

# Sección I

---

*Manual para Mejoramiento de la  
Recolección*

# **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS OPTIMIZACION DE RUTAS**

---

<b>OPTIMIZACIÓN DE RUTAS</b>	<b>1</b>
<b>1. PASO 1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN</b>	<b>2</b>
1.1. AREA DE ESTUDIO	2
1.2. SERVICIO ACTUAL DE RECOLECCIÓN	3
1.2.1 PLANO RUTA ACTUAL	3
1.2.2 INFORMACIÓN RELATIVA A TIEMPOS DE LAS RUTAS	4
1.3. LEVANTAMIENTO INFORMACIÓN ADICIONAL	5
<b>2. PASO 2 DIAGNÓSTICO DE LAS RUTAS</b>	<b>5</b>
2.1. TONELADAS RECOLECTADAS VS HORAS DE RECOLECCIÓN	5
2.2. TONELADAS VERSUS HORAS PAGADAS	6
2.3. TONELADAS POR VIAJE	6
2.4. TONELADAS/AYUDANTE/DÍA	7
<b>3. PASO 3 OPTIMIZACIÓN DE RUTAS</b>	<b>8</b>
3.1. DISEÑO DE RUTAS	8
3.1.1 SECTORIZACIÓN	8
3.2. DIAGRAMACIÓN	14
3.3. CÁLCULO DEL NÚMERO DE CONTENEDORES	16
3.4. VERIFICACIÓN DE LA RUTA	17
3.5. IMPLANTACIÓN DE LAS RUTAS	17
3.6. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA RUTA	18
3.6.1 DURANTE EL PERIODO DE PRUEBA	18
3.6.2 DURANTE PERIODO OPERACIÓN NORMAL	20
3.7. EJEMPLO	22

## **OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE RECOLECCIÓN**

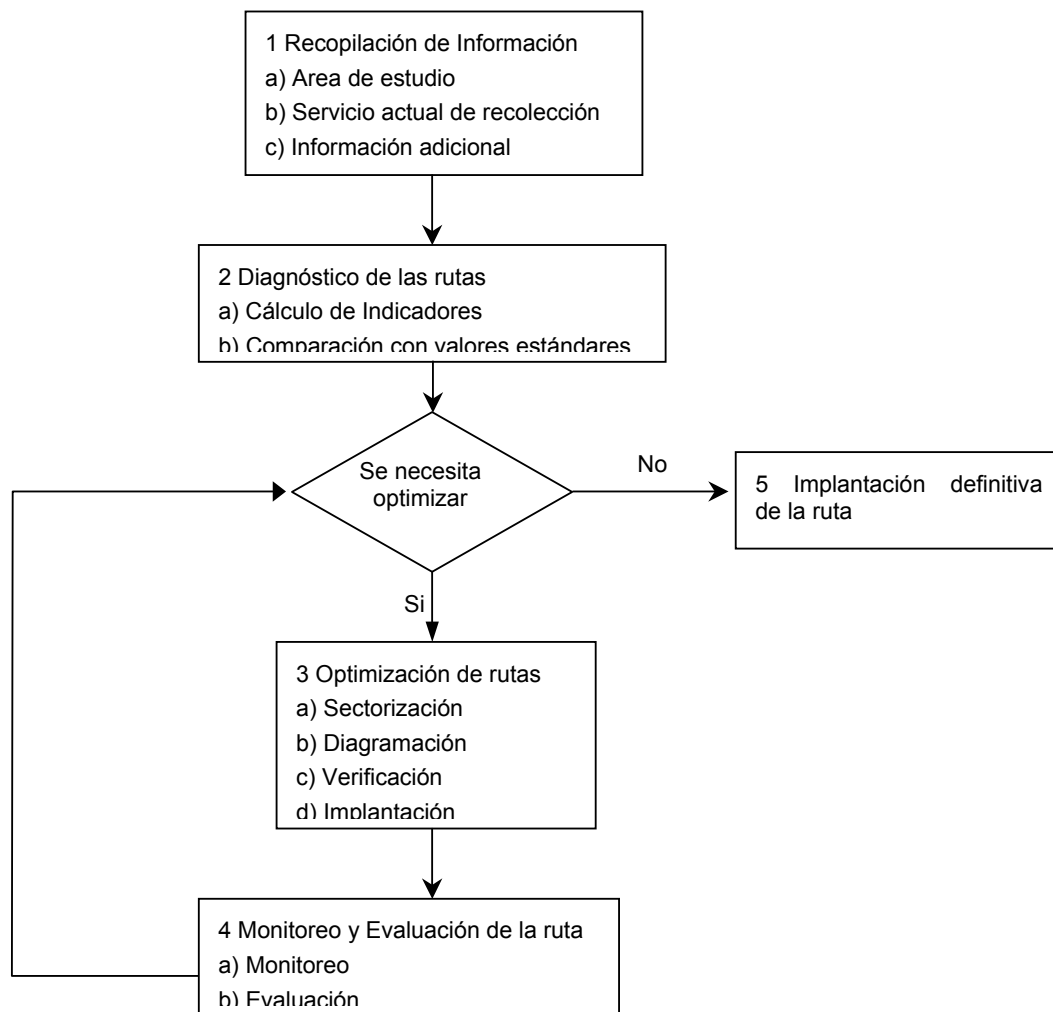
---

La optimización de las rutas de recolección de residuos sólidos se realizará a partir de las rutas actuales, manteniendo en lo posible el área de cobertura, los vehículos asignados y la jornada de trabajo de 8 horas.

La optimización de rutas incluye los siguientes pasos

1. Recopilación de información
2. Diagnóstico de las rutas
3. Diseño de rutas
4. Monitoreo de las rutas y Evaluación de Rutas
5. Implantación definitiva de la ruta

A continuación se muestra el diagrama de flujo de la optimización de rutas



## 1. PASO 1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

El objetivo de este paso es obtener información relativa al área donde se optimizarán las rutas, las características del servicio de recolección que se realiza en dicha área y el levantamiento de información adicional si se requiere. Esta información permitirá efectuar el diagnóstico de los recorridos actuales de recolección y generar la información necesaria para la posterior optimización de las rutas

### 1.1. AREA DE ESTUDIO

En un plano a una escala que permita visualizar con claridad todo el área de estudio, y la infraestructura vial, identifique:

- Las barriadas y sus límites, zonas comerciales, zonas industriales y sobre generadores<sup>1</sup> (por ejemplo comercios aislados o instituciones).
- Número de habitantes y de viviendas de cada barriada. Para la determinación de estos valores utilice los datos del último Censo Nacional y proyecte dichos valores al año de estudio, de acuerdo a la tasa de crecimiento anual, proyectada por la Contraloría General de la República de Panamá, Dirección de Estadística
- Las calles donde no es posible el movimiento de los vehículos de recolección
- Las calles o avenidas que tengan un único sentido de circulación.
- Las calles o avenidas con alto flujo de tránsito, consignando a la vez las horas punta cuando esto se produce
- Las calles o avenidas que durante el día modifican su sentido de circulación, indicando a la vez el horario cuando esto ocurre
- Calles o avenidas de fuertes pendientes, en este caso se identificará el punto más alto y más bajo
- Punto del sector más cercano a la base
- Punto del sector más cercano al relleno sanitario
- Identifique este plano como Area Estudio

En la representación de la información en el plano utilice lo indicado en cuadro simbología (ver Anexo).

## **1.2. SERVICIO ACTUAL DE RECOLECCIÓN**

### **1.2.1 Plano ruta actual**

En un plano a escala similar a la anterior consigne la siguiente información:

- Las rutas actuales de recolección, identificando claramente el sentido de movimiento del camión, los recorridos productivos y muertos
- La ubicación y capacidad (yd<sup>3</sup> o m<sup>3</sup>) de los contenedores si los hubiere
- Indique a la vez dentro de un recuadro las distancias productivas<sup>2</sup>, muertas<sup>3</sup> y totales para cada ruta de recolección, así como el porcentaje que representa la distancia productiva frente a la distancia total de la ruta, que queda definido por la siguiente relación

---

<sup>1</sup> Sobre generadores: Corresponden a los usuarios que generan un volumen de residuos mayor al establecido para el sector residencial, se puede considerar un valor de 200 litros/día

<sup>2</sup> Distancia productiva: Corresponde a la distancia que recorre el camión recolectando residuos.

<sup>3</sup> Distancia Muerta: Corresponde a la distancia en la cual el camión sólo se moviliza y no existe recolección.

$$\% \text{ Distancia productiva vs. Distancia total} = \frac{\text{Distancia productiva} \times 100}{(\text{Distancia productiva} + \text{Distancia muerta})}$$

**Ejemplo**

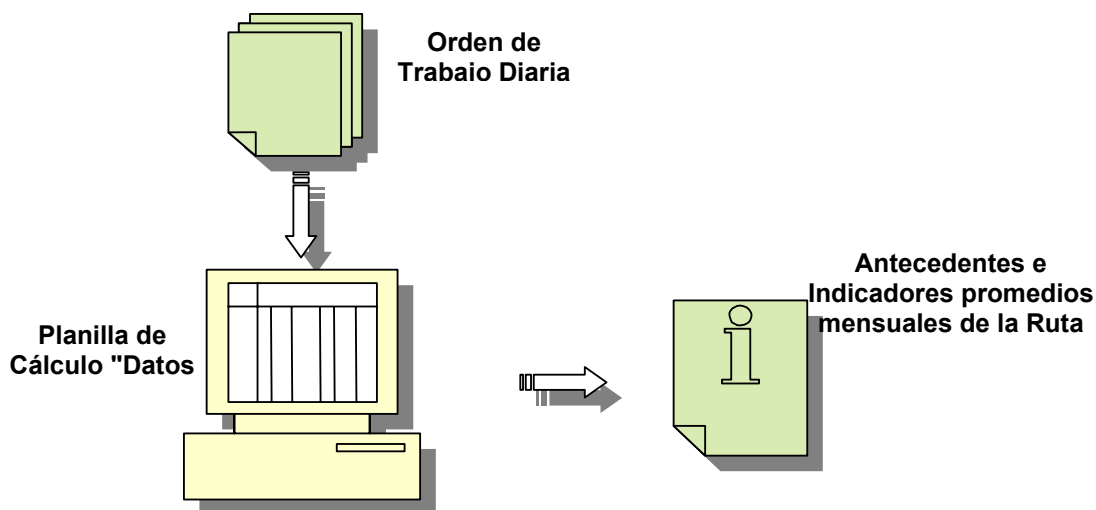
Distancia productiva	25 Km
Distancia muerta	12 Km
% =	$25 \times 100 = 67.56\%$ (12+25)

→ Identifique el plano como Características Rutas Actuales

En la representación de la información en el plano utilice lo indicado en cuadro simbología (ver anexo).

**1.2.2 Información relativa a tiempos de las rutas**

En la Planilla de cálculo "Optimizaruta"<sup>4</sup>, ingrese la información contenida en las Ordenes de Trabajo Diario de la ruta, correspondiente a los últimos tres meses, para obtener los antecedentes e indicadores<sup>5</sup> de la ruta, valores mensuales y promedios y que se utilizarán posteriormente para el diagnóstico de ella.



En el caso en que los datos estén contenidos en el formato antiguo de la Orden de Trabajo, considere únicamente la información de los últimos dos meses, el tercer mes corresponderá al mes de levantamiento de información adicional. Los datos a ingresar y los antecedentes e indicadores que obtendrá se indican en anexo.

<sup>4</sup> Ver en Anexos uso de la Planilla Optimizaruta

<sup>5</sup> En Anexos se incluye la definición y los procedimientos de cálculo para los indicadores

### 1.3. LEVANTAMIENTO INFORMACIÓN ADICIONAL

Mientras no entre en vigencia la nueva Orden de Trabajo, no se podrá conocer los tiempos de las rutas actuales, por lo que deberá monitorear directamente en terreno los tiempos de las rutas a optimizar.

En este caso los tiempos serán consignados en el Formato de la nueva Orden de Trabajo y posteriormente traspasados a la Planilla de Cálculo *Optimizaruta*, específicamente en la hoja denominada *mes 3*.

El período de monitoreo debe ser de al menos un mes y debe ser realizado por personal especialmente capacitado para ello, de modo de evitar errores en el levantamiento de la información y a la vez entrenar al conductor en la toma de datos.

Por otra parte, si las rutas en estudio incluyen la recolección de residuos industriales y/o de comercio y se ha decidido que una vez implementadas las rutas optimizadas estos serán recolectarlos a través del servicio exclusivo ICI (institucional, comercial e industrial). Proceda a cuantificar la cantidad de desechos que corresponden a estos generadores, para ello, al menos durante 15 días recolecte por separado dichos desechos y registre las toneladas recolectadas.

## 2. PASO 2 DIAGNÓSTICO DE LAS RUTAS

Utilizando la información obtenida en el paso 1 punto 1.2.2, correspondiente a los antecedentes e indicadores promedios mensuales de la ruta, proceda a efectuar el diagnóstico de la ruta, para establecer la necesidad de optimizarla. El diagnóstico se realiza sobre la base de Indicadores Optimos<sup>6</sup> que se definen a continuación.

### 2.1. TONELADAS RECOLECTADAS VS HORAS DE RECOLECCIÓN

Se diagnóstica si la frecuencia de recolección es la adecuada, a través de una comparación entre el valor obtenido para el indicador toneladas recolectadas/ tiempo recolección (Ton / hora) para las rutas en estudio con el valor óptimo que se indica en el cuadro siguiente:

Rango aceptable para indicador Toneladas/Tiempo total de recolección		
Tipo de recolección (Zona urbana)	Rango aceptable	Valor Optimo
Método puerta a puerta, o mixto, 3 ayudantes.	2.3 a 2.6 ton/hora	2.45 ton/hora
Método de punto a punto, (contenedores), 3 ayudantes,	2.8 a 3.2 ton/hora	3.0 ton/hora

<sup>6</sup> Ver Indicadores óptimos en Anexos

Si la relación entre valor del indicador logrado y el Indicador Óptimo es menor a 0.9, se puede decir que la frecuencia del servicio no es la adecuada, y que se requiere extender el periodo entre los días de recolección, es decir disminuir la frecuencia y por lo tanto la ruta debe ser optimizada.

*Ejemplo*

*Cantidad de residuos recolectada al mes =300 toneladas*

*Tiempo total de recolección al mes = 158 horas*

*Método :Puerta a puerta, tres ayudantes, zona urbana, frecuencia de recolección diaria*

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Total toneladas recolectadas al mes} = 300}{\text{Tiempo total de recolección al mes} = 158} = 1.9 \text{ ton/hora}$$

$$\text{Indicador óptimo} = 2.45 \text{ ton/hora}$$

$$\text{Indicador} = \frac{1.9}{2.45} = 0.78$$

$$\text{Indicador óptimo} = 2.45$$

El valor 0.78 es inferior al valor 0.9 indicado para la relación, por lo que se debe disminuir la frecuencia de recolección.

**2.2. TONELADAS VERSUS HORAS PAGADAS**

Se diagnóstica si la cantidad de toneladas recolectadas está de acuerdo con la cantidad de horas pagadas para ejecutar el servicio. El diagnóstico se realiza a través de la comparación entre el valor obtenido para el indicador toneladas recolectadas vs. horas pagadas, con el valor aceptable establecido para este indicador, el cual generalmente está entre 0.30 a 0.35, para el diagnóstico se considerará que la ruta debe ser optimizada si el valor es menor al valor óptimo que es 0.33.

*Ejemplo*

<i>Cantidad de residuos recolectada al mes</i>	<i>300 ton</i>
<i>Horas pagadas conductor</i>	<i>283</i>
<i>Horas pagadas recolectores (3 recol.)</i>	<i>853</i>
<i>Total horas pagadas al mes</i>	<i>1136</i>
<i>Toneladas recolectadas al mes</i>	<i>= <math>\frac{300}{1136} = 0.26</math></i>
<i>Total horas pagadas al mes</i>	<i>1136</i>

El valor 0.26 está muy por debajo del valor óptimo, lo que quiere decir que la cantidad de residuos recolectada en la ruta es muy baja con respecto a las horas pagadas o que el servicio no se ejecuta dentro de la jornada diaria, generándose horas extras, por lo que la ruta debe ser optimizada.

**2.3. TONELADAS POR VIAJE**

Se diagnóstica si las rutas de recolección se han establecido adecuadamente y que los vehículos no operan con sobre carga, comparando los valores obtenidos para el indicador Toneladas/viaje con la carga útil máxima que puede transportar el camión que realiza la ruta.



Se establecerá que la ruta está bien diseñada si la relación entre toneladas por viaje con la carga útil máxima de transporte del camión está dentro del rango óptimo de 0.9 a 1.05, cualquier valor fuera de este rango indicará que la ruta debe ser optimizada.

