E.C.
526
T.I
MOPT

GOBIERNO DE COSTA RICA

ERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
ONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES

Diseño Preliminar y Estudio de Factibilidad Técnica, Económica, Financiera y Ambiental para la Concesión de Obra con Servicio Público del Corredor Vial San José – Zapote – Cartago.







REPORTE FINAL

TOMO I

EXPEDIENTE
ADMINISTRATIVO
142-2001-SETENA





ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

DEPPAT S.A.
REGISTRO #008-96-SETENA

URS

Junio, 2001

Estudio de Impacto Ambiental

Proyecto Corredor Vial
San José–Zapote–Cartago

Expediente Administrativo N° 142-01-SETENA

Contratado por:

Consejo Nacional de Concesiones

Elaborado por:

DEPPAT

Registro N° 0008–96

URS

Junio, 2001

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto Corredor Vial San José–Zapote–Cartago

Profesionales Participantes

Arquitecto Alfredo Bermúdez
Arquitectura
Registro N° 0050-96

Bach. Turismo Eugenio Bermúdez
Turismo
Registro N° 0167-98

Geólogo Guido Sibaja
Geología
Registro N° 0208-97

Socióloga Melania Nuñez
Sociología
Registro N° 085-2000

Bióloga Paulina Cordero
Bióloga
Registro 0089-96

Arqueólogo Javier Artavia
Arqueología
Restistro N° 029-2000

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
CENTRO DE
DOCUMENTACION
República de Costa Rica

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO CORREDOR VIAL SAN JOSE–ZAPOTE–CARTAGO

INDICE

Pág

SECCION 1 – PRESENTACION 1-1

SECCION 2 – RESUMEN EJECUTIVO 2-1

2.1 Introducción 2-1
2.2 Descripción del Proyecto 2-1
2.3 Diagnóstico Ambiental 2-3
2.4 Impactos Ambientales 2-4
2.5 Medidas de Mitigación 2-4
i. Fase de Construcción 2-5
ii. Fase de Operación 2-6
2.6 Plan de Gestión Ambienta! 2-7

SECCION 3 – INTRODUCCION 3-1

3.1 Alcances 3-2
3.1.1 Alcances Ecológicos 3-2
3.1.2 Alcances Sociales 3-2
3.1.3 Alcances Culturales 3-3
3.2 Objetivos 3-3
3.2.1 Objetivo General 3-3
3.2.2 Objetivos Específicos 3-3
3.3 Metodología 3-3
3.4 Duración 3-3
3.5 Instrumentalización 3-4
3.6 Antecedentes 3-4

SECCION 4 – INFORMACION GENERAL 4-1

4.1 Información sobre la Persona Física o Jurídica 4-1
4.2 Información sobre el Equipo Profesional que Elaboró el EsIA 4-1
4.3 Términos de Referencia del EsIA Realizado 4-4

SECCION 5 – DESCRIPCION DEL PROYECTO 5-1

5.1 Ubicación Geográfica 5-1
5.2 Ubicación Político-Administrativa 5-1
5.3 Resumen del Proyecto 5-4
5.4 Legislación y Normas Técnicas y Ambientales que Regulan el Proyecto y el Espacio Físico donde se Desarrollará 5-4
5.5 Area Estimada del Proyecto y Area de Influencia 5-7
5.6 Fases de Desarrollo 5-7

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION
República de Costa Rica

URS

INDICE

Pág

SECCION 5 – DESCRIPCION DEL PROYECTO (continuación)

5.6.1 Actividades a Realizar en cada Fase del Proyecto 5-7
i. Fase de Diseño 5-7
ii. Fase de Construcción 5-7
iii. Fase de Operación 5-8
5.6.2 Tiempo de Ejecución 5-8
5.6.3 Flujograma de Actividades 5-10
5.6.4 Infraestructura a Desarrollar 5-10
i. Segmento I Autopista Estado de Israel 5-10
ii. Nueva Radial Zapote – Curridabat 5-10
iii. Autopista Florencio del Castillo 5-13
5.7 Equipo a Utilizar 5-14
5.7.1 Fase de Construcción 5-14
i. Movilización de Equipo 5-14
ii. Frecuencia de Movilización 5-14
5.7.2 Fase de Operación 5-14
i. Flujo Vehicular Esperado 5-14
ii. Mapeo de Rutas más Transitadas 5-15
5.8 Necesidades de Recursos durante la Operación 5-18
5.9 Disposición de Desechos 5-18
5.10 Análisis Financiero y Ajuste Económico Preliminar 5-18
5.10.1 Estudio Financiero 5-18
i. Monto Global de la Inversión 5-18

SECCION 6 – DESCRIPCION DEL AMBIENTE FISICO 6-1

6.1 Formaciones Geológicas Regionales 6-1
i. Fosa Mesoamericana 6-3
ii. Arco Volcánico 6-3
iii. Zona de Deformación Central de Costa Rica 6-3
iv. Cuenca Transtensiva (Pull-Apart) del Valle Central 6-3
v. Deformación Neotectónica y Trayectoria de Esfuerzos Netotectónicos 6-3
vi. Formación Coris 6-3
vii. Formación La Cruz 6-4
viii. Formación Sapper 6-4
ix. Depósitos Coluvio – Aluviales 6-4
6.1.1 Unidades Geológicas Locales 6-4
i. Areniscas Silíceas 6-4
ii. Basaltos 6-5
iii. Depósitos Lahári cos 6-6
iv. Depósitos Volcánicos Caóticos 6-6
v. Depósitos Lacustres 6-7
vi. Depósitos Coluvio – Aluviales sin Diferenciar 6-8
vii. Depósitos Coluvio – Aluviales con Influencia Larica 6-8
viii. Depósitos Laháricos de Taras 6-9

