2	14
22	Medios de Protección	Anteojos, Guantes, Camillas, Caretas, etc.	2	14
23	Materiales de Metal	Planchas de acero, Barras de acero, Barras de aluminio, Barras de bronce, etc	2	2
24	Otros	Herramientas especiales	2	14

### 4) Equipos de Limpieza

La limpieza periódica de los contenedores es necesaria para mantenerlos limpios, especialmente para controlar los olores provenientes de restos de basura en el contenedor. Por lo tanto, se adquirirán varios tipos de equipos

para estos propósitos. En la Tabla 5.9.17 aparece la lista de los equipos de limpieza necesarios.

El vehículo de limpieza mecánica posee un tanque de agua de 7,500 litros con bombas de alta presión y tanque de almacenamiento para los residuos limpiados. El vehículo de limpieza de contenedores puede fregar entre 100 y 200 contenedores diarios.

También se necesitan equipos portátiles de limpieza para los vehículos de recolección afin de mantenerlos limpios.

**Tabla 5.9.17 Lista de los Equipos Mecánicos de Limpieza**

Unidad: Cant. de unidades o juegos

Tipo de Equipo		Detalles	UPPH	DMSC
1	Equipos Mecánicos de limpieza	Fregado automático de contenedores con tanque de agua de 7500 L	3	0
2	Fregadoras portátiles	Bombas eléctricas	4	14
3	Vehículo para el fregado de contenedores	Contenedores de PVC, aspersores de agua	4	0
4	Camión de Volteo	4 ton	4	4
5	Carros de Mano	Para llevar 2 depósitos de 160 litros, con ruedas	1,500	0

#### 5) Herramientas de inspección y comunicación

La inspección de los puntos de recolección y las indagaciones sobre los vertederos ilegales es una de las tareas más importantes de los organismos a cargo de los servicios de recogida. Las motocicletas son útiles en la inspección y el patrullaje para revisar los problemas de los residuos en la Ciudad. Los inspectores deben llevar equipos de comunicación para reportar los problemas a la oficina y tomar las contramedidas urgentes. En la Tabla 5.9.18 aparece la lista de los equipos necesarios.

**Tabla 5.9.18 Lista de los Equipos de Inspección y Comunicación**

Unidad: Cant. de equipos o juegos

Tipo de Equipo		Detalles	UPPH	DMSC
1	Motocicleta	50cc	4	15
2	Transmisor-Receptor de mano	Operado por Baterías. Alcance de 2 a 5km	10	14

#### 6) Equipos de oficina y otros

La obtención y almacenamiento de información es muy importante para los propósitos de mejorar la capacidad en el manejo de la recolección y transportación. Se necesitan computadoras e impresoras, así como tacómetros para los vehículos de recolección, los que podrán llevar un registro diario de tiempo de operación y distancia recorrida. La lista se muestra en la Tabla 5.9.19

**Tabla 5.9.19 Lista de Equipos de Oficina y Otros**

Nombre del Equipo	Detalles	UPPH	DMSC	
		Unidades	Unidades	
1	Computadora	Modelo de escritorio	2	15
2	Impresora	Con Fax	2	15
3	Tacómetro y cronómetro	Registro de 24 h (distancia y tiempo)	140	122

### 5.9.6 Plan de Empleo

#### (1) UPPH

El mejoramiento del sistema de recolección requiere más personal que el sistema actual. La Tabla 5.9.20 muestra que el personal de la UPPH crecerá de 517 (2004) a 1,023 en el 2015 con el sistema de recogida selectiva.

**Tabla 5.9.20 Plan de Empleo de la UPPH**

Descripción	2004	2010		2015		
		Cant. Necesaria	Saldo	Cant. Necesaria	Saldo	
Recogida Selectiva	Personal de Recogida	277	380	103	560	283
	Ingenieros	40	52	12	56	16
	Personal Técnico	130	195	65	210	80
	Obreros	45	91	46	98	53
	Personal de Limpieza de Contenedores	6	56	50	68	62
	Inspectores	18	27	9	29	11
	Operador de Datos	1	2	1	2	1
	Total	517	803	286	1,023	506

#### (2) DMSC

En el caso de la DMSC, el mejoramiento del sistema de recolección ayudará a reducir el personal necesario debido principalmente a la reducción de los trabajadores de H/C. La Tabla 5.9.21 muestra que el personal disminuirá en 602 para el 2015. La DMSC tendrá que ayudar a los operarios de los H/C a encontrar nuevos trabajos puesto que muchos de ellos están contratados temporalmente.