La capacidad útil máxima de transporte del camión se establecerá considerando el peso bruto del vehículo, peso del chasis, y peso de la caja compactadora de acuerdo a la siguiente fórmula

$$\text{Carga útil máxima} = \text{Peso bruto del vehículo} - \text{Peso del chasis} - \text{Peso caja compactadora}$$

#### Ejemplo 1

Toneladas por viaje promedio mes	5.9 ton
Carga útil máxima del camión	7.0 ton
Toneladas por viaje promedio mes	= $\frac{5.9}{7.0}$ = 0.84
Carga útil máxima camión	7.0

El valor 0.84 está por debajo del rango fijado, el vehículo está subutilizado por lo que la ruta se debe optimizar.

#### Ejemplo 2

Toneladas por viaje promedio mes	7.5 ton
Carga útil máxima del camión	7.0 ton
Toneladas por viaje promedio mes	= $\frac{7.6}{7.0}$ = 1.09
Carga útil máxima camión	7.0

El valor 1.09 está por sobre el rango óptimo, lo que indica que el vehículo trabaja sobrecargado y es necesario optimizar la ruta.

## 2.4. TONELADAS/AYUDANTE/DÍA

Se diagnóstica el rendimiento diario de un ayudante de recolección, comparando la cantidad de residuos recolectados al mes con el número de ayudantes efectivos al mes. Si el valor es substancialmente menor al óptimo fijado, se puede decir que el rendimiento logrado por los ayudantes (recolectores<sup>7</sup>) no es el adecuado lo que presumiblemente se debe a una baja acumulación de residuos y un gran recorrido por lo que se debe estudiar otra frecuencia y optimizar la ruta.

Se establecerá que la ruta está mal diseñada si el rendimiento del ayudante de recolección es menor a 4.3 ton/ayudante/día, establecido como valor óptimo.

---

<sup>7</sup> Recolector: Personal que efectúa el levante de residuos y los carga en el camión recolector

*Ejemplo*

Toneladas recolectadas mes 300 ton

Número de recolectores efectivos al mes 3 ayud

Día efectivos al mes 26

Rendimiento = Toneladas recolectadas mes

Número de recolectores efectivos mes x Días efectivos al mes

$$\text{Rendimiento} = \frac{300}{3 \times 26} = 3.8$$

El rendimiento logrado de 3.8 es menor al valor óptimo por lo que se debe optimizar la ruta.

### 3. PASO 3 OPTIMIZACIÓN DE RUTAS

Se optimizará la ruta cuando el diagnóstico realizado en el paso 2 arroje como resultado que algunos de los indicadores presentan valores fuera de los rangos definidos como aceptables u óptimos.

#### 3.1. DISEÑO DE RUTAS

##### 3.1.1 Sectorización

La primera actividad ha realizar es la sectorización, la cual consiste en dividir el área que cubren las rutas actuales, de manera que cada sector asigne a cada equipo de recolección una cantidad apropiada de trabajo, utilizando toda su capacidad. Los sectores pueden ser divididos en subsectores, donde cada uno de ellos corresponde a un viaje de recolección.

##### a.- Definición características del servicio

Antes de proceder a la sectorización se debe precisar las siguientes características del servicio de recolección:

Frecuencia de recolección:	Esta podrá ser diaria (6 días a la semana), tres veces por semana o dos veces por semana. La frecuencia define el número de días de atención en el subsector
Carga útil de camión recolector:	Se definirá el o los camiones a utilizar y la carga útil máxima, la que se determinará como se indica en el paso 2 punto 2.3.

Número de viajes jornada:	Se definirá el número de viajes que realizará el camión dentro de la jornada de trabajo <sup>8</sup> .
Número de jornadas al día:	Se definirá si el sector de estudio tendrá recolección diurna, nocturna, en este caso sólo se realizará una jornada al día, o ambas a la vez, lo que indica dos jornadas días.
Número de días de trabajo a la semana:	Se definirá cuantos días a la semana trabajará el camión recolector en el sector

**b.- Cálculo cantidad de residuos a recolectar**

Determine la cantidad de residuos a recolectar, para ello desde la planilla *Optimizaruta*, obtenga la cantidad de residuos recolectada mensualmente, como valor promedio de los tres meses de información.

En el caso en que se considere eliminar la recolección de los residuos ICI que se encuentran en las rutas, al total de toneladas recolectadas mensualmente se le restará las toneladas mes correspondientes a este tipo de desechos.

$$\text{Toneladas mes proyecto} = \text{Toneladas totales mes} - \text{Toneladas ICI al mes}$$

Con las toneladas mes proyecto, determine la P.P.C. para el sector residencial, de acuerdo a la siguiente formula:

$$P.P.C. = \frac{\text{Toneladas mes proyecto} \times 1000}{N^{\circ} \text{ habitantes total área} \times N^{\circ} \text{ días mes}}$$

*Toneladas mes proyecto corresponde a las toneladas promedio de los tres meses de información.*

*Con la P.P.C. y el número de habitantes por barriada calcule la producción de residuos para la semana, para el día de máxima acumulación (día pico<sup>9</sup>) y el día de acumulación normal (día normal<sup>10</sup>), los últimos dos valores de acuerdo a la frecuencia con la que se realizará la recolección.*

<sup>8</sup> Jornada de trabajo: Corresponde al número de horas de trabajo en el día establecidas por Ley. Se debe tomar 8 horas/día

<sup>9</sup> Día pico: Día en el cual se produce la máxima acumulación de residuos.

<sup>10</sup> Día normal: Día(s) de menor acumulación de residuos

$$\text{Producción residuos barriada (i)/semana} = \frac{\text{PPC} \times \text{N}^\circ \text{ habitantes barriada (i)} \times 7 \text{ días}}{1000}$$

$$\text{Producción. de residuos barriada (i)/día pico} = \frac{\text{PPC} \times \text{N}^\circ \text{ hab. barriada (i)} \times \text{N}^\circ \text{ días máxima acumulación}}{1000}$$

$$\text{Producción. de residuos Barriada (i) /día Normal} = \frac{\text{PPC} \times \text{N}^\circ \text{ hab. barriada (i)} \times \text{N}^\circ \text{ días acumulación normal}}{1000}$$

El número de días de acumulación en base a la frecuencia de recolección corresponde a:

Frecuencia	N° días máxima acumulación	N° días acumulación normal
Diaria	2	1
Tres veces por semana	3	2
Dos veces por semana	4	3

Calculada la producción de residuos por barriada, calcule la producción total de residuos para el área de estudio como la sumatoria de las generaciones por barriada.

**c.- Cálculo de subsectores y número de camiones**

Calcule el número total de subsectores y el número de subsectores atendidos por un camión como:

$$\text{N}^\circ \text{ Total Subsectores} = \dots\dots\dots \frac{\dots\dots\dots \text{Toneladas día máxima acumulación}}{\text{Carga útil camión recolector por viajes} \times \text{Número de viaje Jornada}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Subsectores atendidos por un camión} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ días trabajados a la semana}) \times (\text{N}^\circ \text{ Jornada día})}{(\text{N}^\circ \text{ de días de atención a la semana en el subsector})}$$

Conocido el número total de subsectores y el número de subsectores atendidos por un camión, proceda a calcular el número de camiones necesarios para desarrollar el servicio de acuerdo a la siguiente fórmula

$$\frac{N^{\circ} \text{ Camiones}}{\text{Subsectores atendidos por un camión}} = \frac{N^{\circ} \text{ total Subsectores}}{N^{\circ}}$$

Identifique los sectores y subsectores de acuerdo al siguiente criterio.

Sector i	Donde i es el número del camión compactador que realiza la recolección en el sector.
Subsector i-j	Donde i es el número del sector donde se ubica el subsector y j corresponde a un número correlativo que se define en base a los días de atención.

#### *Ejemplo*

Una zona residencial tiene un servicio de recolección con frecuencia tres veces por semana, la que se realiza con 2 camiones compactadores, los que trabajan seis días a la semana y atienden cada uno un total de 2 subsectores. En este caso los sectores y subsectores se identifican como:

<i>Sector 1</i>		<i>Camión compactador<sup>11</sup> N°1</i>
<i>Subsector 1-1</i>	<i>2 viajes</i>	<i>(Lunes – miércoles – Viernes)</i>
<i>Subsector 1-2</i>	<i>2 viajes</i>	<i>(Martes – Jueves – Sábado)</i>
<i>Sector 2</i>		<i>Camión compactador N°2</i>
<i>Subsector 2-1</i>	<i>2 viajes</i>	<i>(Lunes – miércoles – Viernes)</i>
<i>Subsector 2-2</i>	<i>2 viajes</i>	<i>(Martes – Jueves – Sábado)</i>

#### **d.- Verificación del número de viajes por jornada realizado por camión.**

Conocido el número de subsectores y camiones necesarios para realizar el servicio de recolección en el área de estudio, proceda a verificar el tiempo que se requiere para efectuar el número de viajes establecidos por jornada y las toneladas totales transportadas.

De la planilla de cálculo *Optimizaruta*, específicamente hoja *resumen*, obtenga la información referente a los tiempos muertos promedios de las rutas, que incluye:

- Tiempo Base-Sector
- Tiempo Sector-Relleno
- Tiempo Relleno
- Tiempo Relleno-Sector

<sup>11</sup> Camión compactador : Camión empacador

→ Tiempo Relleno-Base

Calcule el tonelaje que debe transportar cada camión en la jornada el día de máxima acumulación, de acuerdo a:

$$\begin{aligned} & \textbf{Toneladas día pico a transportar por} \\ & \textbf{camión} = \\ & \frac{\textit{Toneladas día pico} \times \textit{N}^\circ \textit{ días atención a}}{\textit{la semana por subsector} \quad \textit{Número de días}} \\ & \quad \textit{trabajados a la semana} \quad \times \textit{Número de} \\ & \quad \quad \quad \textit{camiones} \end{aligned}$$

Si se considera para el camión más de un viaje en la jornada, contemple siempre que el primer viaje se realiza a carga útil máxima.

Calcule el tiempo muerto y de recolección para el primer viaje, de acuerdo a:

$$\begin{aligned} \frac{\textit{Tiempo muerto 1er viaje}}{\textit{+ Tiempo ruta - relleno}} \\ \textit{+Tiempo relleno + Tiempo relleno- ruta} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\textit{Tiempo productivo 1er viaje}}{\textit{Toneladas carga útil máxima}} \\ \textit{Toneladas/hora recolección} \end{aligned}$$

Adopte el valor del indicador Toneladas/hora de recolección igual al valor óptimo indicado en el paso 2 punto 2.1, tomando en cuenta el tipo de recolección.

Sume el tiempo muerto y productivo del primer viaje para obtener el tiempo de ciclo<sup>12</sup> del primer viaje.

$$\frac{\textit{Tiempo ciclo 1er viaje}}{\textit{muerto primer viaje + Tiempo productivo primer viaje}} = \textit{Tiempo}$$

Si se considera un único viaje por jornada, compare el tiempo de ciclo con el tiempo de la jornada, si el tiempo de ciclo es menor que el tiempo de la jornada y la relación entre Toneladas por viaje vs. carga útil máxima, es mayor o igual a 0.9

---

<sup>12</sup> Tiempo de ciclo: Corresponde al tiempo que demanda un viaje completo de recolección

los subsectores están bien diseñados, en caso contrario, considere el diseño de las rutas con camiones de menor capacidad y calcule nuevamente el número de subsectores.

Si se considera más de un viaje por jornada, calcule el tiempo disponible para el segundo ciclo de acuerdo a

$$\frac{\text{Tiempo disponible } 2^{\circ} \text{ ciclo}}{\text{Horas jornada}} = \text{Horas jornada} - \text{Horas primer ciclo}$$

Calcule el tiempo muerto total para el segundo viaje y el tiempo disponible de recolección como:

$$\frac{\text{Tiempo muerto } 2^{\circ} \text{ viaje}}{\text{Tiempo ruta - relleno} + \text{Tiempo relleno} + \text{Tiempo relleno base}} =$$

$$\text{Tiempo disponible recolección } 2^{\circ} \text{ viaje} = \text{Tiempo disponible } 2^{\circ} \text{ viaje} - \text{Tiempo Muerto } 2^{\circ} \text{ viaje}$$

Calcule las toneladas a transportar en el segundo viaje

$$\frac{\text{Toneladas } 2^{\circ} \text{ viaje}}{\text{Toneladas por camión día pico} - \text{Toneladas } 1^{\text{er}} \text{ viaje}} =$$

Calcule el tiempo necesario para realizar la recolección de las toneladas del segundo viaje como:

$$\frac{\text{Tiempo real de recolección } 2^{\circ} \text{ viaje}}{\text{Toneladas } 2^{\circ} \text{ viaje}} =$$

$$\text{Toneladas/hora recolección}$$

Adopte el valor del indicador Toneladas/hora de recolección igual al utilizado en el primer viaje.

Si el tiempo disponible para recolección 2° viaje es mayor que el tiempo de recolección 2° viaje, se verifica que el camión puede recolectar el total de toneladas asignadas dentro de la jornada de trabajo, calcule entonces el tiempo total trabajado en la jornada como:

$$\text{Tiempo total trabajado en la Jornada} = \text{Tiempo (muerto + productivo) } 1^{\text{er}} \text{ viaje} + \text{Tiempo (muerto + productivo) } 2^{\circ} \text{ viaje}$$

Si el tiempo disponible para recolección del 2° viaje es menor al tiempo real de recolección 2° viaje, calcule las toneladas recolectadas correspondientes al tiempo disponible como:

$$\text{Toneladas reales de recolección 2° viaje} = \frac{\text{Tiempo de recolección disponible 2° viaje} \times (\text{Toneladas/hora recolección})}{\text{Carga útil camión recolector por viaje}}$$

Utilice el mismo valor empleado anteriormente para Toneladas/hora de recolección.

Calcule el total de toneladas recolectadas en la jornada como la suma de las toneladas del primer y segundo viaje y calcule el número de viajes jornada como

$$\text{N° viajes jornada} = \frac{\text{Toneladas totales recolectadas en la jornada}}{\text{Carga útil camión recolector por viaje}}$$

Con el nuevo valor del número de viajes jornada repita el proceso de cálculo de subsectores y número de camiones.

#### **e.- Delimitación de subsectores**

En una copia del plano denominado área de estudio, anote en cada barriada las toneladas de residuos a recolectar el día de máxima acumulación

Defina los límites de los subsectores de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- En base a las toneladas a recolectar el día de máxima acumulación, agrupe las barriadas de modo que la suma de las toneladas a recolectar sea aproximadamente igual al tonelaje diseñado por subsector (toneladas a recolectar por un camión el día de máxima acumulación).
- Utilice vías arteriales y barreras topográficas como ríos, lagos, etc. como límites del subsector

Identifique cada subsector utilizando el criterio definido en punto 3.1.1. letra a)

Identifique los sectores de acuerdo al criterio definido en el mismo punto anterior

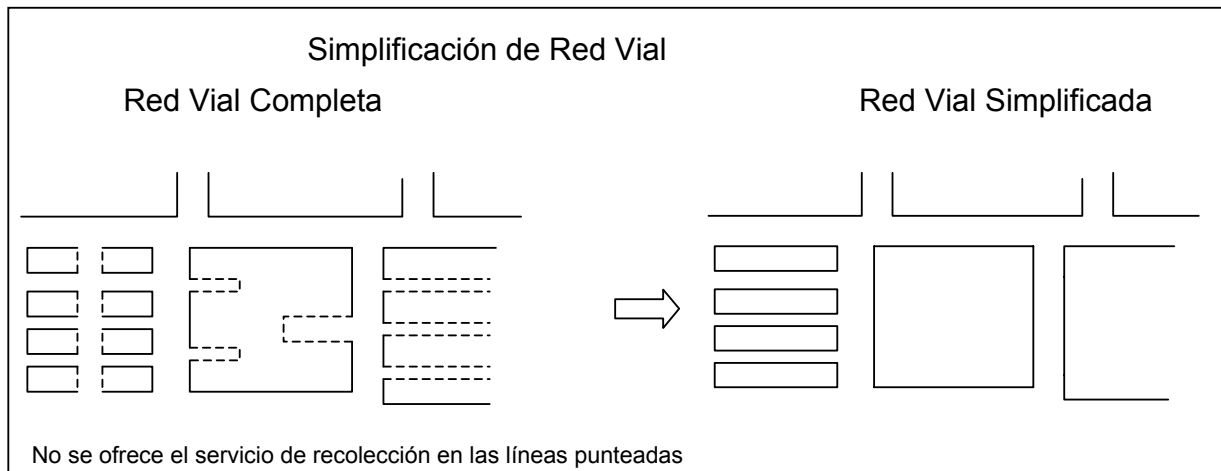
Identifique el plano como Límites Subsectores

### **3.2. DIAGRAMACIÓN**

Prepare un plano de trabajo para cada subsector, a partir de una copia del plano Límites Subsectores o utilizando papeles transparentes

En ambos casos, simplifique la red vial de acuerdo a la información contenida en el plano Area de Estudio y el siguiente criterio





Dibuje el desarrollo de la ruta tomando en cuenta los siguientes criterios y la información en plano denominado Area Estudio:

- Evite duplicaciones, repeticiones y movimientos innecesarios
- Respete las disposiciones de tránsito
- Minimice el número de vueltas izquierda y redondas, con el propósito de evitar pérdidas de tiempo al cargar, reducir peligros a la tripulación y minimizar la obstaculización del tráfico
- Las rutas con mucho tráfico no deben recorrerse en la hora de mayor tránsito
- Trate de iniciar las rutas en los puntos más cercanos a la base, y conforme avanza el día, ir acercándose al lugar de disposición final con el propósito de disminuir el tiempo de acarreo.
- Las partes más elevadas deben recorrerse al inicio de la ruta
- Dentro de lo posible las vías empinadas deben recorrerse cuesta abajo, realizando la recolección a ambos lados de las vías, con el fin de aumentar la seguridad de trabajo, acelerar la recolección, minimizar el desgaste de equipos y reducir el consumo de combustible y aceite.
- Cuando use el trazado Peine<sup>13</sup> es preferible desarrollar las rutas con recorridos largos y rectos antes que dar vueltas a la derecha.
- Cuando use el trazado de Doble Peine<sup>14</sup> es preferible desarrollar las rutas con muchas vueltas en el sentido del reloj, alrededor de manzanas.