INDICE

Pág

SECCION 6 – DESCRIPCION DEL AMBIENTE FISICO (continuación)

ix. Depósitos Aluviales 6-10
6.1.2 Análisis Estructural y Evaluación 6-10
i. Fallamiento 6-10
ii. Plegamiento 6-11
6.1.3 Caracterización Geotécnica 6-11
6.1.4 Mapa Geológico del AP y el AID 6-12
6.2 Geomorgología 6-12
6.2.1 Descripción Geomorfológica 6-12
i. Relleno Volcánico 6-12
ii. Terreno Montañoso Bajo 6-15
iii. Abanico Aluvial del Rio Reventado 6-15
6.2.2 Mapa Geomorfológico 6-16
6.3 Caracterización de Suelos 6-16
i. Typic Dystrandept de Partes Bajas 6-16
ii. Typic Dystrandept de Partes Montañosas 6-18
iii. Typic Dystropept 6-18
iv. Typic Tropaquept 6-18
v. Fluventic Dystropept 6-18
6.4 Clima 6-19
i. Precipitación 6-19
ii. Temperatura 6-21
iii. Vientos 6-21
iv. Brillo Solar 6-22
v. Humedad Atmosférica 6-22
6.5 Hidrología 6-22
6.5.1 Aguas Superficiales 6-23
i. Red Hídrica 6-23
ii. Río Reventado 6-24
iii. Estacionalidad de las Aguas 6-24
iv. Calidad del Agua 6-26
v. Caudales 6-26
6.5.2 Aguas Subterráneas 6-26
i. Caracterización de Acuíferos 6-26
6.6 Calidad del Aire 6-27
6.6.1 Ruido 6-29
6.7 Amenazas Naturales 6-30
6.7.1 Amenaza Sísmica 6-30
i. Sismos en la Zona de Subducción 6-31
ii. Zonas Sísmicas Superficiales y Fallamiento Cortical Periférico 6-32
iii. Indices Sísmicos de las Zonas Sismogénicas 6-33
iv. Aceleración Máxima del Suelo (PGA) 6-33
6.7.2 Erosión 6-33
6.7.3 Mapa de Susceptibilidad 6-34

INDICE

Pág

SECCION 7 – DESCRIPCION DEL AMBIENTE SOCIOECONOMICO 7-1

7.1 Uso Actual de la Tierra en Sitios Aledaños 7-2
i. Uso Urbano 7-2
ii. Uso Industrial 7-2
iii. Uso Agrícola 7-4
iv. Pastos, Pastos con Arboles y Charrales 7-4
v. Bosques 7-4
7.2 Características de la Población 7-5
i. Perfil Demográfico de los Ocupantes del Area de Influencia del Proyecto 7-6
ii. Perfil de los Ocupantes de Negocios, Oficinas y Centros Educativos 7-10
7.3 Percepción Local sobre el Proyecto 7-11
i. Percepción de los Habitantes del Entorno 7-11
ii. Percepción de los Ocupantes de Negocios 7-16
7.4 Sitios Arqueológicos 7-18
7.5 Paisaje 7-19

SECCION 8 – DIAGNOSTICO AMBIENTAL 8-1

SECCION 9 – EVALUACION DE IMPACTOS 9-1

9.1 Modelo de Evaluación de Impactos Ambientales 9-1
9.1.1 Metodología de Evaluación 9-1
9.1.2 El Ambiente como un Sistema 9-1
9.1.3 El Proyecto como un Sistema 9-2
9.1.4 Valoración de Impactos 9-2
9.2 Descripción y Análisis de Impactos Ambientales 9-3
9.2.1 Fase de Construcción 9-3
9.2.2 Fase de Operación 9-8

SECCION 10 – MEDIDAS DE MITIGACION 10-1

10.1 Fase de Construcción 10-1
10.2 Fase de Operación 10-4

SECCION 11 – PLAN DE GESTION AMBIENTAL 11-1

11.1 Ejecutor de las Medidas 11-1
11.2 Monitoreo 11-4
11.3 Cronograma de Ejecución 11-4
11.4 Plan de Contingencia 11-9
11.4.1 Eventos Sísmicos 11-9
11.4.2 Inundaciones / Avalanchas 11-9
11.4.3 Incendios 11-10
11.4.4 Accidentes Laborales 11-11

INDICE

Pág

SECCION 11 – PLAN DE GESTION AMBIENTAL (continuación)

11.5 Costos de la Gestión Ambiental 11-12

SECCION 12 – REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 12-1

APENDICES

1. **Resolución No. 0155-2001-SETENA**
2. **Documentos Legales**
3. **Monto Global de la Inversión**
4. **Estudio sobre Ruido**
5. **Modelo de la Encuesta**
6. **Estudio Arqueológico**

INDICE DE LAMINAS

Pág.

Lámina 1 - Localización Geográfica 5-2
Lámina 2 - Localización Político-Administrativa 5-3
Lámina 3 - Áreas de Influencia 5-9
Lámina 4 - Flujograma Preliminar de Actividades 5-11
Lámina 5 - Diseño de Sitio 5-12
Lámina 6 - Rutas más Transitadas 5-16

Lámina 7 - Geología 6-14
Lámina 8 - Geomorfología 6-17
Lámina 9 - Suelos 6-20
Lámina 10 - Red Hidrográfica 6-25
Lámina 11 - Susceptibilidad Ambiental 6-35

