

# CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes del Estudio

Las Rutas Nacionales 2 y 7 tienen una extensión conjunta de 320 kilómetros y son las principales carreteras que conectan a la capital, Asunción (con una población de aproximadamente 700.000) con la ciudad que ocupa segundo lugar en el país, Ciudad del Este (con una población de aproximadamente 62.000). Atravesando el país de oeste a este, esta carretera es la que conduce al Brasil y a la Argentina, así formando parte de la conexión por vía terrestre de la costa del Pacífico con la costa del Atlántico. Además, en términos de volumen de tráfico, esta es la ruta más transitada del Paraguay a la cual fue otorgado el rango de carretera principal del país en el Plan Maestro del Estudio de Transporte Nacional en el Paraguay que fue implementado por la JICA en el año 1993.

Es más, como consecuencia de la creación del MERCOSUR (Mercado Común del Cono Sur) en enero de 1995 como se muestra más adelante, el movimiento de carga y de tráfico entre el Paraguay y los países vecinos se han intensificado. El volumen del comercio ha aumentado en más de tres veces y transita cuatro veces la cantidad de automóviles que lo hacían en la década de los ochenta. Además, ya que el 80% del transporte nacional de carga es por vía terrestre, la construcción y mejoramiento de los caminos son esenciales para el desarrollo de la industria y la promoción del comercio en el país.

Las Rutas Nacionales 2 y 7 tienen un ancho pavimentado de solamente 6,5 metros (dos carriles) y en la mayor parte de su extensión, no tienen carriles para giro a la izquierda ni carriles de ascenso. Con el crecimiento del volumen de tráfico, se pronostica que se experimentarán cada vez mayores dificultades para lograr que las rutas soporten el tráfico en el futuro.

Dados estos antecedentes, la Dirección de Vialidad del MOPC, por medio del gobierno paraguayo, solicitó al gobierno japonés que suministre cooperación en la forma de la implementación de un Estudio de Factibilidad para el Mejoramiento de las Rutas Nacionales 2 y 7 a fin de lograr un flujo de tránsito sin obstáculos en estas rutas.

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República del Paraguay, el Gobierno del Japón tomó la decisión de llevar a cabo un Estudio de Factibilidad para el Mejoramiento de las Rutas Nacionales 2 y 7 (llamado “el Estudio” de aquí en adelante) conforme a las leyes y reglamentación relevantes a un programa de cooperación técnica del Gobierno del Japón.

La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (llamada “JICA” de ahora en más, según sus siglas en inglés), la agencia oficial responsable de los programas de cooperación técnica del Gobierno del Japón, fue designada para la realización del Estudio en cooperación con las autoridades interesadas del Gobierno del Paraguay. En noviembre de 1998, la JICA envió una misión encabezada por el Sr. Hiromi SAITO al Paraguay para hacer el trabajo preparatorio y para establecer el Alcance del Trabajo para el Estudio. El Alcance del Trabajo y las Minutas de la Reunión fueron concluidos por consulta el 25 de noviembre de 1998.

## **1.2 Objetivos del Estudio**

Los objetivos del Estudio son:

- 1) realizar un estudio de factibilidad para el Mejoramiento de las Rutas Nacionales 2 y 7 para el año 2010; y
- 2) transferir tecnología relevante a los funcionarios de la contraparte paraguaya durante el transcurso del Estudio.

## **1.3 Area del Estudio**

El área del Estudio abarcará el tramo de la ruta entre San Lorenzo y Caaguazú en las Rutas Nacionales 2 y 7 respectivamente (aproximadamente 169 kilómetros).

## **1.4 Año Objetivo**

Se define el año 2010 como año meta para el Estudio de Factibilidad. Sin embargo, se toman en cuenta las condiciones pronosticadas para el año 2020 a fin de considerar al Estudio dentro del punto de vista de largo plazo.

## **1.5 Programa del Estudio**

El Estudio será implementado en dos etapas. Los rubros más importantes de cada etapa están detallados. El programa completo del Estudio puede apreciarse en la Figura 1.5.1.