<sup>13</sup> Trazado Peine: Recolección de ambos lados de las vías a la misma hora, se recorre solamente una vez por día

<sup>14</sup> Trazado doble peine: Recolección de un lado de las vías, se recorre por lo menos dos veces por cada día.

Repita el procedimiento anterior para optimizar el recorrido, cuantificando para cada diagramación realizada el número de vueltas a la izquierda y a la derecha, y las distancias no productivas

Seleccione la diagramación de la ruta que tiene el menor número de vueltas a la izquierda y menor recorrido no productivo.

### 3.3. CÁLCULO DEL NÚMERO DE CONTENEDORES

En el caso en que en el proceso de optimización de las rutas, se considere una variación de la frecuencia (disminución o aumento) y existan contenedores se deberá calcular el nuevo número de contenedores en base al siguiente procedimiento.

De acuerdo a la ubicación de los contenedores (información contenida en plano Características Rutas Actuales), determine el número de habitantes que utilizan contenedores para almacenar sus residuos.

Con el número de habitantes, la PPC calculada en el punto 3.1.1. letra b) y el número de días de la máxima acumulación, calcule las toneladas a almacenar en los contenedores

$$\text{Toneladas a almacenar en contenedor} = N^{\circ} \text{ habitantes} \times \text{PPC} \times N^{\circ} \text{ días máxima acumulación}$$

Calcule el volumen total de residuos a almacenar en contenedores como

$$\text{Volumen de residuos a almacenar en contenedor} = \frac{\text{Toneladas almacenadas en contenedor}}{\text{Densidad de basura en contenedor}}$$

Asuma la densidad de la basura en el contenedor entre 0.15 a 0.2 Ton/m<sup>3</sup>.

Defina la capacidad de los contenedores que se instalarán y determine el número de contenedores como:

$$N^{\circ} \text{ de contenedores} = \frac{\text{Volumen de residuos a almacenar en contenedores}}{\text{Capacidad de un contenedor} \times 0.9}$$

Se ha considerado un factor de seguridad en el cálculo, por lo que se asume que los contenedores solo se llenarán hasta el 90% de su capacidad máxima.

Conocido el número de contenedores, proceda a distribuirlos en el área, en base al número de habitantes.

### 3.4. VERIFICACIÓN DE LA RUTA

Verifique cada una de las diagramaciones de la rutas, para lo cual concorra a terreno y constate o compruebe:

- La longitud del recorrido por kilómetros de cada ruta
- Constate la vialidad (sentidos de circulación)
- Compruebe la transitabilidad de las calles, idealmente verifíquelo posteriormente para las distintas épocas del año
- Notifique si dentro de la ruta propuesta existen manzanas deshabitadas y consecuentemente no necesitan servicio de limpieza
- Tome nota de los problemas de circulación, ocasionados por calles angostas, obstrucción por vehículos estacionados, calles con fuerte pendiente, etc.
- Notifique si dentro de la ruta existen sobre generadores

Si verifica la existencia de condiciones que afecten la diagramación, realice las modificaciones necesarias

Describa la ruta de recolección ya verificada para la zona de acuerdo al siguiente esquema.

SOBRE	DESDE	A	VUELTA	ESTILO RECORRIDO	HORA
Calle 1	Calle a	Calle b	Izquierda	Servicio	07:00
Calle b	Calle1	Calle 2	Derecha	Servicio	

Indique el nombre de la calle por donde va circulando el camión

Indique el nombre de la calle hacia donde va a dar vuelta

Indique si el camión va recolectando (servicio) o exclusivamente en transporte (transporte)

Indique el nombre de la calle desde donde inicio el desplazamiento sobre la calle que actualmente circula

Indique el sentido de la vuelta (derecha, izquierda)

Indique la hora de inicio y de término del servicio, puede incluir horario para puntos de control

### 3.5. IMPLANTACIÓN DE LAS RUTAS

Antes de poner en operación las nuevas rutas capacite al personal, incluyendo a los supervisores, conductores y recolectores en las siguientes materias:

- Responsabilidades establecidas por puesto de trabajo y relación funcional entre ellos
- Interpretación de la simbología utilizada en la diagramación de rutas, como ser inicio y término de ruta, dirección del recorrido, recorrido en servicio y en transporte exclusivo, puntos de fiscalización

- Forma de ejecutar el servicio, recolección puerta a puerta, levante de contenedores, residuos que no forman parte del servicio, forma de operar el sistema compactador, procedimientos de carga y descarga, detección de sobre generadores
- Uso de los implementos de seguridad, aspectos relacionados con los riegos y accidentes laborales inherentes a la actividad.
- Capacite al conductor y supervisor sobre la forma de llenar y operar con el formulario Orden de Trabajo Diario y adiéstrelo en terreno en relación a los nuevos recorridos.

Realice actividades dirigidas a informar a la comunidad sobre el nuevo servicio de recolección, dentro de estas desarrolle:

- Reuniones con los pobladores de las distintas barriadas donde informe claramente la frecuencia, días y horarios de atención del servicio de recolección
- Instalación de carteles en puntos altamente concurridos, como ser campos deportivos, supermercados, escuelas, etc.
- Distribución de volantes donde se indique los días y horarios de atención, frecuencia del servicio y el número telefónico donde se puede consultar sobre el nuevo servicio y/o plantear reclamos

Ponga en operación las nuevas rutas, y considere un periodo de prueba de 30 días en el cual efectuará el monitoreo constante de ellas y los ajustes necesarios.

### **3.6. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA RUTA**

#### **3.6.1 *durante el periodo de prueba***

##### **a.- Monitoreo**

Durante la primera semana asigne a un técnico para que verifique diariamente el cumplimiento de las rutas y detecte cualquier anomalía.

Si detecta alguna anomalía, analice como ésta impacta el diseño y/o la diagramación y realice el ajuste correspondiente

Asigne al supervisor de la ruta puntos específicos donde deberá controlar la hora de pasada del camión. Estos puntos posteriormente los usará como puntos de control de la ruta.

En el periodo de prueba revise en forma aleatoria cada una de las rutas durante e inmediatamente efectuada la recolección y verifique la calidad del servicio, controlando:

- El correcto levante de todos lo residuos
- El adecuado manejo del equipo compactador
- El correcto levante y descarga de los contenedores

- La existencia de desechos diseminados
- La limpieza de toda el área aledaña a los contenedores
- La generación de ruidos excesivos, identifique su origen (equipo compactación, bocina, personal, etc)
- La descarga de líquidos desde el camión hacia las calles
- El uso adecuado del uniforme e implementos de seguridad por parte de los trabajadores
- El comportamiento del personal de recolección hacia los usuarios
- La presencia de residuos no domiciliarios que no pueden ser cargados en el camión compactador

Tome medidas correctivas para eliminar o minimizar cualquier anomalía detectada y que afecta la calidad del servicio.

De ser necesario vuelva a capacitar al personal y refuerce su adiestramiento en relación a la forma de ejecutar su trabajo.

Diariamente recupere los datos contenidos en la Orden de Trabajo Diario e ingréselos a la planilla de cálculo *Optimizaruta*, en hoja Rutas.

#### **b.- Evaluación**

La planilla *Optimizaruta* calcula en forma automática los indicadores y otros antecedentes de la ruta, los cuales se entregan en la hoja denominada *resumen* de dicha planilla.

Las variables de control e indicadores a través de los cuales se evaluará las rutas en el periodo de prueba corresponden a:

##### *Variables de control*

- Toneladas
- Tiempos de ruta
- Consumo de combustible
- Horas trabajadas ruta

##### *Indicadores*

- Toneladas / Horas recolección
- Toneladas / Horas pagadas
- Toneladas / Viaje
- Toneladas / Ayudante / día
- Rendimiento combustible medido como galones / hora

Las variables de control le permitirá evaluar el comportamiento de las rutas a través del tiempo, por lo que deberá llevar un libro de registro de las variables de control de cada ruta.

Revise diariamente los valores de los indicadores y efectúe una comparación con los valores óptimos definidos para los indicadores en el Paso 2. Si detecta que alguno de los indicadores presenta todos los días valores inferiores al óptimo, analice las posibles causas y realice los ajustes necesarios a la ruta.

De igual forma compare los indicadores diarios entre si, para establecer si hay cambios importantes de acuerdo al día de recolección.

Revise diariamente los tiempos de recolección y tiempos muertos de cada ruta, si detecta fluctuaciones importantes diariamente, investigue la causa en terreno y corrija

Compare los resultados de los indicadores para las nuevas rutas optimizadas con los indicadores bajo los cuales se diagnosticaron inicialmente las rutas. Calcule el porcentaje de variación de cada uno de ellos y analice la necesidad de efectuar algún ajuste a la ruta.

Al término de los 30 días del período de prueba realice el diagnóstico de las rutas de acuerdo al paso 2. Si el diagnóstico indica que las rutas están bien diseñadas implante definitivamente las rutas. Si el diagnóstico es negativo, optimice nuevamente la ruta.

Al término del periodo de prueba y logrado los objetivos de optimización, elabore el plano definitivo de las rutas y describa cada una de ellas de acuerdo a lo indicado en paso 3.3, también incorpore en el plano la ubicación de los contenedores y de los puntos de control de la ruta y los horarios previstos de pasada del camión por ellos.

### **3.6.2 *Durante periodo operación normal***

#### **a.- Monitoreo**

Diariamente levante la información de tiempos a través de la Orden de Trabajo diario.

Diariamente recupere los datos contenidos en la Orden de Trabajo Diario e ingréselos a la base de datos.

El supervisor deberá verificar el desarrollo de la ruta, monitoreando todos los puntos de control de la ruta al menos una vez a la semana, también deberá verificar la calidad del servicio controlando los mismos aspectos indicados para el periodo de prueba, punto 3.5.1. letra a). Deberá informar semanalmente al personal técnico en el caso que registre anomalías.

#### **b.- Evaluación**

Mensualmente obtenga de la base de datos los valores de los indicadores.

Con los indicadores obtenidos realice un diagnóstico de la ruta de acuerdo al paso 2. y establezca si se cumplen las metas fijadas (indicadores óptimos).

Para el indicador rendimiento de combustible, compare el valor obtenido con el valor óptimo asignado por tipo de vehículo. La relación entre el indicador y el valor óptimo no debe ser menor a 0.9.

Si no se cumplen las metas, programe un monitoreo de la ruta de acuerdo a lo indicado en el punto 3.5.1 letra a) y determine las causas de los bajos resultados. Corrija las anomalías, de no ser posible evalúe la necesidad de volver a optimizar la ruta.

De acuerdo a lo que se indica en la tabla siguiente, recupere de la base de datos los valores de las variables de control y las horas acumulativas de trabajo de los camiones, y realice las siguientes evaluaciones:

Variable de Control	Evaluación
Toneladas	<p>Le permitirá conocer si se produce un aumento o disminución de la generación de residuos en el área y a la vez programar la adquisición de nuevo equipo si se requiere.</p> <p>Evalúe semestral o anualmente la variación de las toneladas recolectadas mensualmente en el sector, calcule la tasa de crecimiento.</p> <p>Proyecte para los próximos dos o tres años la generación de residuos para el sector, y evalúe la necesidad de incorporar nuevos vehículos.</p> <p>Realice la misma operación con los demás sectores y elabore un programa de adquisición de camiones por aumento de la generación de residuos.</p>
Tiempos ruta	<p>Le permitirá controlar los tiempos que se utilizan en los distintos movimientos del camión y verificar el cumplimiento de la ruta.</p> <p>También podrá detectar aquellos movimientos que presentan un incremento en sus tiempos y que requieren de control, como por ejemplo, la descarga de desechos en el relleno sanitario o el desplazamiento del camión por vías saturadas. Esta variable de control le permite fiscalizar el trabajo de los recolectores y conductor del vehículo, ya que generalmente un aumento los tiempos asociados a transporte están asociado a variaciones en el recorrido o salidas de ruta.</p> <p>Compare mensualmente si los tiempos sufren importantes variaciones, de ser así investigue la (s) causa (s) y tome las medidas correctivas, si ello no es posible se deberá verificar las horas de trabajo en la jornada y si se generan</p>

Variable de Control	Evaluación
	horas extras se deberá nuevamente optimizar la ruta.
Consumo combustible	<p>Le permitirá calcular las necesidades de combustible por sector y para toda la flota de camiones, y determinar los requerimientos de combustible por año.</p> <p>Semestralmente revise si se ha generado un aumento importante en el consumo de combustible, si esto sucede averigüe cuales son las causas (mecánicas, mal control del recurso) y corrija.</p>
Horas trabajadas en la ruta	<p>Le permitirá comparar a lo largo del tiempo la utilización del recurso camión, el cumplimiento de la jornada diaria, y proyectar las horas anuales de operación del camión.</p> <p>Semestralmente calcule la variación que se genera en las horas trabajadas en la ruta y proyecte las horas para los próximos dos años.</p> <p>Las horas proyectadas súmelas al acumulativo de horas de operación del camión y obtendrá las horas acumulativas proyectadas para los dos años.</p> <p>Realice la diferencia entre las horas de vida útil del camión y las horas acumulativas proyectadas, para cada uno de los años, con lo que obtendrá el remanente de vida útil del camión y analice la necesidad de reposición del vehículo.</p> <p>Realice la misma operación con los demás sectores y elabore un programa de adquisición de camiones por reposición.</p>

Actualice las variables de control de la ruta anualmente en el libro de registro.

### 3.7. EJEMPLO

#### a) Características del servicio

Población año 2000 del área a optimizar	26,808
Población proyectada año 2002	27,673
Tasa decrecimiento anual	1.6%
Frecuencia definida para optimización	3 veces por semana
Carga útil camión recolector	8 toneladas
Número de viaje jornada	2
Número jornadas día	1



Número de días trabajados semana	6
Número de días a la semana de atención subsector	3
Toneladas promedio últimos 3 meses	686 ton/mes
Toneladas ICI	98.4ton/mes

b) Cantidad de residuos a recolectar

Toneladas mes proyecto =  $686 - 98.4 = 587.6$  ton/mes

PPC =  $(587.6 \times 1000) / (27,673 \times 30) = 0.71$  kg/hab/mes

La tabla siguiente entrega las producciones de residuos por barriada y total para el área a optimizar, el número de días día de máxima acumulación es tres.