Lámina 12 - Usos del Suelo 7-3

Lámina 13 - Diagnóstico Ambiental 8-3

INDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Crecimiento Proyectado del Tránsito 5-17
Cuadro 2 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Estimados de Costos del Proyecto 5-19
Cuadro 3 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Valores Límite de Inmisión. Tomado De Getinsa – Novotecni y Asociados (1999) 6-28
Cuadro 4 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Valores Registrados en el Tramo del Proyecto y Zonas de Interconexión 6-30
Cuadro 5 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Resumen de las Mediciones en los Diferentes Sectores 6-30
Cuadro 6 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Parámetros de las Zonas Sísmicas. Modificado de Rojas & Montero (2000) 6-33
Cuadro 7 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Distribución de la Población por Cantón, según Sexo. Tomado de INEC (2001) 7-5
Cuadro 8 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Perfil del Jefe de Familia 7-6
Cuadro 9 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Condición de Ocupación del Jefe de Familia 7-7
Cuadro 10 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Situación de Empleo e Ingreso Económico 7-8
Cuadro 11 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Nivel de Vida de las Familias Residentes en el Área de Influencia 7-10
Cuadro 12 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Características de los Negocios en el Área de Influencia del Proyecto 7-11
Cuadro 13 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Percepción del Proyecto, Residentes del Área de Influencia 7-12
Cuadro 14 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Actitud ante la Expropiación, Residente de Área de Influencia del Proyecto 7-14
Cuadro 15 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Atribución de Efectos ante el Desarrollo del Proyecto 7-15
Cuadro 16 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Proyección del Estado de la Comunidad y Familia 7-15
Cuadro 17 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Percepción del Proyecto, Ocupantes de Negocios Área de Influencia del Proyecto 7-16
Cuadro 18 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Actitud ante la Expropiación, Ocupantes de Negocios del Área de Influencia del Proyecto 7-16
Cuadro 19 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Atribución de los Efectos ante el Desarrollo del Proyecto 7-17
Cuadro 20 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Proyección del Estado de la Comunidad y la Familia 7-18
Cuadro 21 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Variables Consideradas para la Valoración de Impactos 9-2
Cuadro 22 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Evaluación de Impactos Ambientales. Fase de Construcción 9-8
Cuadro 23 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Evaluación de Impactos Ambientales. Fase de Construcción 9-11

INDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 24 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Ejecutor de las Medidas de Mitigación 11-1
Cuadro 25 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Cronograma de Aplicación de las Medidas de Mitigación 11-5
Cuadro 26 - EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Costos de la Gestión Ambiental 11-12

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES
CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES

REPORTE FINAL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

URS

SECCION 1

PRESENTACION

La firma URS Corporation fue seleccionada en el mes de Agosto del 2000, para realizar el Diseño Preliminar y Estudio de Factibilidad para la Concesión de Obra con Servicio Público del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago.

La compleja situación vial originada principalmente por el crecimiento de la demanda existente entre San José–Zapote–Cartago ha provocado un fuerte deterioro de estas importantes arterias, lo cual conlleva a un consumo innecesario de combustible, un aumento significativo en los tiempos de traslado entre las diferentes ciudades y el subsecuente aumento de la polución ambiental, factor directamente proporcional a la condición antes mencionada.

Dentro del marco legal establecido por la normativa técnica y ambiental para la realización de los estudios de factibilidad y el diseño preliminar del corredor vial, se desarrolló el presente Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), partiendo de los lineamientos técnicos establecidos por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), por medio de la Resolución Nº 0155-2001-SETENA (Apéndice 1). El estudio fue contratado a la firma URS Corporation, la cual subcontrató para la elaboración del mismo a la empresa consultora Desarrollo en Ecología, Paisajismo, Planificación, Arquitectura y Turismo S.A. (DEPPAT S.A.), la cual se encuentra inscrita y vigente en el registro de consultores de la SETENA.

A la espera de que el contenido del presente estudio y los resultados obtenidos satisfagan las expectativas de la SETENA, se presenta para su debida revisión y aprobación el EsIA de la Ampliación y Modernización del Corredor Vial San José – Zapote - Cartago.

Cordialmente,

Ing. Olman Elizondo
Secretario Técnico
Consejo Nacional de Concesiones

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES
CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES

REPORTE FINAL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

URS

SECCION 2

RESUMEN EJECUTIVO

Se resume en forma técnica el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), considerando las características del proyecto y el medio ambiente, así como los principales resultados obtenidos.

2.1 Introducción

Como parte integral del proceso de evaluación ambiental de proyectos de desarrollo, creado por la Ley Orgánica del Ambiente (Ley N° 7554) y el Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA (Decreto Ejecutivo N° 25075–MINAE), considerados por la Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Ley N° 7762) y el Reglamento General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Decreto Ejecutivo N° 27098–MOPT), se desarrolló el EsIA del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. El EsIA fue preparado por la empresa Desarrollo en Ecología, Paisajismo, Planificación, Arquitectura y Turismo (DEPPAT), con el objetivo de preparar una propuesta de Plan de Gestión Ambiental para los impactos potenciales relacionados con el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago sobre los componentes del medio ambiente.

Dentro del contexto de mejoramiento de las condiciones de tránsito de la red vial nacional, se contrató un estudio con el propósito de determinar las medidas a largo plazo necesarias para llevar a cabo dicho objetivo.

La compleja situación vial originada principalmente por el crecimiento de la demanda existente entre San José–Zapote–Curridabat–Cartago ha provocado un fuerte deterioro de estas importantes arterias, lo cual conlleva a un consumo innecesario de combustible, un aumento significativo en los tiempos de traslado entre las diferentes ciudades y el subsecuente aumento de la polución ambiental, factor directamente proporcional a la condición antes mencionada.

La firma URS fue seleccionada, en el mes de Agosto del 2000, para realizar el diseño preliminar y estudio de factibilidad para la concesión de obra con servicio público del corredor vial San José–Zapote–Cartago.

2.2 Descripción del Proyecto

El Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, es una vía que se extenderá a lo largo de 22.5 km que tiene los siguientes puntos extremos, según su localización en la Proyección Lambert Costa Rica Norte de las Hojas Topográficas Abra e Istarú, escala 1:50000 del Instituto Geográfico Nacional:

$^{5}28^{301}$ / $^{5}43^{781}$ E
$^{2}05^{627}$ / $^{2}12^{060}$ N

Desde el punto de vista Político–Administrativo, el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, incluye distritos y cantones de las provincias de San José y Cartago. A continuación, se presenta la ubicación detallada del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago.

Provincia 1° San José	Cantón 1° San José	Distrito 4° Catedral Distrito 5° Zapote Distrito 6° San Francisco
	Cantón 18° Curridabat	Distrito 1° Curridabat Distrito 3° Sánchez
Provincia 3° Cartago	Cantón 1° Cartago	Distrito 2° Parte Occidental Distrito 4° San Nicolás Distrito 6° Guadalupe
	Cantón 3° La Unión	Distrito 1° Tres Ríos Distrito 2° San Diego Distrito 3° San Juan Distrito 4° San Rafael

El Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, formará parte integral de la red vial costarricense y será otorgado en concesión, requiriendo que su diseño, construcción y operación estén a cargo de un concesionario. El desarrollo del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago se ampara en la Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Ley N° 7762) y el Reglamento General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Decreto Ejecutivo N° 27098–MOPT).