### Flujo del Estudio

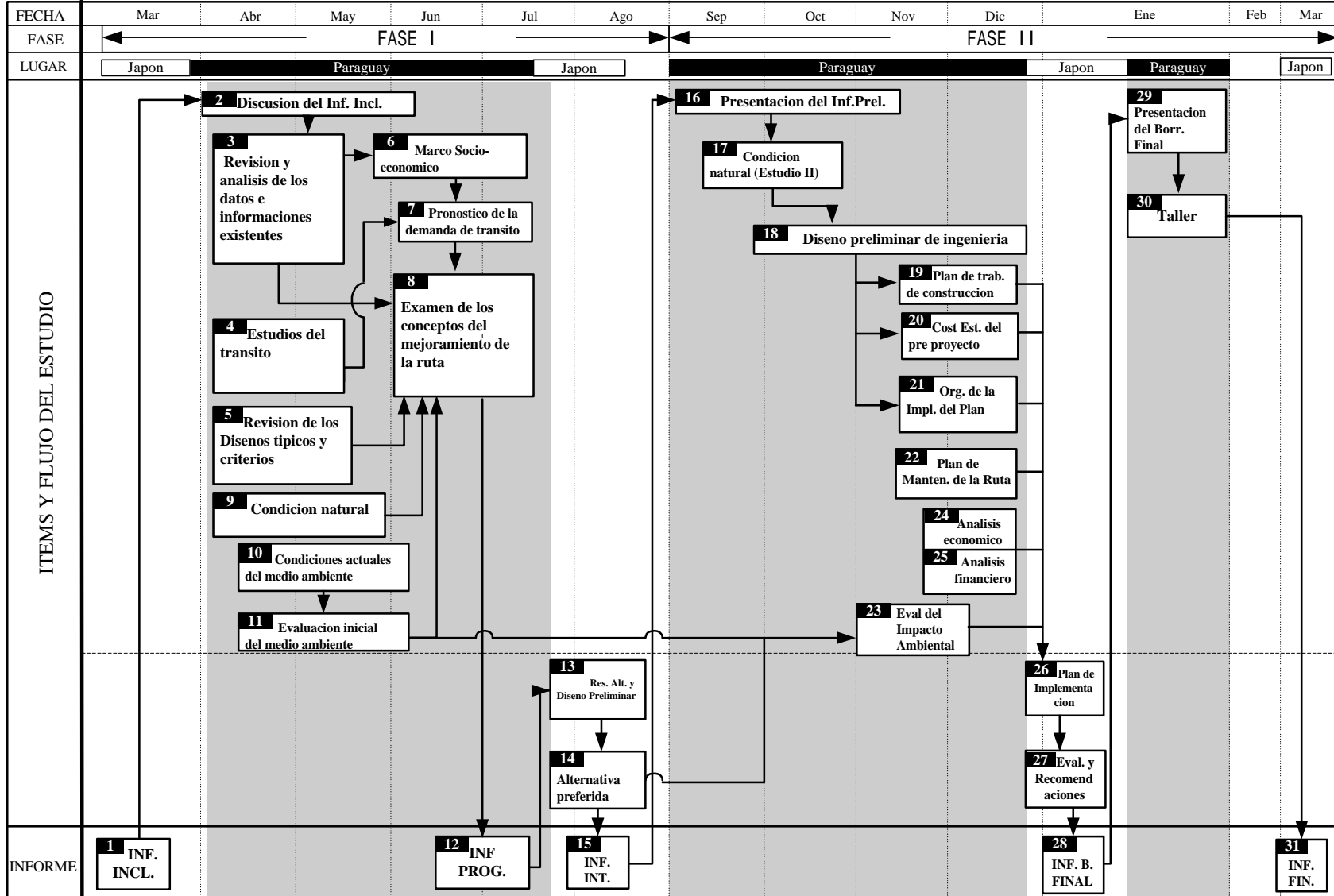
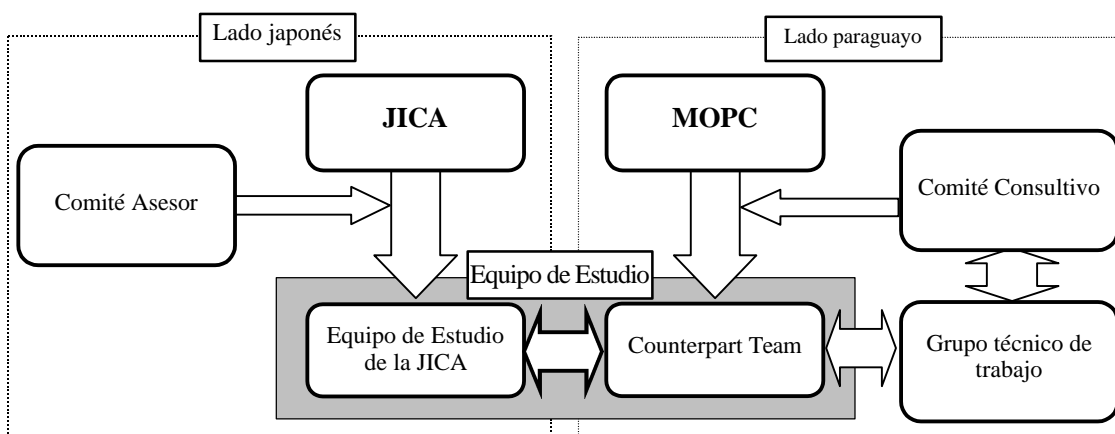


Figura 1.5.1 Flujo del Estudio

## 1.6 Organización del Estudio

El Estudio se realiza conjuntamente con el Equipo de Estudio de la JICA y el MOPC, que actuará como la agencia de contraparte y también como el cuerpo coordinador con relación a otras organizaciones involucradas tanto gubernamentales como no gubernamentales. Se organizará un Comité Directivo para la implementación sin inconvenientes del Estudio. El organigrama del estudio puede apreciarse en la Figura 1.6.1



**Figura 1.6.1 Organigrama del Estudio**

### (1) Miembros del Comité Directivo

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Ing. Ramón MALLÉN OLMEDO  | Vice Ministro<br>Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones                        |
| Ing. Félix ZELAYA MENDEZ  | Director de la Dirección de Vialidad<br>Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones |
| Dr. Mario RUIZ DIAZ       | Director de Cooperación Internacional<br>Secretaría Técnica de Planificación          |
| Ing. Celso AYALA MARTINEZ | Sector de Infraestructura<br>Secretaría Técnica de Planificación                      |
| Ing. Tomoaki NAKAI        | Secretario, Embajada del Japón  |
| Ing. Kaoru YANAGIDA       | Embajada del Japón  |
| Ing. Satoshi MUROSAWA     | Representante Residente Adjunto,<br>Oficina Paraguaya de la JICA                      |
| Ing. Yoji OZAKI           | Coordinador de Cooperación Técnica,<br>Oficina Paraguaya de la JICA                   |