Barriada	Habitantes Año 2000	Habitantes Año 2002	Generación Semana	Generación día pico	Generación día normal
	N°	N°	Ton/sem	Ton/día	Ton/día
A	3207	3,310	16.2	7.0	4.6
B	1989	2,053	10.1	4.3	2.9
C	2406	2,484	12.2	5.2	3.5
D	1361	1,405	6.9	3.0	2.0
E	2321	2,396	11.7	5.0	3.4
F	1342	1,385	6.8	2.9	1.9
G	1986	2,050	10.0	4.3	2.9
H	1636	1,689	8.3	3.5	2.4
I	1322	1,365	6.7	2.9	1.9
J	1528	1,577	7.7	3.3	2.2
K	3898	4,024	19.7	8.4	5.6
L	1648	1,701	8.3	3.6	2.4
M	2164	2,234	10.9	4.7	3.1
<b>Total</b>	<b>26,808</b>	<b>27,673</b>	<b>135.6</b>	<b>58.1</b>	<b>38.7</b>

c) Cálculo de subsectores y sectores

N° Total Subsectores =  $58.1 / 16 = 3.63$       4 subsectores

N° subsectores atendidos por camión =  $(6 \times 1) / 3 = 2$  subsectores / camión

N° camiones =  $4 / 2 = 2$  camiones

#### Denominación subsectores

<i>Sector 1</i>	<i>N° viajes</i>	<i>Camión compactador N°1</i>
<i>Subsector 1-1</i>	<i>2 viajes</i>	<i>(Lunes – miércoles – Viernes)</i>
<i>Subsector 1-2</i>	<i>2 viajes</i>	<i>(Martes – Jueves – Sábado)</i>
<i>Sector 2</i>		<i>Camión compactador N°2</i>
<i>Subsector 2-1</i>	<i>2 viajes</i>	<i>(Lunes – miércoles – Viernes)</i>
<i>Subsector 2-2</i>	<i>2 viajes</i>	<i>(Martes – Jueves – Sábado)</i>

#### d) Verificación del número de viajes

Toneladas a día punta por camión =  $58.1 \times 3 / (6 \times 2) = 14.5$  Ton/día/camión

Los tiempos muertos promedios obtenidos de los meses anteriores son:

<i>Tiempos</i>	<i>Horas</i>
<i>Base-Ruta</i>	<i>0.2</i>
<i>Ruta-Relleno</i>	<i>0.34</i>
<i>Relleno</i>	<i>0.25</i>
<i>Relleno-Ruta</i>	<i>0.15</i>
<i>Relleno-Base</i>	<i>0.35</i>

Tiempo muerto 1er viaje =	$0.20 + 0.34 + 0.25 + 0.15 = 0.9$ horas
Tiempo productivo primer viaje	$8 / 2.45 = 3.3$ horas
Tiempo ciclo 1er viaje	$0.9 + 3.3 = 4.2$ horas
Tiempo disponible 2° ciclo	$8 - 4.2 = 3.8$ horas
Tiempo muerto 2° viaje	$0.34 + 0.25 + 0.35 = 0.94$ horas
Tiempo disponible recolección 2° v.	$3.8 - 0.94 = 2.9$ horas
Toneladas 2° viaje	$14.5 - 8 = 6.5$ ton
Tiempo real recolección 2° viaje	$6.5 / 2.45 = 2.7$ horas

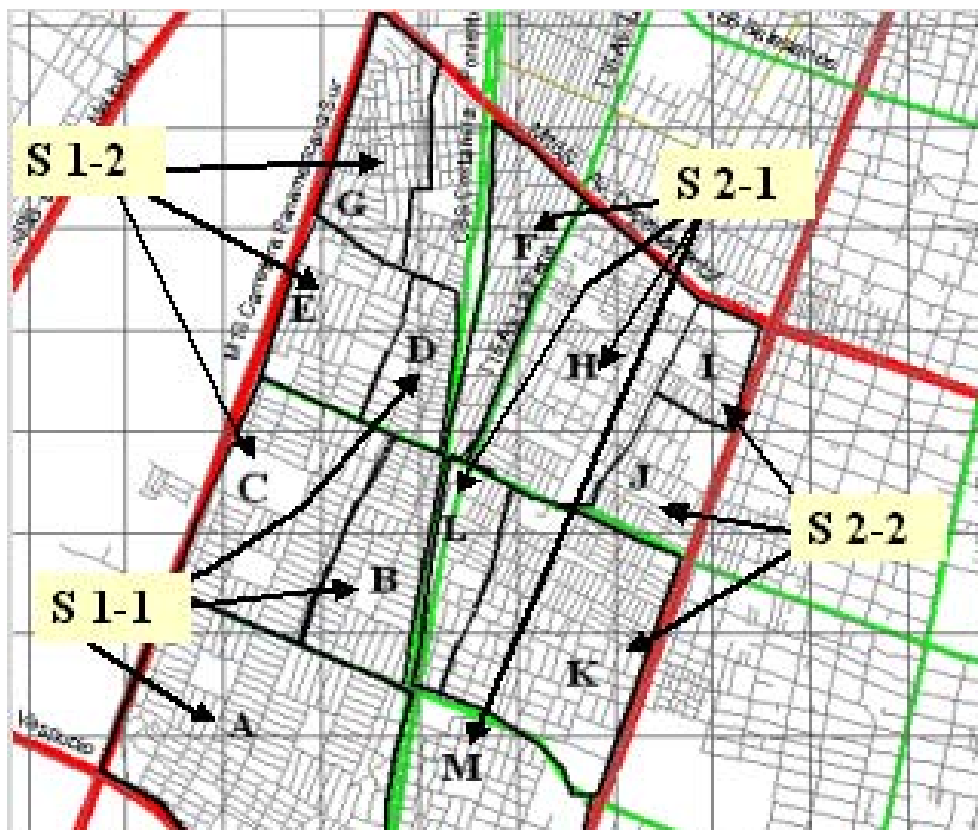
Tiempo disponible recolección 2° viaje (2.9 horas) es mayor que tiempo real recolección 2° viajes (2.7 horas), por lo que se verifica que el camión puede recolectar el total de toneladas asignadas en la jornada de trabajo el día pico.

#### e) Delimitación de sectores

Agrupación de tonelaje por barriadas y por emplazamiento de las mismas

Barriada	Generación día pico	S1 -1	S1 -2	S2 -1	S2 -2
	Ton/día	Ton/día	Ton/día	Ton/día	Ton/día
A	7.0	7.0			
B	4.3	4.3			
C	5.2		5.2		
D	3.0	3.0			
E	5.0		5.0		
F	2.9			2.9	
G	4.3		4.3		
H	3.5			3.5	
I	2.9				2.9
J	3.3				3.3
K	8.4				8.4
L	3.6			3.6	
M	4.7			4.7	
<b>Total</b>	<b>58.1</b>	<b>14.2</b>	<b>14.6</b>	<b>14.7</b>	<b>14.6</b>

La siguiente figura muestra la delimitación de sectores



## ANEXO

---

<b>1. MANEJO PLANILLA OPTIMIZARUTA .....</b>	<b>27</b>
<b>2. INDICADORES .....</b>	<b>34</b>
<b>3. INDICADORES UTILIZADOS EN LA OPTIMIZACIÓN DE RUTAS.....</b>	<b>36</b>
<b>4. CUADRO SIMBOLOGIA PARA PLANOS .....</b>	<b>37</b>

## **ANEXO**

---

### **1. MANEJO PLANILLA OPTIMIZARUTA**

Con el propósito de facilitar el proceso de optimización de rutas, se elaboró una planilla de cálculo la que a partir de los datos de tiempo, tonelaje, dotación de personal y consumo de combustible de la ruta, calcula las variables de control e indicadores necesarios para evaluarlas.

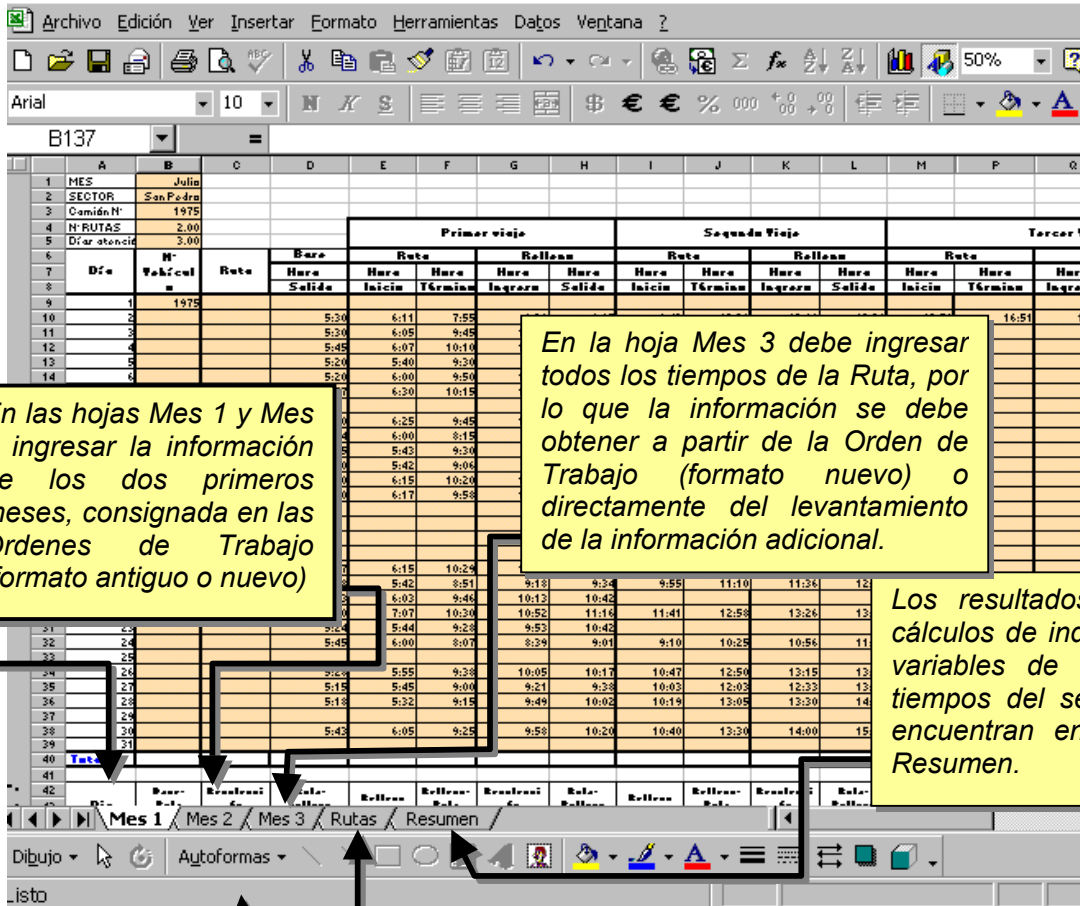
Esta planilla se utilizará exclusivamente en el proceso de optimización de ruta, una vez realizada la implantación definitiva de la ruta, la evaluación de ella se efectuará a través del manejo de la base de datos.

La información que requiere la planilla podrá ser levantada directamente de la Orden de Trabajo (formato nuevo), en la cual se registrarán los distintos tiempos de la ruta, sin embargo, actualmente dicho documento aún no entra en operación y el formulario vigente solamente permite obtener los antecedentes de tiempos de la ruta con relación a la salida y entrada tanto a la base como al relleno sanitario, los que no son suficientes para calcular los tiempos muertos y productivos del servicio. Por lo anterior, mientras no entre en uso el nuevo formato, la recopilación de información de la ruta actual deberá incluir por lo menos el último mes de los tres a considerar todos los datos que consigna el nuevo formulario de Orden de Trabajo.

Adicionalmente, como no todos los vehículos de recolección cuentan con odómetro, para medir los desplazamientos en la ruta, la evaluación del servicio se realizará considerando exclusivamente la variable tiempo.

A continuación se presenta la forma de operar la planilla de cálculo Optimizaruta.

La planilla Optimizaruta, está conformada por 5 hojas de cálculo, denominadas, Mes 1, Mes 2, Mes 3, Rutas y Resumen, como se muestra en la figura siguiente.



En las hojas Mes 1 y Mes 2 ingresar la información de los dos primeros meses, consignada en las Ordenes de Trabajo (formato antiguo o nuevo)

En la hoja Mes 3 debe ingresar todos los tiempos de la Ruta, por lo que la información se debe obtener a partir de la Orden de Trabajo (formato nuevo) o directamente del levantamiento de la información adicional.

Los resultados de los cálculos de indicadores, variables de control y tiempos del servicio se encuentran en la hoja Resumen.

La planilla OPTIMIZARUTA tiene 5 hojas denominadas  
 Mes 1  
 Mes 2  
 Mes 3  
 Ruta  
 Resumen

En la hoja Ruta debe ingresar todos los tiempos y demás antecedentes recopilados durante el mes de prueba de la implantación de la ruta optimizada.

En las tres primeras hojas deben traspasarse los antecedentes del servicio contenidos en las Ordenes de Trabajo Diario.

En las hojas Mes 1 y Mes 2, se incorporan los datos de la ruta correspondiente a los dos primeros meses de información, por Ejemplo, si la optimización de rutas se está haciendo en el mes de Octubre, Mes 1 debe contener la información de Julio,

y Mes 2 la del mes de Agosto. La información puede provenir de las ordenes de Trabajo que actualmente se usan (antigua) o las que tienen formato nuevo si están en operación.

El Mes 3 debe contener todos los datos de tiempo que incluye la hoja.

Las Hojas Mes 1, Mes 2 y Mes 3 incluyen un total de 5 Tablas como se muestra en la siguiente figura.

**Solamente en las celdas marcada con color se debe ingresar datos**

**Tabla N°1**  
En esta tabla ingrese los antecedentes contenidos en la Orden de Trabajo Diario

**Tabla N°2**  
Se entregan en esta tabla los resultados de los distintos tiempos generados diariamente en la ruta

**Tabla N°3**  
Se entregan en esta tabla los valores diarios de los indicadores.

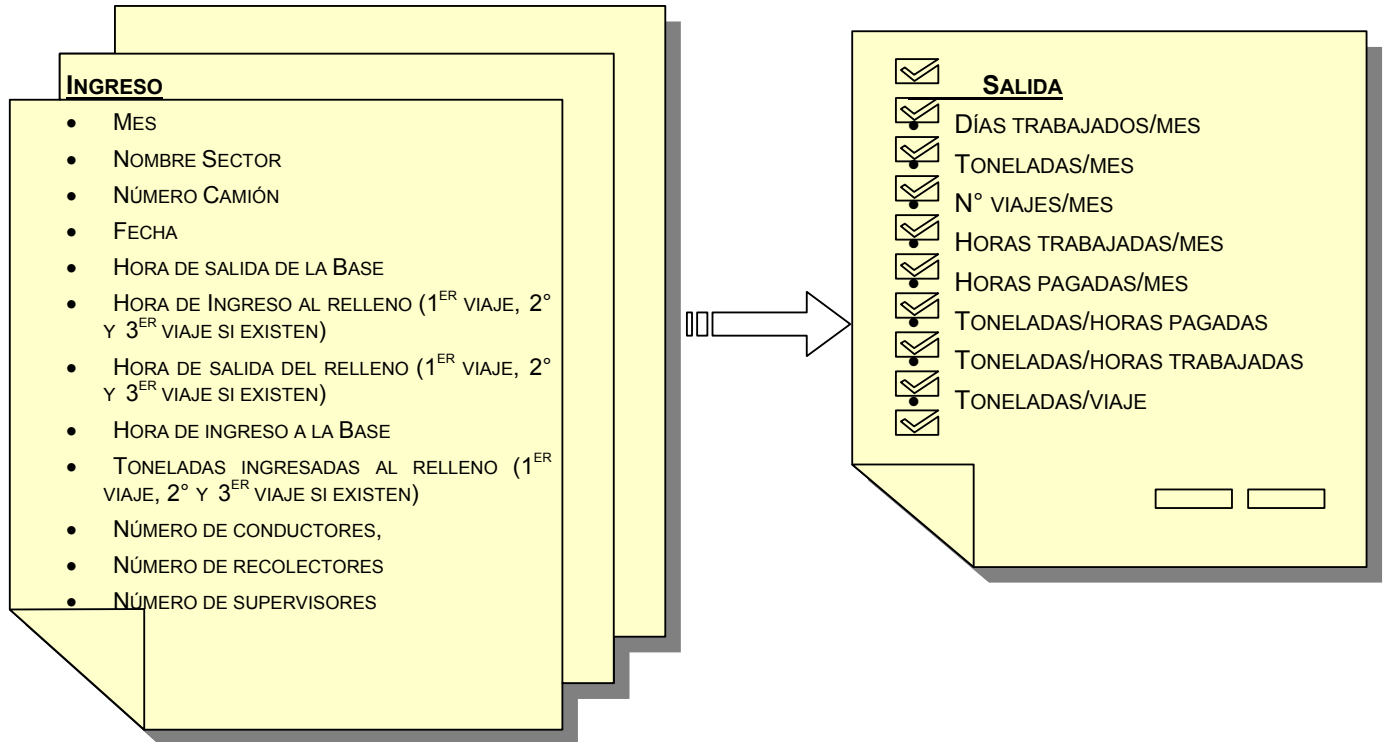
**Tabla N°4**  
Esta tabla entrega los valores mensuales del servicio como ser toneladas, tiempos, recursos humanos, etc. Así como los valores mensuales de los indicadores. Estos valores se trasladan automáticamente a la hoja resumen para el cálculo de los valores promedios de los tres meses de información

**Tabla N°5**  
Se entrega en esta tabla los resultados de los tiempos muertos promedio mensual de la ruta. Estos valores se trasladan a la hoja resumen para determinar el valor promedio de los tres meses de información