La empresa URS Corporation fue seleccionada para realizar el diseño preliminar y estudio de factibilidad para el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago para determinar desde el punto de vista funcional vial la mejor configuración geométrica y mejoras requeridas y al mismo tiempo establecer los parámetros económicos y financieros para realizar la concesión de obra pública. URS Corporation debe garantizar un nivel de operación adecuado, nivel de servicio aceptable y seguridad a través del corredor.

El Corredor Vial San José–Zapote–Cartago consta de 3 segmentos, los cuales han sido estudiados cuidadosamente como componentes entrelazados para el proyecto propuesto para concesionamiento de obra y servicio públicos. Los segmentos son Autopista Estado de Israel (Radial Zapote), Nueva Radial Zapote–Curridabat y la Autopista Florencio del Castillo. El corredor tendrá una longitud de 22.5 km.

El presente Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) se realiza para el diseño preliminar de la obra, la cual será concesionada en un proceso de licitación posterior. Una vez que la concesión con servicio público sea otorgada, el concesionario deberá realizar el diseño constructivo y realizar el respectivo EsIA.

Una vez que se otorgue la concesión con servicios públicos, el concesionario realizará las siguientes actividades.

Planos Constructivos: Incluye el diseño de los planos constructivos y la evaluación ambiental, así como el proceso administrativo de tramitación de permisos de construcción y otros permisos ante las entidades competentes.

Fase de Construcción: Debido al estado del proceso aún no se tiene una estimación del plazo para la ejecución de las obras. Se estima que una vez que el concesionario obtenga los permisos de construcción, se realizarán las siguientes actividades:

- Construcción de instalaciones temporales.
- Movimientos de tierra.
- Construcción de obras urbanísticas (accesos, redes de servicio).
- Construcción de estructuras de la edificación.
- Detalles y arreglo paisajístico.
- Inspección de obras.

Se recomienda que al finalizar las obras constructivas, realizar un cultivo de árboles como cinturón a rodear los límites del área del proyecto, a fin de reducir las emisiones gaseosas y ruidos hacia las comunidades adyacentes. Lo anterior como medida de amortiguamiento del impacto del corredor vial sobre el ambiente humano de la comunidad cercana.

Fase de Operación: Una vez finalizadas las obras del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, se inicia la fase de operación que consiste en brindar servicio público de transporte de vehículos a lo largo del corredor vial.

Debido a que el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, se encuentra en la fase de diseño preliminar y estudio de factibilidad, aún no se han definido los plazos de ejecución de las actividades que se realizarán.

2.3 Diagnóstico Ambiental

El Corredor Vial San José–Zapote–Cartago se encuentra afectado por la Fosa Mesoamericana, Arco Volcánico y Área de Deformación de Costa Rica. Los esfuerzos máximos compresivos horizontales, tienen una dirección de flujo N–S. Las rocas que afloran se extienden desde el Mioceno (Formación Coris) hasta el Holoceno (Depósitos Aluviales).

Se reconocen las unidades geomorfológicas origen volcánico, sedimentación aluvial y denudación en rocas, todas con morfocronología Cuaternario.

Los suelos presentes a lo largo del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago corresponden con Inceptisoles, entre los que se incluyen Typic Dystrandept desarrollado en cenizas, Typic Dystropept desarrollado en ceniza y lahares, Typic Tropaquept, Fluventic Dystropept desarrollado en depósitos aluviales.

El clima en el área del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago presenta condiciones climáticas similares al resto del Valle Central, donde las precipitaciones tienen promedio anual de 2200 mm, con temperatura entre 14 y media de 27 °C. En términos generales, las condiciones climáticas no representan inconvenientes para el desarrollo de las obras del Corredor Vial San José–Zapote--Cartago.

Hidrográficamente el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago forma parte de dos sistemas fluviales muy importantes del país como son el sistema fluvial del Río Grande de Tárcoles, el cual drena el Valle Central Occidental (Vertiente del Pacífico) y el sistema fluvial del Río Reventazón que drena el Valle Central Oriental (Vertiente del Caribe).

Hidrogeológicamente, existen acuíferos albergados en las formaciones volcánicas que se encuentran hacia el oeste de Ochomogo. Afloran depósitos laháricos que sobreyacen formaciones sedimentarias con potencial acuífero reducido pero que es susceptible de ser explotado. Con la condiciones actuales, los acuíferos presentan una susceptibilidad a la contaminación que se considera baja debido a la permeabilidad aparentemente baja de los depósitos laháricos.

Existen acuíferos en Cartago, a saber un primer acuífero superficial albergado en los depósitos fluvio–lacustres con potencial de producir hasta 8 l/s (en forma preliminar) y un segundo acuífero profundo albergado en depósitos lahári cos que tiene potencial de producir entre 10 y 20 l/s (en forma preliminar).

El Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, se encuentra en una zona con potencial de afectación de fenómenos naturales tales como derrumbes de tierra en zonas con alteración hidrotermal, principalmente en fallas localizadas en Ochomogo; ruptura en superficie de fallas con potencial sísmico; ocurrencia de lahares principalmente en el área de Taras; la caída de cenizas es una amenaza que se considera parcial debido a que el área al este de Ochomogo el sistema de vientos actual que no permite la distribución del depósito; sin embargo, al oeste de Ochomogo, es posible que se de la caída de ceniza.

La tierra tiene diferentes usos, entre los que destacan uso urbano, uso industrial, uso agrícola, pastos, pastos con árboles y charrales, así como bosques. Demográficamente, las características de la población son similares a las de las comunidades del área metropolitana del Valle Central; se destaca que las personas no tienen impedimentos para la expropiación de las propiedades para dar paso a la construcción del corredor vial.

Desde el punto de vista ambiental y los resultados obtenidos en el trabajo de campo, se determina que no existen impedimentos para el desarrollo del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago; asimismo el componente biótico se encuentra intensamente alterado y el desarrollo de las actividades no representa un impacto para éste.

A excepción de la amenaza por sismicidad (cercanía de fallas activas con potencial de generar sismos y fallas con terrenos inestables), los componentes de medio ambiente no representan limitantes para el desarrollo del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago.