### (2) Contraparte del MOPC (Funcionarios Claves solamente)

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Ing. Reinaldo MACCHI  | Jefe, Departamento de Planificación y Proyectos           |
| Ing. José Ramón GOMEZ | Jefe, División Planes y Programas (DPP)                   |
| Lic. José Luis ARGAÑA | Director, Oficina de Plan. Integral del Transporte (OPIT) |
| Econ. Manuel AQUINO   | Jefe, Dep. de Planeamiento y Programación (OPIT)          |
| Ing. Genaro PAREDES   | Jefe, Dep. de Ingeniería de Transporte (OPIT)             |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Ing. Federico GANDOLFO    | Ingeniero, Estudio Hidrológico            |
| Ing. Luis CABALLERO       | Jefe, Unidad Ambiental (UA)               |
| Ing. Juan Carlos BALBUENA | Jefe, División Estudios y Proyectos (DPP) |
| Ing. Yoshihiro WADA       | Experto en JICA                           |

**(3) Grupo de Trabajo Técnico**

|                        |                                    |
|------------------------|------------------------------------|
| Sr. Fermín LUJAN       | Secretario General, Ypacaraí       |
| Sr. Renán YEGROS       | Intendente, San José               |
| Dr. Guillermo AMARILLA | Intendente, Caaguazú               |
| Ing. Celso AYALA       | Secretario de Infraestructura, STP |

**(4) Comité de Asesoría de la JICA**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Ing. Hiromi SAITO        | Presidente<br>Dirección de Construcción Regional de Tohoku<br>Ministerio de Construcción     |
| Ing. Yoshiaki YATSUHASHI | Comité<br>Dirección de Construcción Regional de Hokuriku<br>Ministerio de Construcción       |
| Ing. Susumu YUZURIO      | División Primera del Estudio de Desarrollo,<br>Departamento del Estudio de Desarrollo Social |

**(5) Equipo de Estudio de la JICA**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Ing. Toshihiro HOTTA     | Líder del Equipo / Planificación Vial                                  |
| Ing. Mamoru SHIBATA      | Planificación Regional y de Transporte                                 |
| Ing. Tetsuo HORIE        | Medición de Tráfico / Pronóstico de Demanda                            |
| Ing. Yoshiaki NISHIKATSU | Diseño Vial  |
| Ing. Masashi BESSHO      | Diseño Estructural   |
| Ing. Yoshinori TANAKA    | Plan de Implementación / Estimaciones de Costos                        |
| Ing. Sanggyoon LEE       | Medición de Condiciones Naturales                                      |
| Ing. Kenji IGARASHI      | Asesoría de Impacto en el Medio Ambiente                               |
| Econ. Naoki HARA         | Análisis Económico / Financiero  |
| Ing. Hiroyuki AKASO      | Coordinación del Proyecto / Estudio de Operación<br>de Rutas con Peaje |

## **1.7 Transferencia de Tecnología**

El Grupo de Trabajo Técnico mantendrá reuniones regulares durante el transcurso del Estudio, y la tecnología será transferida a la contraparte. Los objetivos del grupo de trabajo técnico son: promover la transferencia de tecnología a los ingenieros paraguayos mediante un esfuerzo conjunto y promover el intercambio técnico entre el personal técnico en el Paraguay mediante la coordinación de los trabajos realizados por funcionarios de los departamentos relacionados. A fin de asegurar la buena administración del Estudio, se espera la adopción de diferentes propuestas hacia la transferencia de tecnología en las primeras dos fases del Estudio en el Paraguay.

### **Fase 1**

El Equipo de Estudio presentará sus ideas en cuanto a la estructura del estudio, mientras el lado paraguayo proveerá datos sobre las condiciones locales y ambas partes estudiarán los temas importantes que tengan relación con la implementación del estudio.

Algunos miembros del equipo de contraparte han participado en programas de entrenamiento de la JICA y tienen un buen entendimiento del programa. En realidad, sin embargo, es difícil aplicar dicho conocimiento parcialmente debido a su carga de trabajo en el Paraguay. Aunque el Equipo de Estudio les ayudó a construir un inventario de rutas y puentes, la falta de datos hizo que fuera difícil crear un buen sistema de administración de datos. Como es muy importante crear y actualizar constantemente el inventario de rutas y puentes y observar el tráfico vial para el mantenimiento y el mejoramiento vial, se recomienda firmemente que el equipo de contraparte siga procurando establecer dicho sistema.

### **Fase 2**

El Equipo del Estudio explicará el trabajo y buscará el buen entendimiento mediante la realización de las actividades del proyecto que conducirán a los hallazgos del Estudio (las explicaciones en este punto serán separadas del trabajo del Comité Consultivo, que será reportar y discutir los hallazgos del estudio preliminar), mientras el lado paraguayo identificará los inconvenientes encontrados. De esta manera, se anticipa que la calidad del resultado final del Estudio sea óptima. La JICA ha establecido un Comité Asesor en el Japón que ayudará al Equipo de Estudio mediante la provisión de consejos y sugerencias oportunas.