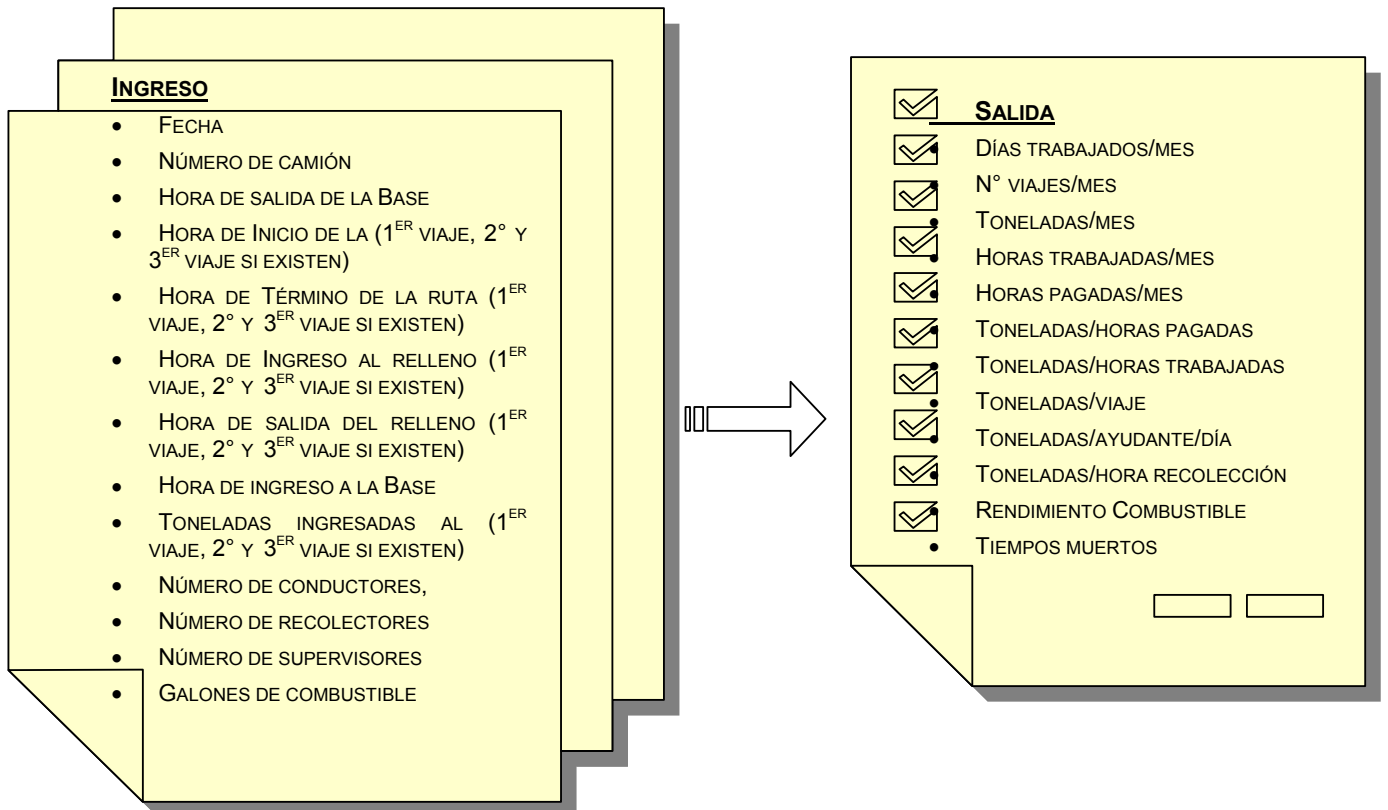
En la Tabla 1, que contiene las celdas en color, debe ingresar la información contenida en las Ordenes de Trabajo, los demás cuadros han sido diseñados para calcular las distintas variables que permiten evaluar el servicio y no debe ingresar datos o modificarlos

Las entradas y salidas de la planilla de acuerdo a la Orden de Trabajo con que se cuenta corresponden a:

**Orden de Trabajo Actual Formato**



**Orden de Trabajo Nuevo Formato**





De la Orden de Trabajo Diario Ingrese los datos anteriores en la planilla

D.	W	Ruta	Primer Viaje				Segundo Viaje				Tercer Viaje				Personal			Días
			Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	1° Viaje	2° Viaje	3° Viaje	Personal	Personal			
1	1322																	
18	18		6:11	7:55	8:24	7:17	9:42	12:38	13:04	13:21	16:54	17:21	18:51	18:21	7:22	7:21	7:18	1
19	19		6:20	7:55	8:24	7:17												1
20	20		6:20	7:55	8:24	7:17												1
21	21		6:20	7:55	8:24	7:17												1
22	22		6:20	7:55	8:24	7:17												1
23	23		6:20	7:55	8:24	7:17												1
24	24		6:20	7:55	8:24	7:17												1
25	25		6:20	7:55	8:24	7:17												1
26	26		6:20	7:55	8:24	7:17												1
27	27		6:20	7:55	8:24	7:17												1
28	28		6:20	7:55	8:24	7:17												1
29	29		6:20	7:55	8:24	7:17												1
30	30		6:20	7:55	8:24	7:17												1
31	31		6:20	7:55	8:24	7:17												1
32	32		6:20	7:55	8:24	7:17												1
33	33		6:20	7:55	8:24	7:17												1
34	34		6:20	7:55	8:24	7:17												1
35	35		6:20	7:55	8:24	7:17												1
36	36		6:20	7:55	8:24	7:17												1
37	37		6:20	7:55	8:24	7:17												1
38	38		6:20	7:55	8:24	7:17												1
39	39		6:20	7:55	8:24	7:17												1
40	40		6:20	7:55	8:24	7:17												1
41	41		6:20	7:55	8:24	7:17												1
42	42		6:20	7:55	8:24	7:17												1
43	43		6:20	7:55	8:24	7:17												1
44	44		6:20	7:55	8:24	7:17												1
45	45		6:20	7:55	8:24	7:17												1
46	46		6:20	7:55	8:24	7:17												1
47	47		6:20	7:55	8:24	7:17												1
48	48		6:20	7:55	8:24	7:17												1
49	49		6:20	7:55	8:24	7:17												1
50	50		6:20	7:55	8:24	7:17												1
51	51		6:20	7:55	8:24	7:17												1
52	52		6:20	7:55	8:24	7:17												1
53	53		6:20	7:55	8:24	7:17												1
54	54		6:20	7:55	8:24	7:17												1
55	55		6:20	7:55	8:24	7:17												1
56	56		6:20	7:55	8:24	7:17												1
57	57		6:20	7:55	8:24	7:17												1
58	58		6:20	7:55	8:24	7:17												1
59	59		6:20	7:55	8:24	7:17												1
60	60		6:20	7:55	8:24	7:17												1
61	61		6:20	7:55	8:24	7:17												1
62	62		6:20	7:55	8:24	7:17												1
63	63		6:20	7:55	8:24	7:17												1
64	64		6:20	7:55	8:24	7:17												1
65	65		6:20	7:55	8:24	7:17												1
66	66		6:20	7:55	8:24	7:17												1
67	67		6:20	7:55	8:24	7:17												1
68	68		6:20	7:55	8:24	7:17												1
69	69		6:20	7:55	8:24	7:17												1
70	70		6:20	7:55	8:24	7:17												1
71	71		6:20	7:55	8:24	7:17												1
72	72		6:20	7:55	8:24	7:17												1
73	73		6:20	7:55	8:24	7:17												1
74	74		6:20	7:55	8:24	7:17												1
75	75		6:20	7:55	8:24	7:17												1
76	76		6:20	7:55	8:24	7:17												1
77	77		6:20	7:55	8:24	7:17												1
78	78		6:20	7:55	8:24	7:17												1
79	79		6:20	7:55	8:24	7:17												1
80	80		6:20	7:55	8:24	7:17												1
81	81		6:20	7:55	8:24	7:17												1
82	82		6:20	7:55	8:24	7:17												1
83	83		6:20	7:55	8:24	7:17												1
84	84		6:20	7:55	8:24	7:17												1
85	85		6:20	7:55	8:24	7:17												1
86	86		6:20	7:55	8:24	7:17												1
87	87		6:20	7:55	8:24	7:17												1
88	88		6:20	7:55	8:24	7:17												1
89	89		6:20	7:55	8:24	7:17												1
90	90		6:20	7:55	8:24	7:17												1
91	91		6:20	7:55	8:24	7:17												1
92	92		6:20	7:55	8:24	7:17												1
93	93		6:20	7:55	8:24	7:17												1
94	94		6:20	7:55	8:24	7:17												1
95	95		6:20	7:55	8:24	7:17												1
96	96		6:20	7:55	8:24	7:17												1
97	97		6:20	7:55	8:24	7:17												1
98	98		6:20	7:55	8:24	7:17												1
99	99		6:20	7:55	8:24	7:17												1
100	100		6:20	7:55	8:24	7:17												1

La hoja denominada Ruta tiene una configuración similar a las anteriores, sin embargo, sólo se considera 2 viajes por camión por jornada y además se contempla la información de dos camiones . Lo anterior porque que durante el proceso de optimización, se pretende efectuar una modificación de la frecuencia llevándola de una frecuencia 7 veces por semana a tres. La figura siguiente muestra el detalle de la hoja

Las tablas en el lado izquierdo de la línea divisoria gris corresponden a los antecedentes del camión N°1

Las tablas en el lado derecho de la línea divisoria gris corresponden a los antecedentes del camión N°2 y son idénticas a las diseñadas para el camión N°!

**Tabla 1**  
Tiene el mismo formato de las tablas 1 de las hojas anteriores, solo considera dos viajes por día.

**Tabla 2**  
Entrega los resultados de los tiempos de la ruta. En el periodo de prueba revise los resultados diariamente y compare, cualquier variación importante investiguela

**Tabla 5**  
Le entregará los tiempos muertos de la ruta, revíselos con los de diseño y ajuste la ruta si es necesario

**Tabla 5**  
Los datos son transferidos directamente a la hoja Resumen

**Tabla 3**  
Entrega diariamente los valores de los indicadores, verifíquelos constantemente compárelos entre sí y además con los valores óptimos. Cualquier anomalía estúdiela y ajuste la ruta

**Tabla 4**  
De la tabla 4 obtendrá los valores finales para el mes de pruebas tanto para las variables de control como para los indicadores. Con las variables de control genere el libro de registro. Con los indicadores evalúe la ruta e impleméntela definitivamente si su diseño es óptimo. Los datos de esta tabla se transfieren automáticamente a la hoja Resumen.

Para un fácil manejo y mejor comprensión de los resultados logrados durante el periodo de prueba de la implantación de la ruta, se diseñó la hoja resumen, en ella se incluyen dos tablas. La primera corresponde a los tiempos muertos de la ruta, la que incorpora los datos de los tres meses de información más el valor promedio para este periodo, y también los valores resultantes del periodo de prueba.

La segunda tabla incluye todos los antecedentes mensuales de la ruta, como ser N° de días trabajados, toneladas recolectadas, N° de viajes, tiempos de recolección y totales, horas canceladas al personal, consumo de combustible, y los indicadores para la evaluación. Por medio de esta tabla se logra efectuar una

rápida comparación del servicio antes y después de la optimización y obtener los datos para efectuar una evaluación económica de la ruta si así se desea.

La figura siguiente muestra la hoja en referencia.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Sector	San Pedro							
2	N° de Rutas	2.00							
4		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Promedio	Camión 1	Camión 2	Promedio	
5	Tiempos Muertos	Horas	Horas	Horas	Horas	Horas	Horas	Horas	
6	Base - Ruta	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	
7	Ruta - Relleno	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	
8	Relleno	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	
9	Relleno - Ruta	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	
10	Relleno - Base	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	
4	INDICADORES		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Promedio	Camión 1	Camión 2	Promedio
5	Días Trabajados		22	22	22	22.00	22	22	22.00
6	Toneladas recolectadas mes		252.76	252.76	252.76	252.76	245.76	245.76	245.76
7	N° viajes mes		34	34	34	34.00	33	33	33.00
8	Horas recolección		99.80	99.8	99.8	99.80	96.8	96.8	96.80
9	Horas Reales Trabajadas Ruta mes		155	155	155	155.13	151	151	150.62
10	Horas Pagadas Conductor		184	184	184	183.73	179	179	179.38
11	Horas Pagadas Recolector		551	551	551	551.20	538	538	538.15
12	Consumo combustible mes		246	246	246	246.00	246	246	246.00
13	Toneladas vs Hora recolección		2.53	2.53	2.53	2.53	2.54	2.54	2.54
14	Toneladas vs Horas Pagadas		0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
15	Toneladas vs Horas Trabajadas		1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63
16	Toneladas/viaje		7.43	7.43	7.43	7.43	7.45	7.45	7.45
17	Toneladas/ayudante/día		3.66	3.66	3.66	3.66	3.56	3.56	3.56
18	Rendimiento combustible		0.63	0.63	0.63	0.63	0.61	0.61	0.61

En esta hoja se presenta un resumen de los Resultados contenidos en las hojas anteriores, no debe ingresar información

Por cada ruta a optimizar abra una planilla optimizarruta, cuando termine el proceso manténgala de respaldo en el caso que se requiera posteriormente revisar o efectuar un nuevo diseño.

## 2. INDICADORES

Los Indicadores constituyen una excelente herramienta de evaluación del servicio, de recolección a través del manejo constante de ellos se puede mejorar la administración del servicio, monitorear y controlar las distintas actividades que lo componen y adicionalmente permite la comparación entre actividades similares.

Los indicadores constituyen la herramienta que permitirá diagnosticar las rutas actuales y decidir si es necesario proceder a su optimización.

Para ello se establecerán valores óptimos para los indicadores, los que a su vez permitirán diseñar las nuevas rutas y evaluarlas una vez optimizadas.

Los indicadores resultan de relacionar cantidades prefijadas (información base) que se obtienen del monitoreo constante de la actividad, las variables posibles de monitorear en el servicio de recolección corresponden a:

<i>Cantidad de Ayudantes efectivos mes</i>	<i>N° Ayud/mes</i>
<i>Cantidad de residuos recolectados mes</i>	<i>Ton/mes</i>
<i>Cantidad de viajes realizados al mes</i>	<i>N° viajes/mes</i>
<i>Cantidad de horas trabajadas al mes</i>	<i>Horas trab./mes</i>
<i>Cantidad de horas de recolección al mes</i>	<i>Horas recol./mes</i>
<i>Cantidad horas pagadas Ayudante al mes</i>	<i>Horas pagadas Ayud/mes</i>
<i>Cantidad horas pagadas conductor al mes</i>	<i>Horas pagadas Cond/mes</i>
<i>Cantidad horas total pagadas al mes</i>	<i>Horas pagadas/mes</i>
<i>Días efectivos de trabajo al mes</i>	<i>Día/mes</i>
<i>Longitud recorrida recolección al mes</i>	<i>Km recol./mes</i>
<i>Longitud total recorrida al mes</i>	<i>Km. total/mes</i>
<i>Consumo de combustible al mes</i>	<i>Gl/mes</i>

Con las variables anteriores, es posible calcularlos siguientes indicadores:

Indicador	Fórmula	Unidad
<p><b>Toneladas/Tiempo Total de Recolección:</b></p> <p>Esta información permite conocer la relación entre la cantidad de toneladas que se recolectan y el tiempo que toma esa actividad. La disminución del valor obtenido se refleja necesariamente en el aumento de costo del servicio. En este índice se considera de manera implícita la infraestructura urbana, densidad de población, método de recolección (puerta a puerta, punto a punto), cantidad de recolectores, tipo de almacenamiento de los residuos, características del vehículo, horarios de recolección y velocidad promedio de recolección</p>	$\frac{\text{Toneladas recolectadas mes}}{\text{Tiempo Recolección mes}}$	Ton/hr recol.
<p><b>Comparación de Toneladas recolectadas versus horas pagadas:</b></p> <p>Esta información se utiliza para conocer y proyectar los costos operativos del servicio (costos directos – mano de obra), así como para verificar mensualmente si la relación de toneladas recolectadas está de acuerdo con la cantidad de horas pagadas para ejecutar el servicio.</p>	$\frac{\text{Toneladas recolectadas mes}}{\text{Horas pagadas mes (Ayud+Cond)}}$	Ton/hr pagadas

Indicador	Fórmula	Unidad
<p><b>Toneladas/viaje:</b></p> <p>Información para determinar si los sectores y rutas de recolección se han establecido adecuadamente, así como para controlar la sobrecarga de los vehículos. Se establece como información base para la medición y facturación del servicio</p>	$\frac{\text{Toneladas recolectadas mes}}{\text{Números de viajes al mes}}$	Ton / viaje
<p><b>Toneladas/Ayudante/día:</b></p> <p>Esta información permite conocer el rendimiento diario de un ayudante de recolección en relación con la cantidad de kilogramos que recolecta. En el indicador se considera de manera implícita el método de recolección, tipo de almacenamiento de residuos, edad y contextura física del trabajador, tipo de vehículo, cantidad de viajes realizados.</p>	$\frac{\text{Toneladas recolectadas mes}}{\text{Número ayudantes efectivos mes}}$	Ton/ayud/día
<p><b>Kilogramo/Kilómetro sector:</b></p> <p>Esta información permite conocer la relación entre la cantidad de kilos de residuos que se recolectan y el kilometraje recorrido. El aumento o disminución del valor se refleja necesariamente en el costo del servicio. Este costo considera de manera implícita la densidad poblacional, método de recolección, tipo de almacenamiento de los residuos, frecuencia del servicio, rutas adecuadas de recolección y número de ayudantes.</p>	$\frac{\text{Toneladas recolectadas mes x 1000}}{\text{Longitud recorrida sector al mes (Km.)}}$	Ton/km sector
<p><b>Kilogramo/ total kilómetro recorrido:</b></p> <p>Esta información permite conocer la relación entre la cantidad de toneladas que se recolectan y el kilometraje total recorrido por mes. El aumento o disminución de este valor se refleja necesariamente en el costo del servicio.</p>	$\frac{\text{Toneladas recolectadas mes x 1000}}{\text{Longitud total recorrido al mes (Km.)}}$	Ton/km total
<p><b>Rendimiento combustible:</b></p> <p>Establece la relación entre el consumo de combustible mes y las horas trabajadas por el vehículo en el mes</p>	$\frac{\text{Cantidad combustible mes (galón)}}{\text{Horas trabajadas mes (hr.)}}$	G/hr

### 3. INDICADORES UTILIZADOS EN LA OPTIMIZACIÓN DE RUTAS

A continuación se indican los indicadores y sus correspondientes valores óptimos que se utilizarán en el diagnóstico y evaluación en el proceso de optimización de rutas.