2.4 Impactos Ambientales

Las valoraciones de impacto ambiental tienen origen en el criterio técnico y experiencia de los profesionales que participaron en la elaboración del EsIA y son la base para la caracterización cuantitativa y cualitativa de los impactos.

El análisis se basa en la aplicación de un código alfanumérico para cada impacto potencial detectado, que expresa las cualidades y magnitudes asignadas.

Se evaluaron las interrelaciones entre las actividades del proyecto (movimientos de tierra, construcción de obras civiles, descarga de aguas pluviales, almacenamiento y suministro de combustible, producción de desechos sólidos, producción y manejo de aguas residuales) y los componentes del medio ambiente (aguas subterráneas, aguas superficiales, suelo, aire, flora, fauna, ecosistemas, asentamientos humanos, paisaje, empleo, infraestructura y servicios, salud y seguridad comunal).

Se determina que tanto la fase de construcción como de operación tendrán un efecto negativo sobre el ambiente de magnitud baja, el cual es posible de mitigar mediante la adecuada aplicación de un plan de gestión ambiental que el concesionario deberá definir una vez que finalicen los planos constructivos de las obras.

2.5 Medidas de Mitigación

Se presentan en forma resumida las normas que se proponen para mitigar los impactos ambientales potenciales del proyecto.

i. Fase de Construcción

1. En caso de cortar árboles en el área del proyecto, deberán obtenerse los permisos respectivos, de conformidad con lo establecido en la Ley Forestal N° 7575 y su Reglamento.

2. Informar por escrito al Museo Nacional de Costa Rica (MNCR) con 30 días de anticipación, la fecha en la que iniciarán los movimientos de tierra.

3. Atender todas las normas y recomendaciones que establezca el MNCR para garantizar la protección del patrimonio arqueológico nacional según la propuesta de Concesionario.

4. Habilitar zona de seguridad en caso de presentarse emegencias, tanto en fase de construcción como de operación.

5. Incluir la señalización vial que corresponda para indicar la entrada y salida de vehículos pesados desde y hacia los caminos públicos.

6. Comunicar a través de medios de comunicación masiva el inicio de las obras, carreteras que se verán afectadas, así como rutas alternas para ser utilizadas por los conductores.

7. Ejecutar irrigación del terreno en caso de que durante los movimientos de tierra se generen nubes de polvo que afecten el tránsito vehicular y generen efectos fuera del área del proyecto.

8. Diseñar control de erosión en sitios con pendientes superiores de 30% que contemple la incorporación de sistemas capaces de prevenir y/o mitigar el efecto de los agentes erosivos.

9. En caso de que los movimientos de tierra se ejecuten durante la estación lluviosa, deberá elaborarse un programa de control de erosión.

10. Los canales de conducción pluvial deberán contar con sistema de disipación y cabezales de desfogue.

11. Las áreas verdes y abiertas deberán revegetarse con pasto y especies arbustivas florales y ornamentales nativas.

12. Durante la construcción de las obras civiles implementar sistema de control de las aguas residuales.

13. En la fase de construcción, contratar mano de obra local.

14. Procurar que las aguas pluviales sean el único vertido hacia cuerpos de agua superficial.

15. Evacuar todos los canales y escorrentías de aguas pluviales hasta la red de conducción y evacuación.

16. Los canales que se implementen para la norma anterior deberán estar provistos de trampas para sedimentos.

17. Una vez terminadas las labores constructivas, cubrir la superficie con pasto San Agustín.

18. En los espacios destinados a áreas verdes, plantar arbustos muy ramificados, con hojas pequeñas, que no interrumpan la visibilidad de los conductores en las partes más próximas a la carretera.

19. En las partes internas de las áreas verdes, con al menos 20 m de distancia de la carretera, utilizar para la siembra especies con altura superior a 20 m.

20. Para recuperar la vegetación riparia en los cauces de los ríos y quebradas donde actualmente es escasa o no existe, sembrar especies nativas.

21. En la fase de construcción, todas las áreas e instalaciones que se utilicen para almacenamiento y suministro de combustible deberán contar con un sistema de doble contención de derrames.

22. El material de corte y suelo vegetal de desecho deberá disponerse en orden de prioridad en zonas que el concesionario deberá definir previo a la realización del movimiento de tierra.

23. Implementar un programa integral de seguridad y salud ocupacional, así como de higiene personal en la fase de construcción.

24. Aplicar la normativa vigente con respecto a expropiaciones y reposición de bienes de las personas afectadas.

25. Brindar canales de comunicación ágiles y oportunos entre las comunidades afectadas y los responsables de la ejecución del proyecto y del proceso de expropiación.

26. Habilitar rutas alternas provisionales y señalizar las mismas adecuadamente.

27. Conservar las zonas de retiro de áreas residencias con respecto al trazado de la carretera.

28. Aplicar la normativa vigente sobre obras de construcción, con respecto a condiciones de uso de maquinaria pesada, manejo de desechos y otros.

29. Para mitigar el impacto sobre el paisaje, diseñar y ejecutar un plan eficiente de construcción y de manejo de desechos, respetando la normativa vigente.

ii. <u>Fase de Operación</u>

30. En la fase de operación deberá mantenerse un programa de inspección y limpieza de la red de aguas pluviales.

31. El sistema permanente de desfogue de aguas pluviales deberá contar con un delantal de disipación y un cabezal de desfogue.

32. Instituir un programa de reducción de ruidos salientes desde el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago.

33. Implementar sistema de manejo de desechos sólidos que determine la separación de los mismos desde la fuente.

34. Las sustancias químicas que se utilicen para actividades de mantenimiento de la vía, equipo y maquinaria deberán almacenarse en instalaciones provistas de sistema de doble contención de derrames.

35. En la instalación de almacenaje, deberá contarse con las hojas de seguridad de cada uno de los productos y cumplir con las normas nacionales.