A fin de permitirles llevar a cabo el pronóstico de demanda de tráfico con la JICA STRADA, el Equipo de Estudio abrió un seminario de una semana para los miembros de contraparte relacionados con el pronóstico de tráfico así como para miembros de una firma consultora encargada de llevar a cabo estudios de transporte. Además, como se confirmó en la Fase 1, un buen sistema de mantenimiento de infraestructura traerá consigo una mejor calidad y se podrán evitar errores fatales. Por lo tanto, el Equipo de Estudio sugirió al equipo contraparte que establezca una organización a cargo del sistema de administración de datos para operación y mantenimiento vial.

### **Avance de los Talleres**

Los temas y las fechas se indican junto con otras reuniones venideras en la tabla de abajo. Las fechas y el número de reuniones futuras indicados más adelante son

provisorios y se definirán de común acuerdo con la agencia contraparte. El Grupo de Trabajo Técnico continúa con el esfuerzo de incluir a representantes de los departamentos de medio ambiente y de planificación de los gobiernos locales además de los funcionarios de los departamentos del MOPC. La estructura final de cada reunión se determinará en consulta con el MOPC.

**Cuadro 1.7.1 Programa de los Talleres llevados a cabo**

| No.              | Tema   | Fecha                      |
|------------------|--|----------------------------|
| <b>Etapa - 1</b> |  |                            |
| 1                | Esbozo y contenido del Estudio, metodología de conteo de tráfico y pronóstico de demanda, estudio inicial del medio ambiente.                        | Abril 1999<br>(Completado) |
| 2                | Condiciones socioeconómicas actuales tanto en el Paraguay en general como en el área de Estudio, metodología del estudio inicial del medio ambiente. | Mayo 1999<br>(Completado)  |
| 3                | Condiciones actuales y pronóstico de demanda del tráfico, Diseño Vial, condiciones y diseño de las estructuras de los puentes.                       | Junio 1999<br>(Completado) |
| 4                | Presentación del Informe de Progreso   | Julio 1999                 |
| <b>Etapa - 2</b> |  |                            |
| 5                | Evaluación de rutas alternativas y planes estructurales de las mismas y la selección de una alternativa preferida                                    | Septiembre<br>1999         |
| 6                | Diseño Vial Preliminar   | Noviembre<br>1999          |
| 7                | Diseño estructural, estimaciones de costos, programa de implementación, plan de operación y mantenimiento.   | Diciembre<br>1999          |

## 1.8 Programa del Estudio

El estudio que comenzó en marzo de 1999 habrá completado sus dos etapas para marzo del año 2000. El programa del estudio puede apreciarse a continuación.



**Cuadro 1.8.1 Programa del Estudio**

| Item de Estudio  | 1999 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 2000 |     |  |
|--|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|--|
|  | Mar  | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb  | Mar |  |
| <b>Primer Etapa</b>  |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| <i>Trabajo en Japón</i>  |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 1 Trabajo Preparatorio   | ■    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| <i>Trabajo en el Paraguay</i>  |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 2 Discusión del Informe Inicial  |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 3 Revisión y Análisis de los datos e Información Existentes                          |      | ■   | ■   | ■   | ■   |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 4 Estudios de Tráfico  |      | ■   | ■   | ■   |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 5 Revisión de las Normas y Criterios de Diseño Existentes                            |      |     | ■   | ■   |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 6 Formulación del Marco de Trabajo Socioeconómico                                    |      | ■   | ■   |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 7 Pronóstico de Demanda de Tráfico   |      |     | ■   | ■   | ■   |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 8 Examen de Conceptos de Mejoramiento Vial   |      |     |     | ■   | ■   |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 9 Encuesta I de Condiciones Naturales  |      | ■   | ■   |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 10 Estudio de las Condiciones Ambientales Actuales                                   |      | ■   | ■   |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 11 Examen Ambiental Inicial  |      |     | ■   | ■   |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 12 Preparación del Informe de Progreso y Presentación al Equipo Paraguayo            |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| <i>Trabajo en Japón</i>  |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 13 Examen de las Rutas Alternativas y de los Diseños Preliminares de Estructura vial |      |     |     |     |     | ■   |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 14 Selección de la Mejor Alternativa   |      |     |     |     |     | ■   |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 15 Preparación del Informe Intermedio  |      |     |     |     |     | ■   |     |     |     |     |     |      |     |  |
| <b>Segunda Etapa</b>   |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| <i>Trabajo en el Paraguay</i>  |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 16 Presentación del Informe Intermedio   |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 17 Encuesta II de Condiciones Naturales  |      |     |     |     |     |     | ■   | ■   |     |     |     |      |     |  |
| 18 Diseño de Ingeniería Preliminar   |      |     |     |     |     |     | ■   | ■   | ■   | ■   |     |      |     |  |
| 19 Planificación de los Trabajos de Construcción                                     |      |     |     |     |     |     |     |     | ■   | ■   |     |      |     |  |
| 20 Estimación Preliminar de los Costos del Proyecto                                  |      |     |     |     |     |     |     |     | ■   | ■   | ■   |      |     |  |
| 21 Examen de las Organizaciones para la Implementación del Proyecto                  |      |     |     |     |     |     |     |     |     | ■   | ■   |      |     |  |
| 22 Establecimiento del Plan de Mantenimiento Vial                                    |      |     |     |     |     |     |     |     |     | ■   | ■   |      |     |  |
| 23 Evaluación del Impacto Ambiental  |      |     |     |     |     |     |     |     | ■   | ■   |     |      |     |  |
| 24 Análisis Económico  |      |     |     |     |     |     |     |     | ■   | ■   |     |      |     |  |
| 25 Análisis Financiero   |      |     |     |     |     |     |     |     | ■   | ■   |     |      |     |  |
| <i>Trabajo en Japón</i>  |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 26 Formulación del Plan de Implementación del Proyecto                               |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     | ■   | ■    |     |  |
| 27 Evaluación Global y Recomendaciones   |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     | ■   | ■    |     |  |
| 28 Preparación del Borrador del Informe Final  |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     | ■   | ■    |     |  |
| <i>Trabajo en el Paraguay</i>  |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 29 Presentación del Borrador del Informe Final                                       |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | ■    |     |  |
| 30 Seminario   |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      | ■   |  |
| <i>Trabajo en Japón</i>  |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |  |
| 31 Preparación y Presentación del Informe Final                                      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      | ■   |  |