#### Indicador: Toneladas / Tiempo total de recolección

Rango aceptable para indicador Toneladas / tiempo total de recolección		
Tipo de recolección (Zona urbana)	Rango aceptable	Valor Optimo
Método puerta a puerta, o mixto, 3 ayudantes.	2.3 a 2.6 ton / hora	2.45 ton / hora
Método de punto a punto, (contenedores), 3 ayudantes,	2.8 a 3.2 ton / hora	3.0 ton / hora

#### Indicador: Toneladas vs. Horas totales pagadas

Rango aceptable: 0.30 a 0.35

Valor óptimo 0.33

#### Indicador: Toneladas / viaje

Relación : Toneladas por viaje

Carga útil máxima camión

Rango óptimo relación: 0.9 a 1.05

#### Indicador: Toneladas / ayudante / Día

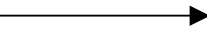
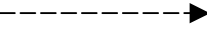











Rango aceptable 4.3 a 4.8 ton / Ayud / día

Valor óptimo 4.5 ton/ Ayud. / día

#### Indicador: Rendimiento de combustible

El valor del indicador se establecerá de acuerdo a las características del vehículo de recolección, que será indicado por el fabricante.

#### 4. CUADRO SIMBOLOGIA PARA PLANOS

Símbolo	Descripción
	Recorrido productivo, la dirección de la flecha indica el sentido de tránsito
	Recorrido muerto (cuando el camión no recolecta residuos solo hay transporte)
	Calles de un solo sentido
	Calles en las que no se puede entrar
	Punto más alto de la vía
	Punto más bajo de la vía
	Contenedor, se puede identificar su capacidad utilizando color o achurado
	Tinaquera
	Sobregenerador de residuos
	Límite de barrida
	Industria
	Comercio
	Calles con congestión de tránsito

# Sección J

---

*Manual para Mejoramiento del  
Barrido de Calles*



## **Recomendaciones para el Diseño de Rutas de Barrido.**

Una vez realizado el estudio de diagnóstico del servicio de barrido, se ha podido concluir que éste no responde a un diseño racional, que no existe un sistema de monitoreo que permita controlar los rendimientos o uso de recursos, y a la vez evaluarlo. Más aún, no existe una definición de los aspectos que cubre el servicio, donde se ejecuta, con que frecuencia y cuales son los niveles de calidad que se espera alcanzar.

Por lo anterior, para la Dimaud le es imposible cuantificar el servicio en relación a la eficiencia lograda, área de cobertura, y expansión futura de este.

El presente documento tiene como propósito entregar antecedentes sobre los aspectos que abarca el servicio de barrido y dar algunas recomendaciones para mejorarlo.

Existen dos y tipos de barrido, barrido manual y barrido mecánico.

### **1. BARRIDO MANUAL**

#### *1.1. ZONA DE BARRIDO:*

Se pueden definir dos zonas de barrido

Entre líneas de edificación: Barrido que se ejecuta principalmente en paseos peatonales, áreas comerciales, áreas de alto tránsito. Se incluye el barrido desde la línea de edificación hasta la zona de cuneta, también se limpian tazas de árboles

Zona de cuneta: Barrido que se ejecuta en la mayor parte de las calles que no tengan alto tránsito peatonal o áreas comerciales. La zona de barrido cubre aproximadamente 60 cm desde la cuneta hacia el interior de la calzada.

#### *1.2. MODALIDAD DE BARRIDO*

##### a. Barrido diario sin mantención

Comprende el barrido de un sector en una jornada de ocho horas donde la calle es recorrida una sola vez. Si el barrido es entre líneas de edificación, el rendimiento medio es de 1.25 Km./ barredor/ día, si el barrido incluye solo la zona de cuneta, el rendimiento es de 1.5 Km./ barredor/ día. Este barrido no necesariamente debe realizarse con frecuencia diaria.

##### b. Barrido diario con mantención

Este servicio tiene por característica que las calles se barren a lo menos dos veces en el mismo día o jornada. El barrido se ejecuta entre líneas de edificación y tiene un rendimiento de 1.0 km./ barredor/ día. El Barredor realiza el primer barrido con calidad óptima y en las horas restantes solo hace mantención recogiendo papeles y basuras menores. Se aplica generalmente en zonas peatonales, zonas

comerciales y áreas administrativas importantes. Este barrido debe ejecutarse con frecuencia diaria.

c. Barrido con cuadrilla

En un barrido que no se ejecuta diariamente o con alta frecuencia, pero responde a una programación permanente con baja frecuencia, o a una programación específica, cuando se detecta el mal estado del aseo de un lugar.

Esta modalidad de limpieza generalmente se ejecuta por un equipo de 8 a 16 barredores, se recomienda cuadrillas de 8 trabajadores, dirigidos por un supervisor quien debe controlar los rendimientos y el cumplimiento del servicio. Además del barrido propiamente tal, se hace una remoción de todos los desechos acumulados en la calle, tierra y deshierbe ligero.

Los rendimientos en este son de aproximadamente 2.0 km./ barredor/ día.

1.3. *FRECUENCIA*

Frecuencia diaria: Barrido que se ejecuta todos los días de Lunes a Domingo o de Lunes a Sábado. Se aplica a calles principales, pasos peatonales, áreas comerciales, barrido con mantención.

Frecuencia tres veces por semana: se ejecuta el barrido día por medio de Lunes a Sábado, generalmente esta frecuencia es adoptada en calles secundarias paralelas a vías principales donde no existe gran densidad de comercio, barrido sin mantención o por cuadrillas.

Frecuencia dos veces por semana o menor: Se aplica generalmente a sectores residenciales, y corresponde al barrido por cuadrillas.

La frecuencia queda determinada por:

- Número de transeúntes
- Importancia de la zona
- Posibilidades económicas
- Participación del público

1.4. *NIVELES DE LIMPIEZA*

La tabla siguiente entrega una proposición para definir niveles de limpieza.

<b>NIVEL</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
Nivel A	No se observa polvo ni basura en calles no aceras
Nivel B	Solo se observa una cantidad moderada de polvo
Nivel C	Hay polvo y papeles en cantidad moderada

<b>NIVEL</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
Nivel D	Hay polvo, gran cantidad de papeles y una cantidad moderada de otras basuras
Nivel E	Hay gran cantidad de polvo, papeles y otras basuras, en especial doméstica
Nivel F	Depósitos de grandes cantidades de basura domiciliaria en las vías públicas

### 1.5. *ORDEN DE TRABAJO DIARIO*

Para monitorear y controlar el barrido diario y posteriormente evaluar los rendimientos es necesario llevar una orden de trabajo diario la que al menos debe contemplar la siguiente información:

- Fecha
- Turno: Diurno – Nocturno – Otro
- Sector: Un sector estará conformado por un grupo de rutas, todas ellas a cargo de un supervisor.
- Ruta: El servicio de barrido se diseñará en base a rutas específicas, las que podrán desarrollarse a través de un barrido con mantención, sin mantención o por cuadrillas. También se considera rutas ocasionales o especiales que son aquellas que responden a una programación del barrido específico de un sector cuando se detecta la falta de aseo del lugar, en este caso se deberá definir la ruta diseñada, incluyendo los metros a cubrir.
- Identificación del barredor y supervisor, en caso de cuadrilla se debe identificar a todo el personal
- N° de bolsas utilizadas, capacidad de las bolsas
- Herramientas asignada y reposición de las mismas

### 1.6. *EVALUACIÓN DE LA RUTA*

Se deberá evaluar los siguientes rendimientos utilizando para ello los indicadores operacionales, los que deberán ser comparados con los rangos aceptables definidos para los mismos en el documento Indicadores para el Gerenciamiento del Servicio de Limpieza Pública, OPS/CEPIS/PUB/01.72.... La tabla siguiente entrega los indicadores y el rango aceptable.

**Indicador: Cobertura de Barrido por Calles (%)**

Este indicador permite conocer el porcentaje de calles que son barridas. La cobertura se puede determinar para todo el distrito de Panamá o por Corregimiento y se calcula como:

$$\frac{\text{Longitud de calles barridas x 100.}}{\text{Longitud total de calles}}$$

Rango Aceptable: 85 a 100%

**Indicador Km. lineales barridos/ barredor/ día**

Este indicador permite conocer el rendimiento promedio diario del trabajador expresado en km/ lineales. El rendimiento depende del tipo de servicio (entre líneas de edificación, zona de cuneta), estado físico de la acera y la cuneta, edad y contextura física del trabajador, densidad poblacional, flujo peatonal, turno y frecuencia del servicio, tipo de escoba utilizado y presencia de vehículos estacionados. Su valor se determina por:

$$\frac{\text{Longitud total de calles barridas al mes (Km. Lineales)}}{(\text{cantidad de barredores efectivos}) \times (\text{días efectivos al mes})}$$

Rango Aceptable: 1.3 a 1.5 Km. lineales/ barredor/día (acera + cuneta, pistas pavimentadas, barredor 35 años)

1.0a 1.2 Km. lineales/ barredor/ día barrido con mantención, vías pavimentadas.

1.8 a 2.0 Km. lineale/ barredor/ día barrido por cuadrillas,vías pavimentadas.

**Indicador: Consumo de bolsas/ barredor día**

A través de este indicador se puede determinar la cantidad promedio de bolsas que usa diariamente un trabajador para depositar los residuos de barrido de calles. Además se utiliza para proyectar los costos operativos del servicio (costos directos materiales). Se calcula por:

$$\frac{\text{Consumo de bolsas al mes (N° de bolsas)}}{(\text{cantidad de barredores efectivos}) \times (\text{días efectivos al mes})}$$

Rango Aceptable: 7 a 9 bolsas/ barredor/ día (bolsas de polietileno de baja densidad, capacidad 120 litros y 0.002" de espesor, servicio en calles pavimentadas, 2 turnos/ día, frecuencia 60% diario y 40% ínter diario).

**Indicador: Consumo De bolsas/ kilómetro barrido**

Este indicador permite conocer el número de bolsas promedio que se utiliza por kilómetro barrido, y poder proyectar la cantidad para un nuevo servicio. El rendimiento depende de la capacidad de la bolsa, infraestructura urbana, frecuencia del servicio, número de papeleras, densidad poblacional y población flotante.

Consumo de bolsas el mes (N° bolsas)

Longitud total de calles barridas al mes

Rango Aceptable 5 a 7 bolsas/ kilómetro barrido (bolsa de polietileno de baja densidad, de capacidad 120 litros y 0.002" de espesor, servicio en calles pavimentadas, 2 turnos/ día, frecuencia 60% diario y 40% ínter diario).

**Indicador Consumo de escobas/ kilómetro barrido**

Este indicador permite determinar la cantidad promedio de escobas que se utiliza por kilómetro barrido, así como proyectar los costos operativos de un nuevo servicio. Se calcula como:

Consumo total de escobas al mes (N° de escobas)

Longitud total de calles barridas al mes (Km.)

Rango Aceptable 0.02 a 0.04 escobas/ kilómetro barrido (servicio en pistas pavimentadas, escobillón de fibra con base de madera de 45 cm de largo, 6 cm de ancho y 11 cm de fibra visible).

**Indicador: Comparación de kilómetros barridos versus horas pagadas**

Este indicador se utiliza para conocer y calcular los costos directos por mano de obra y para verificar mensualmente si la relación kilómetros barridos está de acuerdo con las horas pagadas para ejecutar el servicio. Este indicador depende del rendimiento del trabajador, el pago de un salario adecuado y la cantidad de licencias médicas y horas extras al mes.

Longitud total de calles barridas al mes (Km.)

Cantidad de horas pagadas al mes

Rango Aceptable 0.14 a 0.16 Km. Barridos/ horas pagadas

**1.7. PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA DISEÑAR LAS RUTAS DE BARRIDO**

A continuación se indica los pasos a seguir para diseñar las rutas de barrido, lo ideal es que antes del diseño se realice un diagnóstico de las rutas actuales, para

ello será necesario levanta la información directamente de terreno, este trabajo debe ser realizado por el personal técnico que diseñará las rutas acompañado por el barredor, de manera que el recorrido sea el que realmente se realiza.

Las rutas se dibujarán en un plano a escala (lo ideal es que cada plano cubra todo el sector) y se medirán los metros lineales de barrido por ruta. De existir diferencias en el trazado de las calles, se deberá incorporar dichas modificaciones al plano y posteriormente medir el recorrido.

Para cada ruta se identificará la frecuencia y si es barrido con mantenimiento o no (relimpia), posteriormente se calculará los rendimientos promedio del trabajador, es decir Km./ barredor día, y se comparará este con el rango aceptable para el indicador de acuerdo a las características del barrido.

En el caso de que los rendimientos estén por debajo del rango aceptable, se procederá a diseñar las rutas.

Se recomienda separar los sectores de barrido por corregimiento, eso facilitará los cálculos de cobertura del servicio por corregimiento, considerar entre 10 a 12 barredor por supervisor.

Para cada sector se determinará los Km. lineales a barrer, posteriormente se calculará el número de trabajadores por sector, para ello se empleará el valor rendimiento promedio del rango aceptable para el indicador Km./ Barredor día, el rendimiento a utilizar dependerá del servicio que se brinde, es decir si es con mantención y cuales son las zonas a barrer.

Por ejemplo si se quiere barrer un sector que cuenta con un total de 12.4 Km. lineales, con un servicio que cubre acera + cuneta y sin mantenimiento, el número de barredores corresponderá a.

Valor promedio del rango aceptable: 1.4 Km./ barredor día

N° Trabajadores sector:  $\frac{\dots \text{Kilómetros Lineales a Barrer Sector}}{\text{Valor rendimiento promedio rango}}$

$$\text{N° Trabajadores sector: } \frac{10.9}{1.4} = 8 \text{ trabajadores}$$

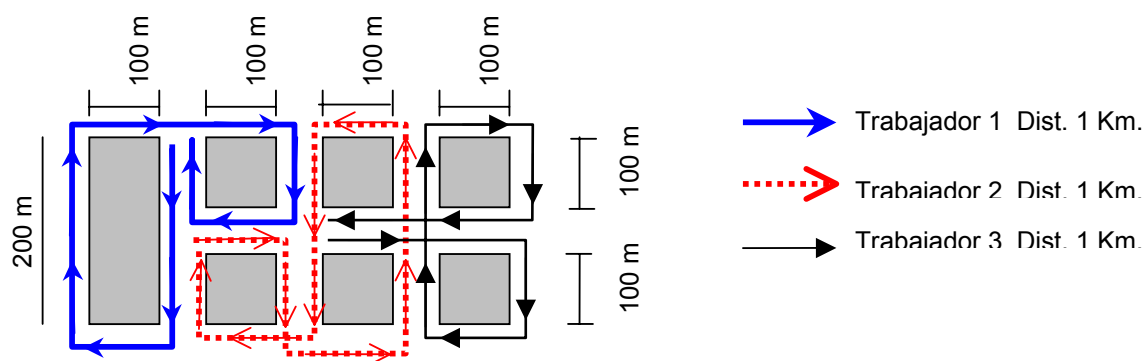
En cambio sí se desea dar un servicio de barrido con mantenimiento, en este caso el rendimiento corresponde aproximadamente a 1.0 Km./ barredor día, por lo que el número de barredores estará dado por:

$$\text{N° Trabajadores sector: } \frac{10.9}{1.0} = 11 \text{ trabajadores}$$

Calculado el número de trabajadores, en una copia del plano original que se empleo para levantar las rutas, se delimitará el sector donde se dará el servicio, y posteriormente se efectuará la diagramación de la ruta teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- El trabajador debe hacer su trabajo en contra del tránsito
- Evitar o minimizar el cruce de calles
- No recorrer dos veces la misma cuneta, a no ser que sea barrido con mantenimiento
- Que el término de ruta esté lo más cerca del comienzo.
- Que los kilómetros por barredor sean similares a los rendimientos dados
- Evitar que el recorrido termine a media cuadra.