36. Habilitar accesos permanentes a las comunidades aledañas y señalización adecuada de los mismos.

37. Construir salidas y puentes peatonales que permitan conservar acceso entre comunidades afectadas por efecto barrera.

38. Respectar los instrumentos de planificación urbana diseñados para la zona.

39. Rotular las zonas de tranquilidad, para control de ruido.

40. Diseñar e implementar medidas de seguridad adecuadas para autopistas.

41. Ejecutar programas de educación sobre seguridad vial, enfocadas en comunidades aledañas y usuarios del corredor vial.

42. Coordinar adecuadamente los horarios de implementación de obras para asegurar que no afecten la cobertura servicios públicos.

43. Regular adecuadamente la colocación de anuncios publicitarios, para evitar el impacto sobre el paisaje y desarrollar actividades de arreglo paisajístico como una medida compensatoria.

44. Mantener un equipo permanente encargado de atender emergencias por accidentes de tránsito y que sea capaz de manejar situaciones de derrames de sustancias peligrosas.

45. Vigilar que el sitio de almacenaje y suministro de combustible deberá contar con todas las medidas de protección que corresponden cumplir con las especificaciones de la norma nacional INTE–31–02–02–97 y conexas.

46. En la instalación de almacenaje, deberá contarse con las hojas de seguridad (MSDS) de cada uno de los productos. El material deberá ser legible y estar ubicado en un sitio de acceso inmediato para su rápida consulta. La instalación de almacenaje deberá contar con los implementos de seguridad y protección que correspondan. En el ámbito nacional, deberán cumplir con lo establecido en las normas INTE.

47. El cumplimiento eficiente y oportuno de todas las medidas anteriores, así como las normas establecidas en el "Environmental and Social Performance Annual Monitoring Report" (Reporte Anual de Monitoreo del Desenvolvimiento Ambiental y Social), será responsabilidad de Concesionario como de las empresas contratistas de las actividades de construcción y operación.

2.6 Plan de Gestión Ambiental

El ejecutor de las medidas de mitigación serán el concesionario y la empresa constructora que se contrate para construir las obras, asimismo el Regente Ambiental velará por el adecuado cumplimiento de dichas normas de mitigación. La aplicación de las normas de mitigación iniciarán con el arranque de las actividades de construcción y operación de las obras construidas a partir del momento que se apruebe el proceso de evaluación ambiental por parte de la SETENA.

Ante la ocurrencia de eventuales situaciones de emergencia, el proyecto debe contar con capacidad de respuesta, para reducir o mitigar los posibles efectos negativos. Ante esta eventualidad, es de suma importancia que el desarrollo del proyecto considere una serie de normativas que permitan en conjunto conformar un plan de contingencia.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES

CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES

REPORTE FINAL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

URS

SECCION 3

INTRODUCCION

La firma URS Corporation fue seleccionada en el mes de Agosto del 2000, para realizar el diseño preliminar y estudio de factibilidad para la concesión de obra con servicio público del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago.

La congestión existente en la infraestructura de la red vial de la Gran Area Metropolitana de San José y en particular del corredor vial antes mencionado, muestra la necesidad de implementar mejoras para el transporte urbano que ofrezcan una distribución adecuada de los flujos vehiculares, al mismo tiempo que disminuya la saturación de la retícula vial, el exceso de demanda y la falta de capacidad. Dentro de este contexto, el presente estudio fue contratado con el propósito de determinar las medidas a largo plazo necesarias para llevar a cabo dicho objetivo.

La compleja situación vial originada principalmente por el crecimiento de la demanda existente entre San José–Zapote–Curridabat–Cartago ha provocado un fuerte deterioro de estas importantes arterias, lo cual conlleva a un consumo innecesario de combustible, un aumento significativo en los tiempos de traslado entre las diferentes ciudades y el subsecuente aumento de la poiución ambiental, factor directamente proporcional a la condición antes mencionada.

También es necesario destacar el análisis de la viabilidad ambiental como un componente importante dentro de este proceso, ya que los proyectos de infraestructura normalmente generan altos impactos sobre el medio físico natural, de hecho; esta evaluación es de gran peso sobre las decisiones finales en términos del diseño del proyecto ya que podrían surgir cambios producto de la evaluación ambiental, que ayuden a mitigar los impactos asociados.

El objetivo del diseño preliminar y estudio de factibilidad para la concesión de obra con servicio público del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, radica en implementar mejoras a largo plazo y de alcance significativo para el corredor actual, al igual que desarrollar las soluciones que permitan corregir las deficiencias existentes y futuras debido a las condiciones subestandarizadas que presenta esta red vial hoy día. El diagnóstico y evaluación de este proyecto de vialidad técnica y económica está directamente influenciado por el rápido crecimiento del flujo automotor a través del corredor, la limitada capacidad vial disponible, los altos niveles de congestión en las horas pico y el acelerado desarrollo comercial y residencial en determinadas áreas adyacentes y servidas por dicho corredor.

El estudio preliminar de ingeniería comienza con un análisis exhaustivo de la red vial existente, las deficiencias geométricas, condiciones operacionales y funcionales, necesidad de mejorar el drenaje en las zonas urbanas, los efectos del corredor en el área de influencia, el nivel de servicio, la capacidad y seguridad de la vía incluyendo accesos locales, peatonales y transporte público, el funcionamiento de las intersecciones principales a lo largo de la carretera, mantenimiento del tráfico durante la construcción y los aspectos generales medioambientales.

Las alternativas estudiadas enfatizaron la factibilidad técnica, medioambiental, social y los aspectos económicos/financieros del proyecto. Entre estos factores se encuentran los resultados del análisis de demanda, ubicación y definición de las mejoras, estimado de costos constructivos, estaciones de peaje, definición del sistema de cobros y otros servicios básicos y funcionales del proyecto.

La preparación y presentación de los documentos de este estudio preliminar de ingeniería es consistente con los términos de referencia preparados por el Consejo Nacional de Concesiones y que anteceden la evaluación de la factibilidad del proyecto dentro del marco legal que la Ley General de Concesiones de Obras Públicas establece. En ese sentido el Gobierno de Costa Rica se ha interesado en promover la realización, los diseños y el estudio que permita determinar la factibilidad de desarrollar, bajo la modalidad de concesión de obra pública y servicios públicos, el mejoramiento, rehabilitación y construcción del corredor vial San José–Cartago, el cual abarca las rutas de Radial Zapote o Autopista Estado de Israel, Nueva Radial Zapote–Curridabat y la Autopista Florencio del Castillo.