# CAPÍTULO 2 PERFIL FÍSICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

## 2 PERFIL FÍSICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1 Topografía

El Paraguay está dividido por el Río Paraguay en dos regiones, la región del este (Oriental) y la del oeste (Occidental). El relieve de la región Oriental varía entre planicies y cerros, las elevaciones más altas se hallan cerca de la frontera con el Brasil. En la vasta pradera baja del Chaco, que ocupa más del 60% de la superficie total del Paraguay, se experimentan alternativamente inundaciones y sequías. Aproximadamente el 95% de la población está concentrada en la Región Oriental. La superficie del Paraguay es de 406.750 kilómetros cuadrados, es decir, 1,1 veces más grande que el Japón.

Aunque el Paraguay no tenga salida al mar, por sus fronteras cruzan ríos navegables, así también sus tierras están entrecruzadas por vías fluviales. El Río Paraguay divide al país en dos regiones bien diferenciadas. La región del este, oficialmente denominada Paraguay Oriental y conocida como la Región Oriental, y la región del oeste (Paraguay Occidental) conocida como el Chaco, tienen un leve gradiente hacia el Río Paraguay en donde desaguan, el cual no solamente separa a las dos regiones sino también las unifica. El punto más bajo del relieve se encuentra en el área de la confluencia de los Ríos Paraguay y Paraná, donde la elevación es de 46 metros y la cima más alta es la del Cerro Tres Kandú, en el Departamento del Guairá, con 842 metros de altitud. El Paraguay Oriental abarca aproximadamente el 39% de toda la superficie y se compone de cerros boscosos y praderas.

La elevación del área del estudio es de aproximadamente 320 metros, casi la misma de la ciudad capital, Asunción. El Paraguay limita con tres países considerablemente más grandes: Bolivia, Argentina y Brasil.



Figura 2.1.1 Mapa de Ubicación del Área de Estudio

En el área del estudio, la ruta pasa por los Departamentos de Cordillera y Caaguazú (Ver Figura 2.1.1).

El drenaje de la Región Oriental se realiza esencialmente por ríos que fluyen hacia el oeste al Río Paraguay, aunque algunos ríos fluyen hacia el este al Río Paraná. Las praderas de elevación baja que tienden a inundarse, separan a las cordilleras del este del Río Paraguay. En el este, la frondosa meseta del Paraná se extiende de norte a sur y hasta 145 kilómetros hacia el oeste de las fronteras con el Brasil y la Argentina. El borde del oeste de la meseta del Paraná se define por una escarpadura que desciende de una elevación de aproximadamente 460 metros en el norte a aproximadamente 180 metros en la extremidad sur de la misma. La meseta tiene pendientes moderadas que dan al este y al sur, su superficie notablemente uniforme siendo interrumpida solamente por los valles estrechos tallados por los afluentes del Río Paraná que fluyen hacia el oeste.

El Río Tebicuary, un afluente principal del Río Paraguay, divide al pantanal, el cual está interrumpido en su porción central por ondulaciones terrestres de hasta tres metros de altura. Las principales características orográficas de la Región Oriental incluyen la Cordillera del Amambay, la Cordillera del Mbaracayu y la Cordillera de Caaguazú. La Cordillera del Amambay se extiende desde el punto nordeste de la región hacia el sur y levemente hacia el este, paralela a la frontera brasileña. La altura promedio de los cerros es de 400 metros sobre el nivel del mar, pero el punto más alto alcanza 700 metros. La cordillera principal tiene 200 kilómetros de largo y en la zona de tierras altas en el norte, tiene pequeñas desviaciones de la cordillera principal que se extienden hacia el oeste disminuyéndose gradualmente hasta desaparecer por completo en la orilla del Río Paraguay en las tierras altas del norte.

La Cordillera de Amambay se fusiona con la Cordillera de Mbaracayu, la cual extiende 120 kilómetros hasta el Río Paraná hacia el este. La altura promedio de esta cordillera es de 200 metros; la cima mas alta de la cordillera, a 500 metros, queda dentro del territorio brasileño. En el Río Paraná se forman las cataratas de Salto del Guairá en la zona donde el río penetra a los cerros de la Cordillera de Mbaracayu para luego entrar en territorio paraguayo. La Cordillera de Caaguazú asciende hasta donde las otras dos cordilleras principales convergen y se extiende hacia el sur, teniendo una altura promedio de 400 metros. La cima más alta es la del Cerro de San Joaquín, que alcanza 500 metros sobre el nivel del mar. Esta cordillera no es un macizo continuo sino que está interrumpida por cerros y ondulaciones cubiertos de selvas y praderas. La Cordillera de Caaguazú se extiende hacia el oeste, desde la meseta del Paraná hacia la franja de cerros en la zona central.