Ejemplo Diagramación de rutas.



Trazadas las rutas se verificarán en terreno y se describirán, utilizando el mismo criterio que en recolección.

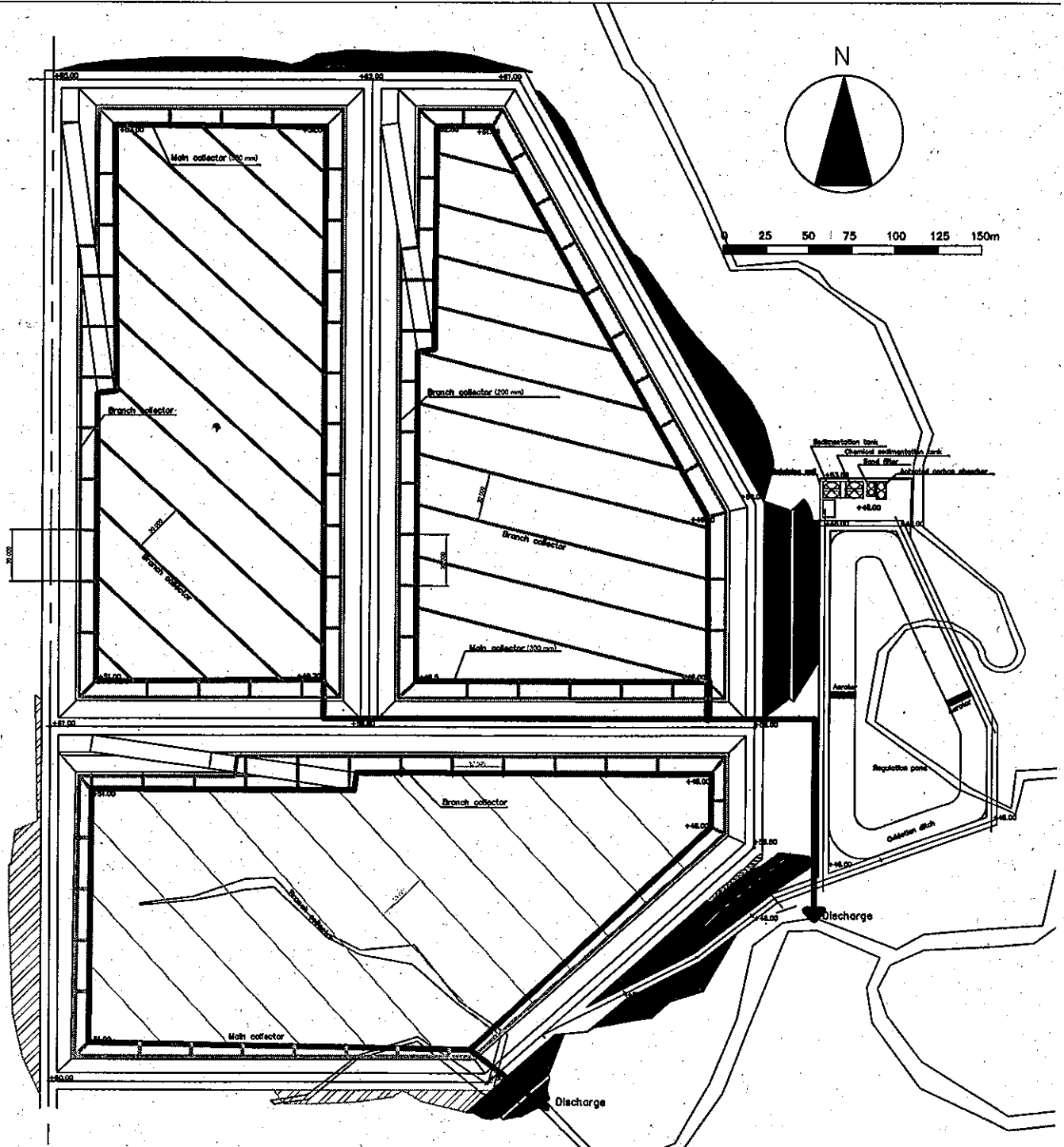
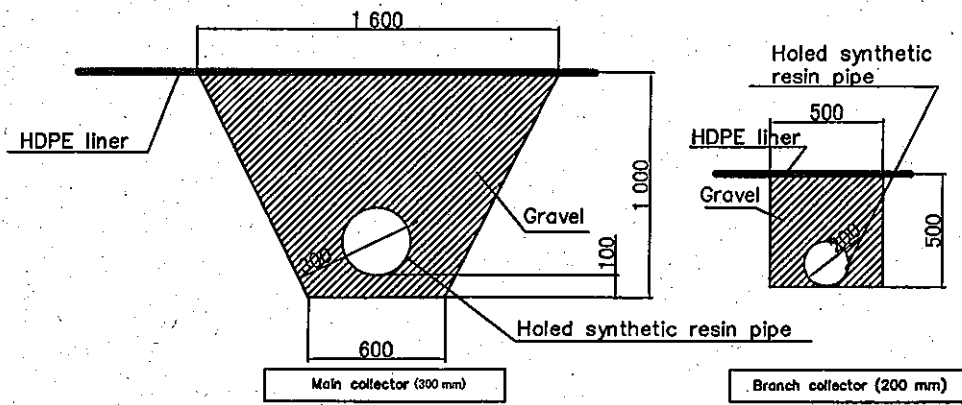
# Sección K

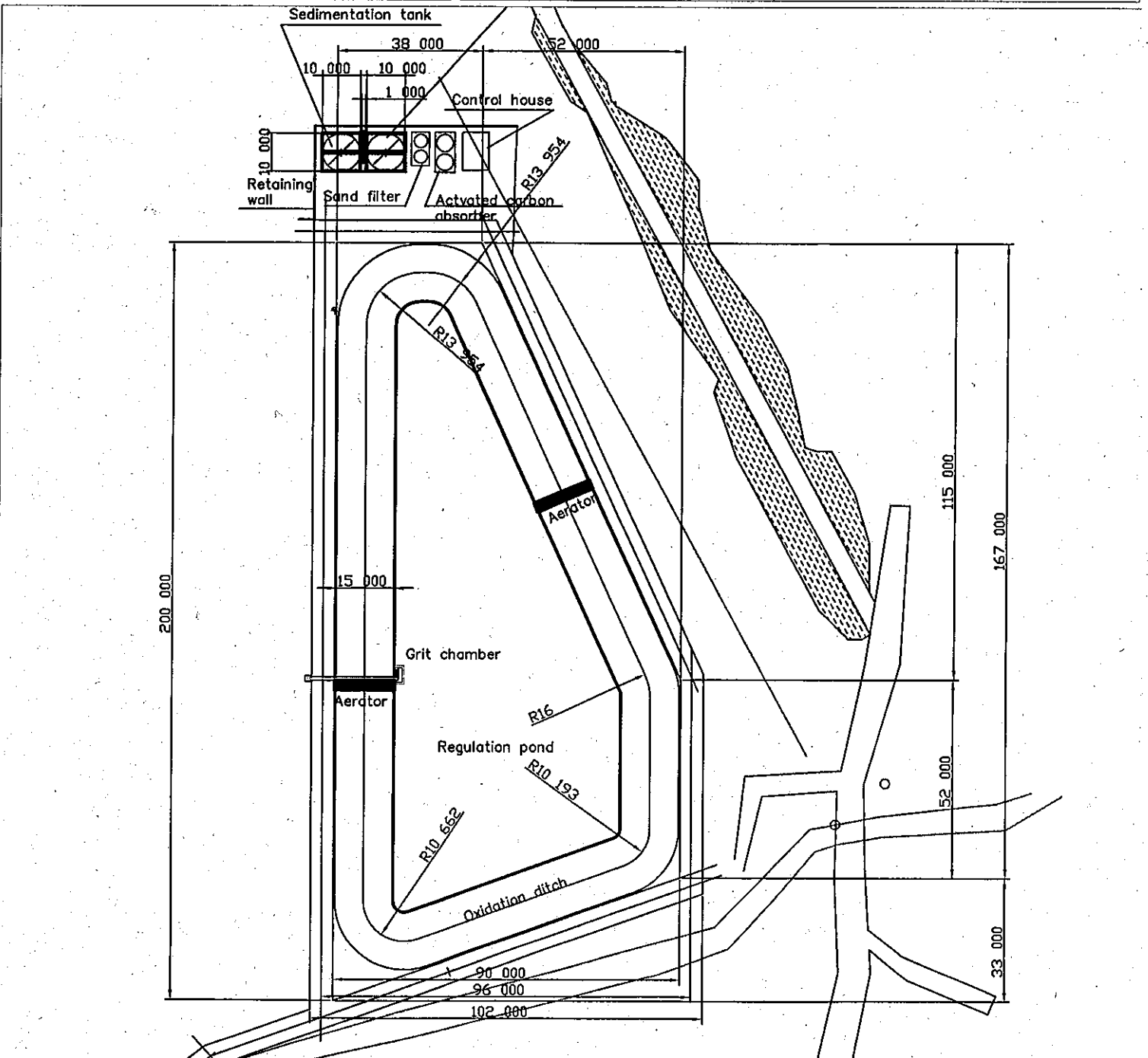
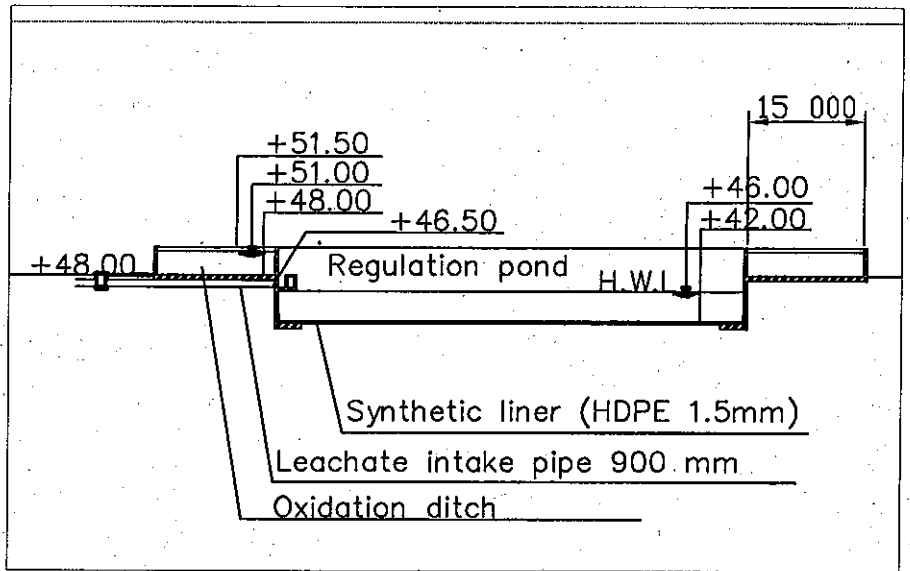
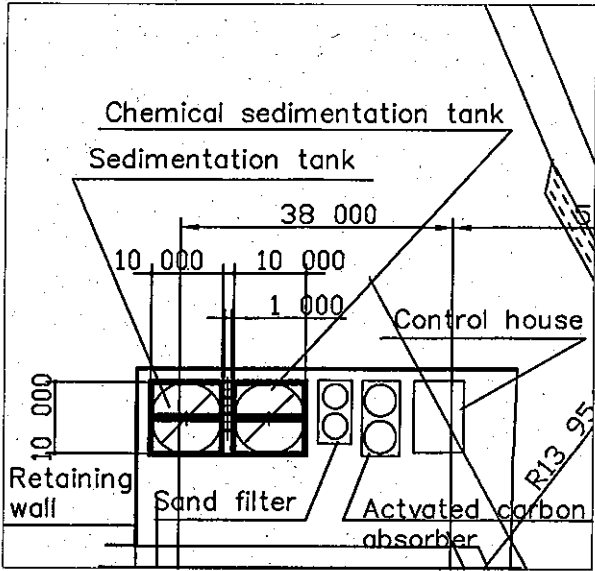
---

---

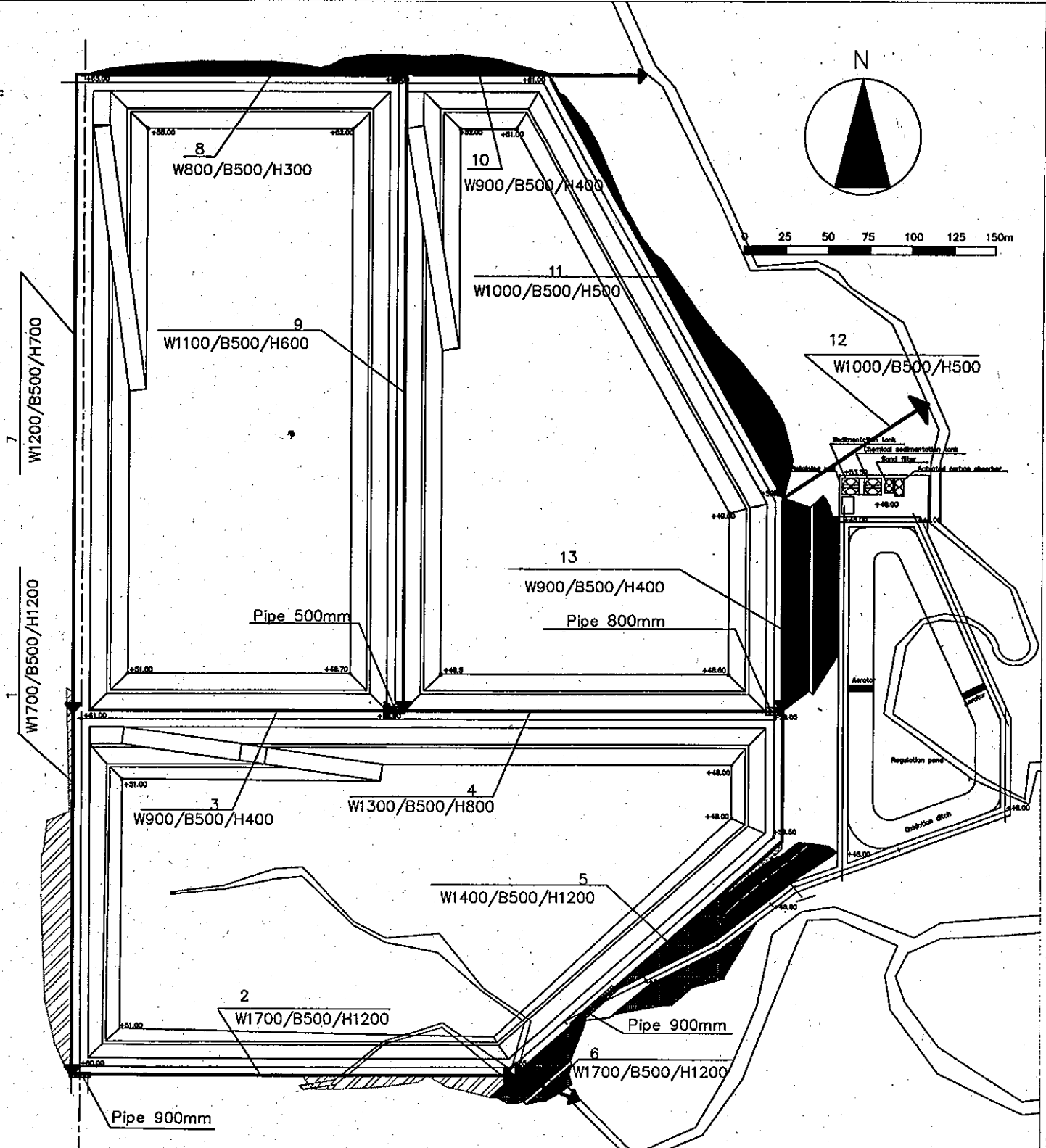
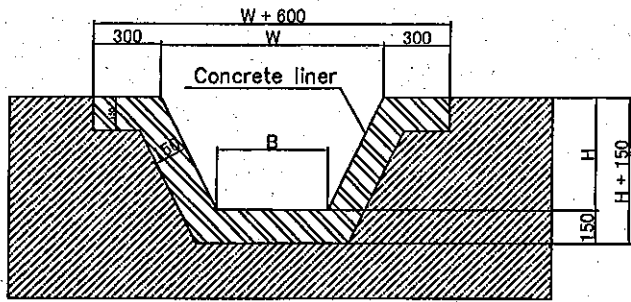
*Planos*