**Tabla 5.9.21 Plan de Empleo de la DMSC**

Descripción	Cant. Actual	2010		2015	
		Cant. Necesaria	Saldo	Cant. Necesaria	Saldo
Personal de Recogida	1,276	405	-871	610	-666
Ingenieros	44	25	-19	37	-7
Personal Técnico	106	41	-65	61	-45
Obreros	40	41	1	61	21
Personal de Limpieza de Contenedores	0	0	0	0	0
Inspectores	165	162	-3	244	79
Operador de Datos	0	15	15	15	15
Total	1,630	689	-941	1,028	-602

### 5.9.7 Cronograma de Implementación y Estimación de Costos

#### (1) Cronograma de Implementación

Los sucesos principales en el proceso de mejorar el sistema de recogida existente son los siguientes:

- El vertedero de Guanabacoa y tres vertederos de período especial fueron cerrados en el 2005 y según el plan del CITMA, Calle 100 (80 ha) también se cerrará en el 2008. Los principales vertederos después del 2009 serán la ampliación de Calle 100 (24 ha) hasta el 2010, el Nuevo Vertedero de Guanabacoa a partir del 2009 y el Nuevo Sitio 1 del 2011 en adelante.
- El sistema de recogida selectiva para dos municipios (Playa y Habana del Este) comenzará en el 2010, y en cinco municipios (Plaza, Centro Habana, Habana Vieja, Diez de Octubre y Cerro) comenzará en el 2013.
- La UPPH utilizará el C/C de 18 m<sup>3</sup> para el servicio de recogida selectiva.
- Los contenedores adoptados para el la recogida selectiva son los contenedores metálicos de 770 litros. Todos los contenedores de PEAD existentes serán sustituidos gradualmente en el plazo de 10 años.
- La DMSC introducirá el sistema de recogida por C/C de 12 m<sup>3</sup> en vez del sistema de recogida por H/C para el 2009.
- La recogida de residuos en áreas periféricas se mantendrá igual, es decir, recogida por T/C de 15 m<sup>3</sup>.
- Las actividades para mejorar la capacidad de mantenimiento deberán comenzar en el 2006. La primera prioridad es suministrar equipos para la revisión de motores y equipos de soldadura por gas y eléctricos para las carrocerías de los vehículos, mientras que la segunda prioridad es el suministro de herramientas mecánicas para reparación y mantenimiento y vehículos para el lavado de contenedores.

El cronograma de implementación se muestra en la Figura 5.9.10.

Implementación		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Separación (1)	Playa, H. Del este					Inicio					
Separación (2)	Plaza, C. Hab, Hab. Vieja, 10 Oct. Cerro								Inicio		
C/C 18 m <sup>3</sup>	Plan de Adquis. Vehículos	0	0	25	2	19	7	0	23	0	0
C/C 12 m <sup>3</sup>	Plan de Adquis. Vehículos	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0
T/C 15 m <sup>3</sup>	Plan de Adquis. Vehículos	0	0	19	0	41	0	0	0	0	0
Cont. 770 lts.	Plan de sustitución	0	0	3,516	1,172	7,840	1,172	1,172	15,306	1,172	1,172
Talleres	Plan de Adquisición	non	non	Maq. Herr y Equip.t	non	Otros	non	non	non	non	non

**Figura 5.9.10 Cronograma de Implementación para la Recogida y Transportación de Residuos**

(2) Estimación de costos

El costo total de proyecto de mejoramiento del sistema de recolección se muestra en la Tabla 5.9.22. El desembolso de estos gastos se estiman según el cronograma de implementación descrito en la Figura 5.9.10

**Tabla 5.9.22 Costo Total para el Mejoramiento del Sistema de Recogida**  
CUP/USD 1,000 a precios constantes

Aspecto	Categoría	Unidad	2006-2010	2011-2015	Total
Vehículos de recogida	Costo de Capital	USD	8,952	4,944	13,895
		CUP	0	0	0
	Costo de O/M	USD	1,963	4,349	6,312
		CUP	17,015	39,971	56,986
Contenedores	Costo de Capital	USD	3,257	5,198	8,455
		CUP	0	0	0
	Costo de O/M	USD	163	260	423
		CUP	0	0	0
Costo de los Talleres	Costo de Capital	USD	757	2,592	3,349
		CUP	0	0	0
	Costo de O/M	USD	114	837	951
		CUP	3,063	7,020	10,083
Total		USD	15,206	18,181	33,387
		CUP	20,078	46,991	67,069

Nota: El costo de capital no incluye costos de ingeniería, costos imprevistos ni costos administrativos.