Una cordillera menor, la Serranía del Mbaracayú, también asciende en el punto donde la Cordillera del Amambay y la Cordillera del Mbaracayu convergen. La Serranía de Mbaracayú se extiende hacia el este y luego hacia el sur paralela al Río Paraná; la cordillera tiene una altura promedio de 500 metros.

## 2.2 Clima

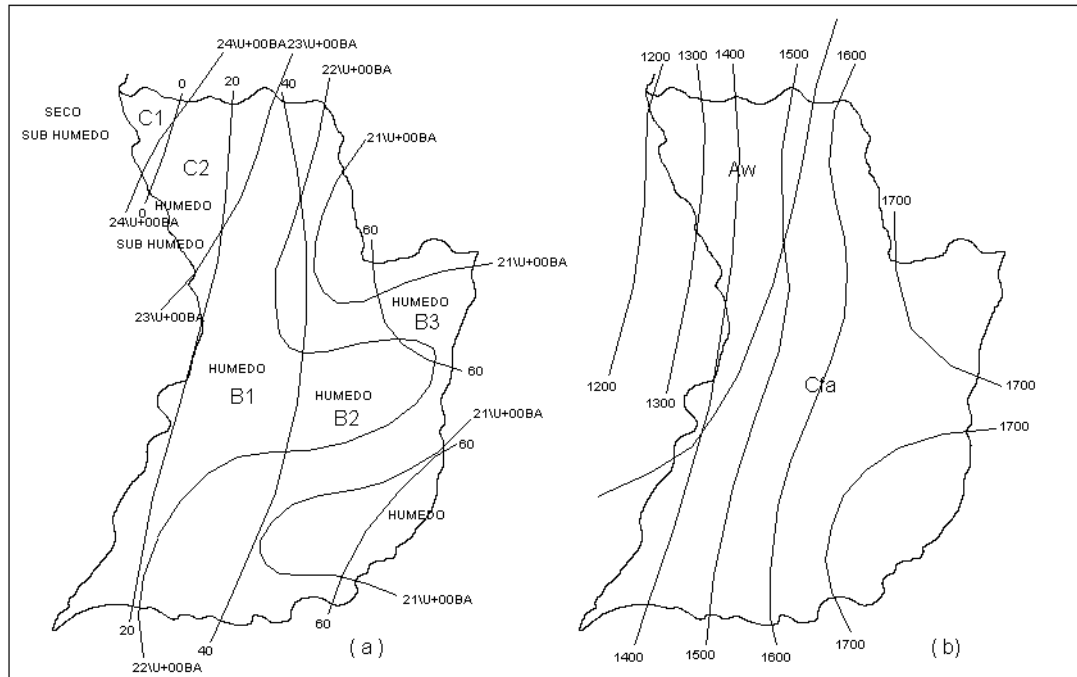
El Paraguay tiene un clima subtropical en el área del estudio. Esta área es húmeda y recibe abundantes precipitaciones en todo el año; los cambios estacionales de temperatura son moderados. En el verano del hemisferio sur, que corresponde al invierno del norte, los cálidos vientos sirocos norestes influyen predominantemente en el clima. Durante el invierno, el viento predominante es el frío viento pampero sur que proviene del Atlántico Sur, cruza a través de la Argentina y luego se desvía por los Andes en la zona sur de la Argentina hacia el noreste. A causa de la falta de barreras topográficas dentro del Paraguay, estos vientos prevalecientes, al soplar uno en oposición a la otra, traen cambios bruscos e irregulares en tiempo normalmente moderado. Los vientos son generalmente bastante fuertes, con velocidades de 160 kilómetros por hora registrándose en el sur.

El área del estudio tiene solamente dos estaciones: el verano que dura de octubre a marzo y el invierno de mayo a agosto. Los meses de abril y setiembre son meses de transición durante los cuales las temperaturas están por debajo de los promedios del pleno verano y las temperaturas mínimas pueden descender por debajo de 0° C. La primavera y el otoño no existen realmente en el clima paraguayo. Durante el invierno templado, el mes mas frío es el de julio, que tiene una temperatura promedio de aproximadamente 18°C en Asunción y 17°C en la meseta del Paraná. No hay variante significativa entre el norte y el sur. El número de días con temperaturas bajo cero grado centígrado varía de tres a dieciséis días al año, con variaciones aún más grandes en el interior. En algunos años, se experimenta un invierno muy templado con vientos que constantemente provienen del norte y con poca escarcha. Durante un invierno frío, sin embargo, vientos polares traen temperaturas de bajo cero grado centígrado a todas las áreas. Ninguna área de la Región Oriental se encuentra totalmente libre de la posibilidad de sufrir escarcha y consecuentemente daño a los cultivos, y se han registrado ráfagas de nieve en varias localidades.

En el área del estudio, el húmedo aire tropical hace que el tiempo sea cálido de octubre a marzo. En Asunción, el promedio estacional es de aproximadamente 24°C, con un promedio de 29°C durante el mes más caluroso, que es enero. Durante el verano, es bastante común que las temperaturas diurnas alcancen 38°C. Sin embargo, olas frecuentes de aire fresco del sur causan condiciones de tiempo que alternan entre periodos húmedos, soleados, y tormentosos. El cielo suele estar prácticamente sin nubes durante siete a diez días a medida que la temperatura y la humedad suben continuamente. Cuando el calor húmedo llega a límites casi intolerables, provienen tormentas eléctricas que preceden a un frente frío del sur y la temperatura cae hasta 15°C en pocos minutos.