El presente EsIA evalúa las condiciones del impacto ambiental en forma preliminar para las obras de construcción y operación del Corredor Vial San José – Zapote – Cartago y determinar las medidas necesarias para un óptimo manejo ambiental. El EsIA se realiza para el diseño preliminar de la obra, la cual será concesionada en un proceso de licitación posterior. Una vez que la concesión con servicio público sea otorgada, el concesionario deberá realizar el diseño constructivo y realizar el respectivo EsIA.

Para estos efectos, se consideró como base de evaluación las condiciones actuales de las vías existentes, las obras que deberán realizarse y las características ambientales del terreno y su entorno. Su resultado es la identificación de impactos potenciales (positivos y negativos) y la propuesta de acción para ejecutar las obras conforme con la legislación vigente en Costa Rica.

Según la estructura del EsIA, la Información General aborda aspectos que giran en torno al proyecto, como son la descripción de la empresa promotora, los objetivos del estudio y los antecedentes a la elaboración del EsIA, entre otros.

Posteriormente, se desarrolla una descripción del proyecto. La descripción del proyecto se complementa con la descripción de las variables ambientales que conforman el área de estudio y su entorno. La información obtenida en la descripción del proyecto y descripción del ambiente, se utiliza para analizar la relación de impacto potencial existente entre el proyecto y el medio ambiente.

Adicionalmente, se establecen medidas de mitigación para armonizar el desarrollo del proyecto con el medio ambiente, considerando costos, cronograma de aplicación y ejecutor de dichas medidas. Finalmente, se realiza una propuesta de plan de monitoreo y de contingencias.

3.1 Alcances

3.1.1 Alcances Ecológicos

Tanto para el diagnóstico de las variables del medio físico como biótico, el estudio comprende los terrenos que se encuentran a lo largo de una banda de 500 m de ancho a cada lado del Coredor Vial San José–Zapote–Cartago.

3.1.2 Alcances Sociales

En este contexto, el proyecto tendrá dentro de su alcance espacial las comunidades que se verán afectadas por las obras de construcción y la operación del corredor vial, es decir, aquellas que se encuentran dentro de los 500m a ambos lados del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago.

3.1.3 Alcances Culturales

En términos de los valores culturales, el alcance cultural comprende los terrenos que se encuentran a lo largo de una banda de 500 m de ancho a cada lado del corredor vial.

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo General

Presentar una propuesta del Plan de Gestión de Ambiental para los impactos potenciales relacionados con las obras de construcción y operación del Corredor Vial San José – Zapote – Cartago sobre las componentes del medio ambiente. El presente EsIA se realiza para el diseño preliminar de la obra, la cual será concesionada en un proceso de licitación posterior.

3.2.2 Objetivos Específicos

- Establecer una descripción de las obras y actividades de operación del Corredor Vial San José.
- Desarrollar un diagnóstico de las variables ambientales del área del proyecto y su área de influencia.
- Valorar cualitativa y cuantitativamente los impactos ambientales que puedan esperarse como consecuencia de la construcción y operación del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago.
- Definir medidas de mitigación para los impactos ambientales negativos potenciales relacionados con la construcción y operación del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago.
- Constituirse en una herramienta efectiva de control para las instituciones competentes, la comunidad e instancias vinculadas directamente con el proyecto.

3.3 Metodología

Las estructura general del EsIA está dada por los términos de referencia (FETER) para el presente proyecto, indicados por SETENA una vez finalizado el proceso de revisión del FEAP, y el desarrollo de cada uno de los temas tiene como base los lineamientos del orientador conceptual para la elaboración de EsIA (OCE), también elaborado por SETENA.

La información que se suministra en cada uno de estos capítulos, se complementa con información gráfica como la cartografía para cada una de las variables ambientales. Todos estos aspectos tienen su origen en la recopilación de datos a partir de diferentes fuentes, como el trabajo de campo realizado mediante visitas al área del proyecto, la revisión bibliográfica de diversos documentos relacionados con el estudio y la interpretación fotogramétrica a partir de fotos aéreas de la zona.

3.4 Duración

Debido a que el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, se encuentra en la fase de diseño preliminar y estudio de factibilidad, aún no se han definido los plazos de ejecución de las actividades que se realizarán, por lo que no se tiene la duración del proyecto.

3.5 Instrumentalización

Para efectos del presente EsIA, se entiende como instrumentalización, aquellas herramientas utilizadas por el investigador para llevar a cabo la recopilación de información y su análisis. Dentro de este EsIA se utilizaron herramientas o instrumentos tales como la investigación bibliográfica, trabajo de campo en el que se recolectó la información de las características del medio físico por parte de los profesionales participantes en distintas disciplinas, y el análisis de los datos mediante la interpretación y la comparación mediante matrices de evaluación.

3.6 Antecedentes

La reseña de las diferentes actividades que han tenido lugar previo a la elaboración del presente EsIA, se describen a continuación:

- En enero 2001, se realiza la consulta escrita al Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) acerca de sí el área del proyecto se encuentra en un área de recarga de acuíferos, zona de protección de manantiales o pozos de explotación de aguas subterráneas y si bajo los terrenos el nivel freático se encuentra a una profundidad mayor de 10 m; a la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE), si el área del proyecto se encuentra en un área calificada como de alto riesgo desde el punto de vista de vulnerabilidad a sismos, ruptura de fallas en superficie, erupciones volcánicas, además si los suelos presentan potencial de licuefacción; al Departamento de Aguas (DA–IMN–MINAE) si el área del proyecto se encuentra en un área de toma de aguas superficiales; al Museo Nacional de Costa Rica (MNCR) acerca de la existencia de patrimonio arqueológico.

- El 27 de febrero 2001, se presenta ante la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) el Formulario de Evaluación Ambiental Preliminar (FEAP) para el Proyecto Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, asignándose el Expediente Administrativo N° 142–2000–SETENA.