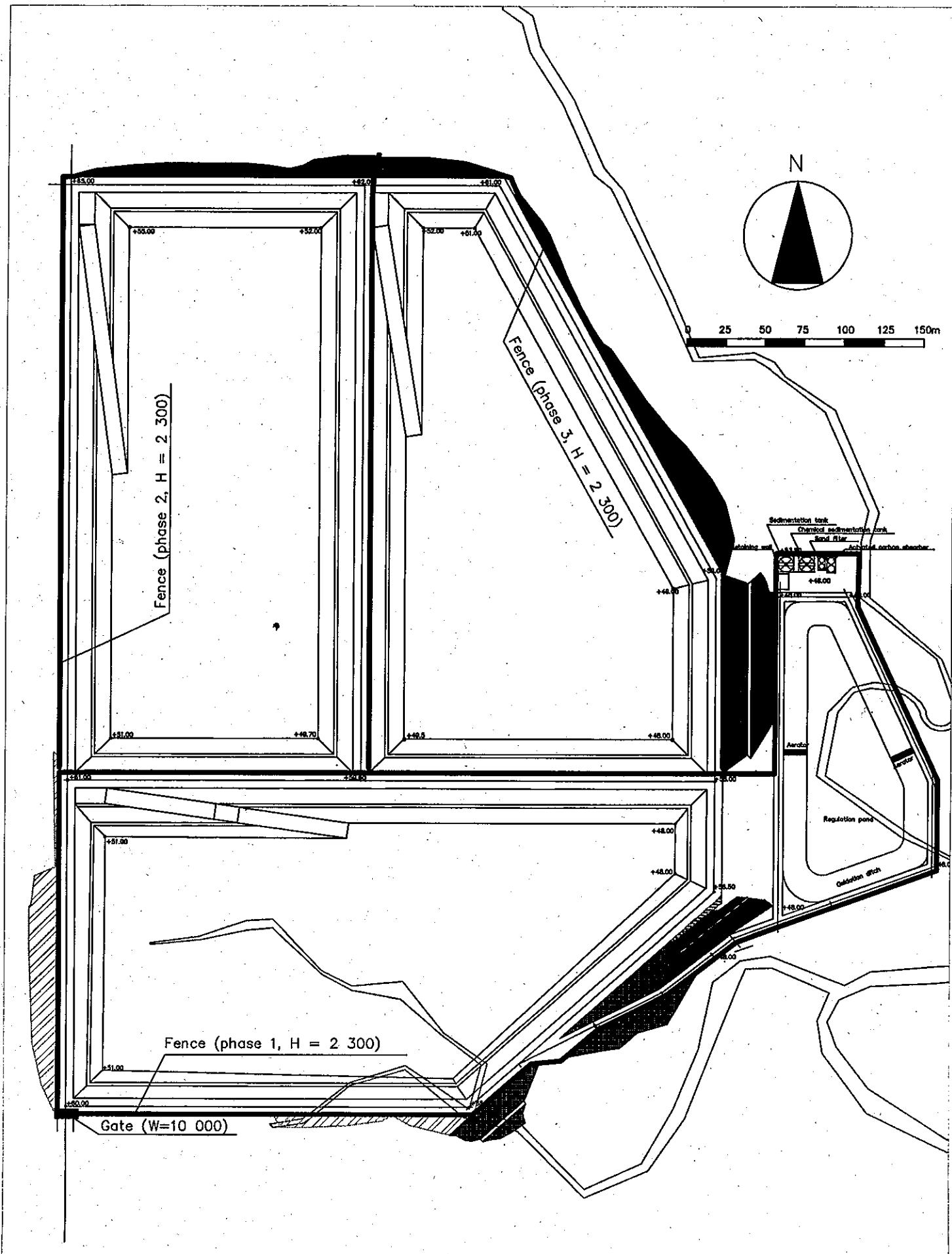












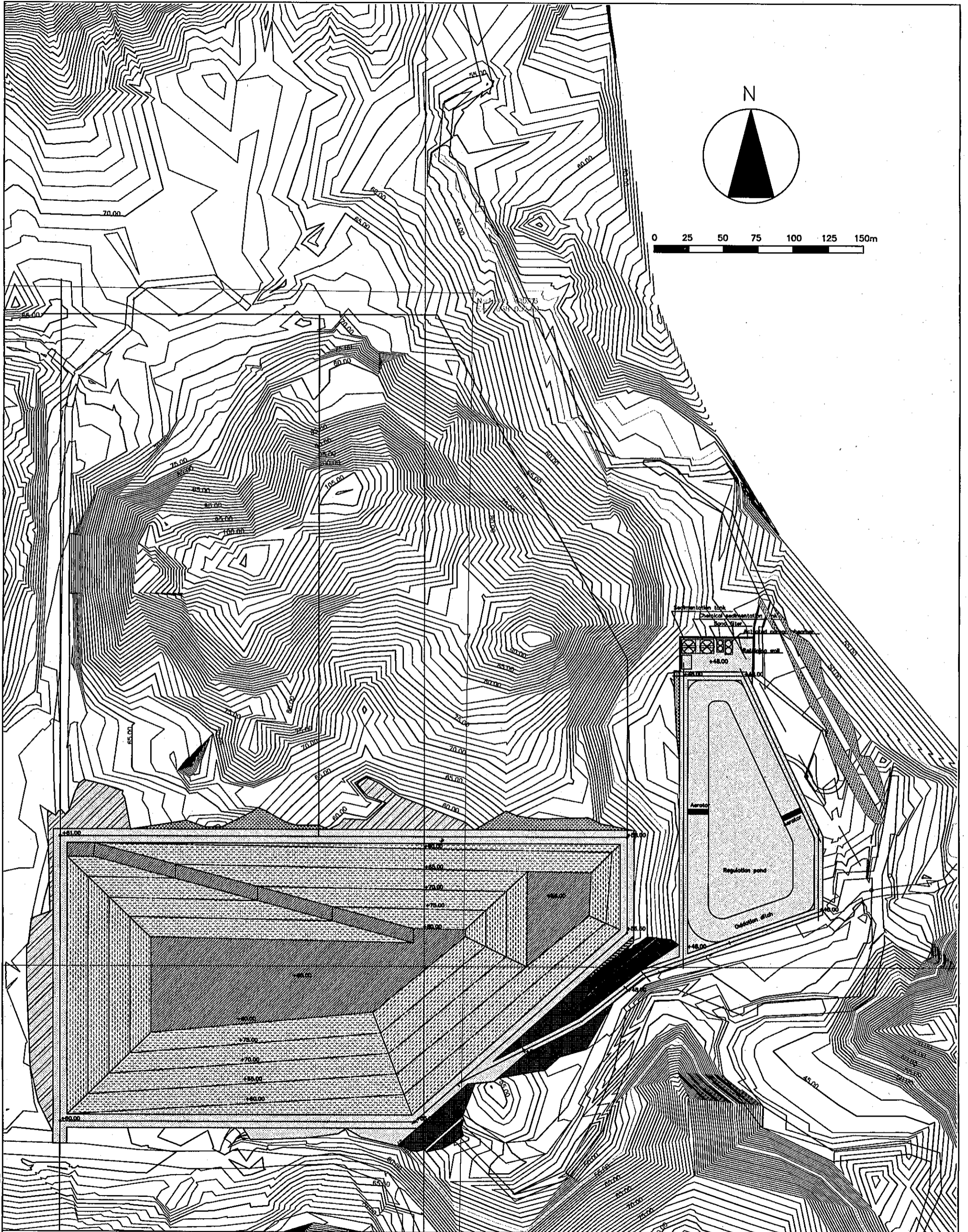


9-V

**Estudio sobre el Plan de Manejo de los Desechos Solidos para la Municipalidad de Panama en la Republica de Panama**

**Cerro Patacon Etapa 3 Phase 1**

**Japan International Cooperation Agency (JICA)  
Kokusai Kogyo Co., Ltd.**

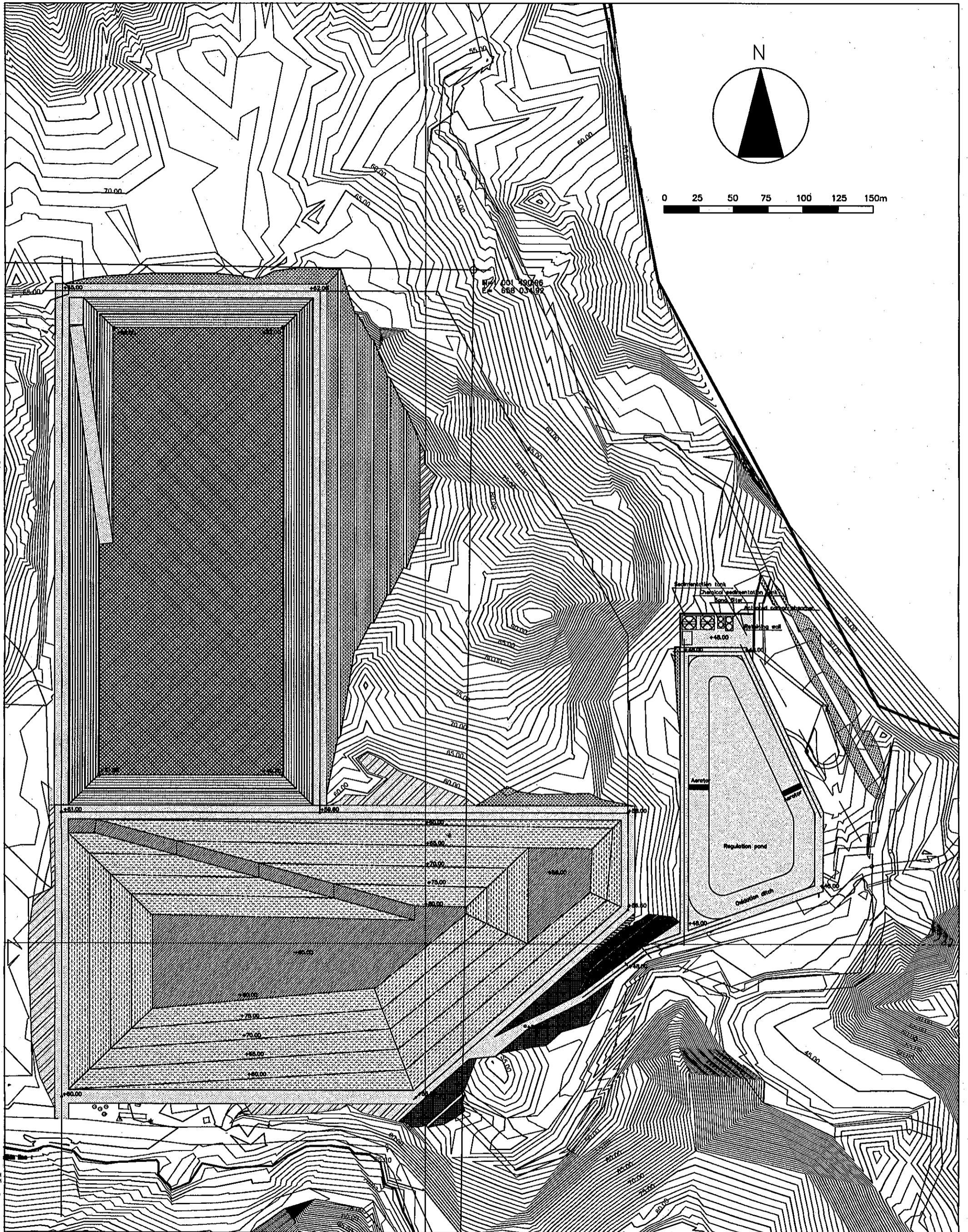


L-7

**Estudio sobre el Plan de Manejo de los Desechos Solidos para la Municipalidad de Panama en la Republica de Panama**

**Cerro Patacon Etapa 3 Phase 1**

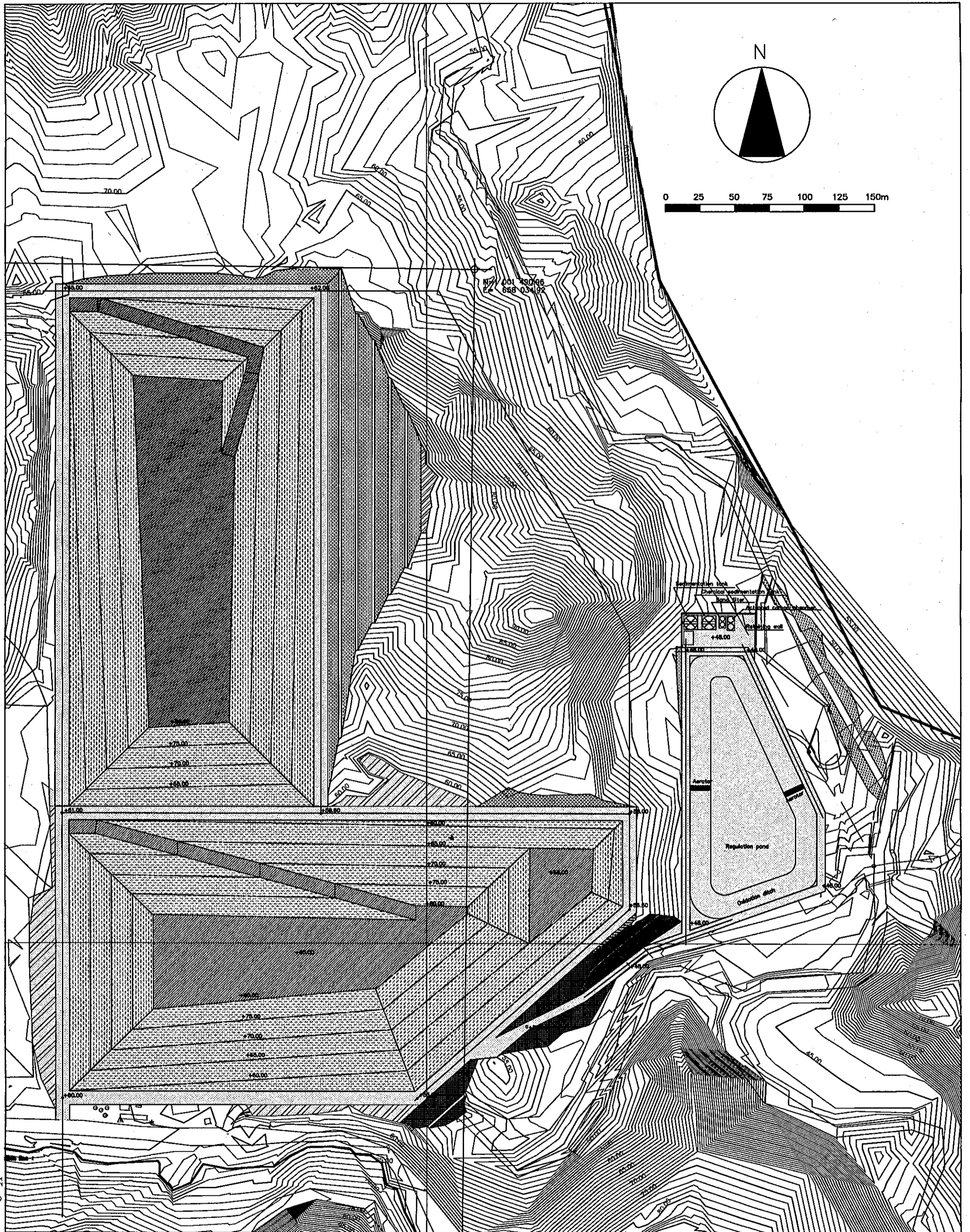
**Japan International Cooperation Agency (JICA)  
Kokusai Kogyo Co., Ltd.**



**Estudio sobre el Plan de Manejo de los Desechos Sólidos para la Municipalidad de Panamá en la República de Panamá**

**Cerro Patacon Etapa 3 Phase 2  
Japan International Cooperation Agency (JICA)  
Kokusai Kogyo Co., Ltd.**





**Estudio sobre el Plan de Manejo de los Desechos Sólidos para la Municipalidad de Panama en la Republica de Panama**

**Cerro Patacon Etapa 3 Phase 2**  
**Japan International Cooperation Agency (JICA)**  
**Kokusai Kogyo Co., Ltd.**