La precipitación en el área del estudio se distribuye de una manera bastante equilibrada. Aunque las condiciones meteorológicas locales jueguen un papel importante, suele llover cuando predominan masas de aire tropical. La precipitación más baja se experimenta en el mes de agosto cuando los promedios en varias partes de la región varían de dos a diez centímetros. Los dos periodos de mayor precipitación son de marzo a mayo y de octubre a noviembre. En todo el país, la diferencia entre el mes más seco y el mes más lluvioso varía de diez a 18 centímetros. El promedio de precipitación

anual es de 127 centímetros, pero el promedio en la meseta del Paraná es de 25 a 38 centímetros más alto. En Asunción se han registrado precipitaciones anuales de hasta 208 centímetros y en otras ocasiones se han registrado precipitaciones anuales tan bajas como ser de 56 centímetros (Ver Figura 2.2.1).



**Figura 2.2.1 Clasificación del Clima**

### 2.3 Geología

El área oeste del Río Paraguay contiene depósitos de los períodos terciario y cuaternario. Las condiciones geológicas al este del Río Paraguay se basan en el período carbonífero de la era Paleozoica, basalto, piedra arenisca, piedra caliza, piedra granítica y piedras de base de los períodos Jurásico y Triásico. El suelo del área del Río Paraná es de origen basáltico y contiene tierra roja fértil denominada tierra Rusia. Este suelo se considera uno de los mejores en las regiones tropical y subtropical de América del Sur. El suelo amarillo rojizo de origen arenisco se denomina Asunción; es poco permeable y desprendimientos de tierras y erosión de barrancos pueden ocurrir fácilmente a causa de la erosión de la superficie (Ver Figura 2.3.1 Divisiones hidrogeológicas).

En la Región Chaqueña oeste, los suelos son de color cobrizo o marrón y tienen alto contenido de alcalinidad salina.

Puede apreciarse el Perfil Hidrogeológico del Área de Estudio en la Figura 2.3.2. La Figura 2.3.3 muestra el Mapa Geológico del Área de Estudio.

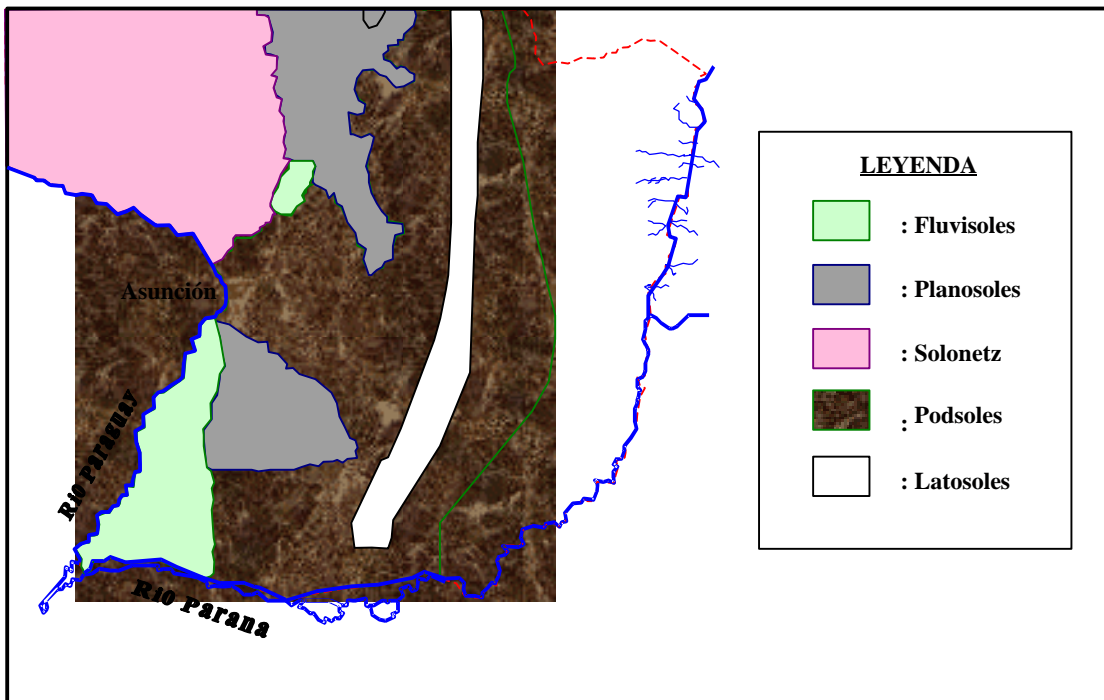


Figura 2.3.1 Divisiones Hidrogeológicas

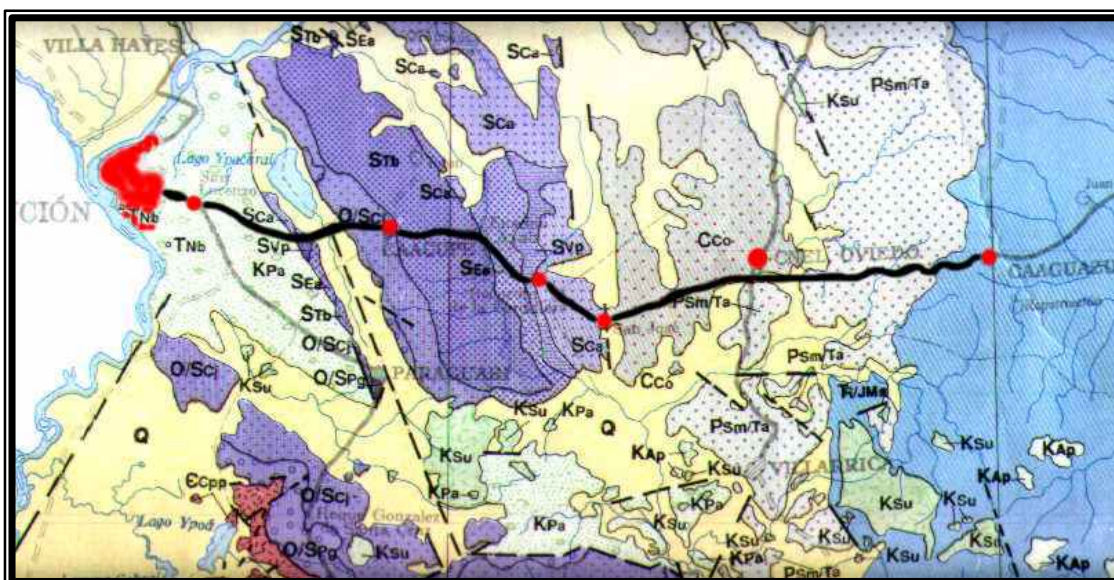


Figura 2.3.2 Perfil Hidrogeológico



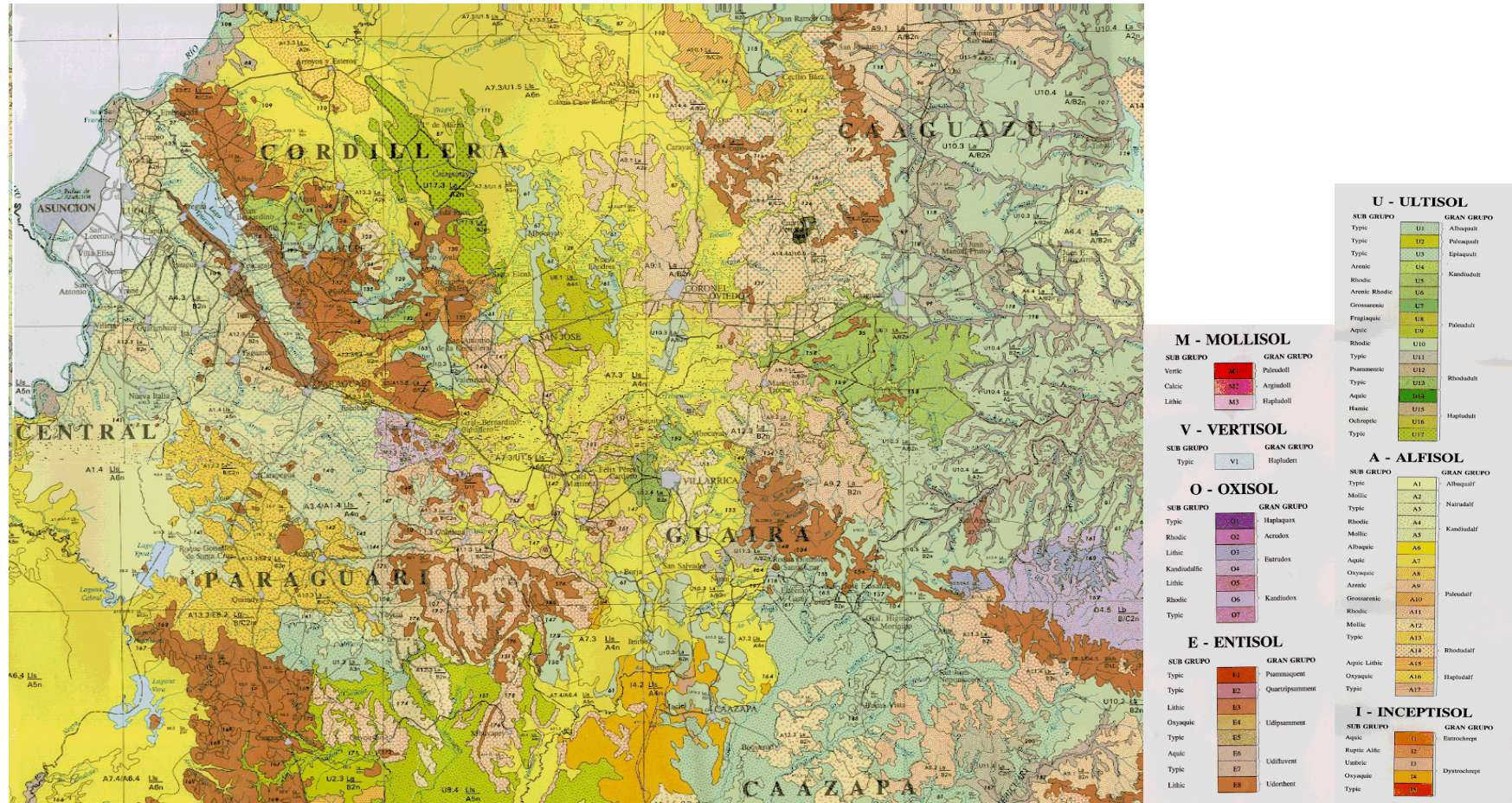


Figura 2.3.3 Mapa Geológico del Área de Estudio