- El 16 de marzo 2001, mediante Resolución N° 0155–2001–SETENA (apéndice 1), la SETENA comunica que el Proyecto Corredor Vial San José–Zapote–Cartago requiere de un EsIA con enfoque limitado o concentrado, según los términos de referencia definidos por el Formulario para la Elaboración de Términos de Referencia (FETER).

- Paralelo a este proceso, la empresa URS Corporation preparó el diseño preliminar del corredor vial para su presentación ante el Consejo Nacional de Concesiones (CNC).

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES
CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES

REPORTE FINAL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

URS

SECCION 4

INFORMACION GENERAL

Se presenta información relativa a la empresa que desarrolla el proyecto y del equipo profesional que elaboró el EsIA; adicionalmente, se presentan los Términos de Referencia para el EsIA.

4.1 Información sobre la Persona Física o Jurídica

El proyecto es promovido por el Consejo Nacional de Concesiones (CNC), órgano de desconcentración máximo adscrito al Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT), (apéndice 2).

El Consejo Nacional de Concesiones fue creado según la Ley N° 7762, publicada en el Alcance N° 17 a la Gaceta N° 98, del 22 de mayo, 1998; posee el número de cédula jurídica instrumental tres – cero cero siete – dos dos ocho siete seis seis. Se encuentra integrado por el Ministro de Obras Públicas y Transportes, quien lo preside, el Ministro de Hacienda, el Ministro de Planificación y Política Económica, el Presidente Ejecutivo del Banco Central, un miembro representante de las Cámaras Empresariales, un miembro representante del sector laboral y un miembro representante de la Federación de Colegios Profesionales Universitarios de Costa Rica.

La representación judicial del Consejo Nacional de Concesiones recae en el señor Mario Fernández Ortíz, casado, ingeniero civil, vecino de San José, portador de la cédula número uno – dos dos tres – tres cero uno cuatro, actual Ministro de Obras Públicas y Transportes.

La dirección del Consejo Nacional de Concesiones para recibir notificaciones dentro del perímetro judicial de San José, es la siguiente:

Consejo Nacional de Concesiones
Costado Este del Puente Juan Pablo II, Edificio CINDE, Piso No. 2., La Uruca, San José
Teléfono: 299–2902, Fax: 299–2903

4.2 Información sobre el Equipo Profesional que Elaboró el EsIA

La empresa consultora DEPPAT S.A., fue creada en 1985 y está debidamente inscrita en el Tomo 416, Folio 279, Asiento 237, en la Sección Mercantil del Registro Público, con cédula jurídica número 3–101–072949–16.

DEPPAT S.A. está registrada en el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA) como empresa consultora con el código CS–00783; en el Registro de Consultores del Fondo de Pre–Inversión del MIDEPLAN y en el Registro de Consultoras de la SETENA, bajo el número de registro 008–96.

Las actividades de la empresa se desarrollan en los campos de la planificación, paisajismo, arquitectura, turismo y consultoría ambiental. Entre estos se destacan cantidad de proyectos de planificación en zonas costeras de ambos litorales del país y en el ámbito internacional; estudios de impacto ambiental; estudios de uso y manejo de áreas silvestres y proyectos de arquitectura e ingeniería.

Los Estudios de Impacto Ambiental elaborados por DEPPAT S.A., abarcan los campos del desarrollo turístico, la generación eléctrica, industria, comunicaciones, eliminación de desechos sólidos, infraestructura y urbanizaciones, entre otros. A continuación se presenta un listado de los principales Estudios de Impacto Ambiental realizados por DEPPAT S.A.:

Proyectos Urbanístico–Residenciales

EsIA Proyecto de 144 Condominios en San Pedro
EsIA Urbanización Los Altos del Cacique
EsIA Urbanización Fuentes del Río
EsIA Urbanización Piemonte
EsIA Residencial Turístico Playa Conchal I Etapa
EsIA Desarrollo Residencial Las Terrazas de Cabo Vela
EsIA Centro Urbano Cacique del Mar
EsIA Desarrollo Residencial Linda Vista de Atenas

Proyectos Turísticos–Recreativos

EsIA Proyecto Hotelero Jacamar Wildlife Preserve
EsIA Desarrollo Turístico Punta Uvita
EsIA Proyecto Bahía Pez Vela
EsIA Hotel Meliá Conchal
EsIA Hotel Villas del Caribe
EsIA Albergue Manzanillo
EsIA Campo de Golf Hotel Meliá Conchal
EsIA Ampliación Hotel Villagio
EsIA Hotel Marriott Los Sueños
EsIA Campo de Golf Marriott Los Sueños
EsIA Albergue Barú
EsIA Proyecto Turístico Cielo Santo
EsIA Campo de Golf Cacique del Mar
EsIA Hotel y Calle de Acceso Playa Manzanillo
EsIA Hotel Finca Playa Laguna
EsIA Campo de Golf Finca Playa Laguna
EsIA Proyecto Residencial Lomas de Carara
EsIA Teleférico del Pacífico
EsIA Proyecto Comunidad de Golf Cacique del Mar

Obras Públicas

EsIA Caminos Rurales PRODAZA
EsIA Muelle para Cruceros Puntarenas por Siempre
EsIA Proyecto Acceso Este Intel, Fase A
EsIA Terminal de Cruceros Puntarenas por Siempre
EsIA Interconexión de Rutas Nº1 y Nº129, MOPT
EsIA Planta de Mezcla Asfáltica, Plantel Colima MOPT
EsIA Relleno Sanitario de Golfito
EsIA Sede EBAIS Marbella
EsIA Sede EBAIS VISITA PERIÓDICA Nosara
EsIA Sede EBAIS Setillal
EsIA Nueva Farmacia Hospital San Vicente de Paúl

EsIA Sede EBAIS Corales 3
EsIA Sede EBAIS El Peje
EsIA Ampliación Clínica de Río Frío
EsIA Hospital Especializado para Pacientes con Cáncer
EsIA Complejo Penitenciario Pococí
EsIA Ampliación y Modernización del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría

Proyectos industriales–Comerciales

EsIA Ampliación Zona de Carga, Accesos e Integración Vial Cervecería Costa Rica
EsIA Proyecto Hidroeléctrico Parismina Fase I
EsIA Dirigido Supermercado Rayo Azul Sabanilla
EsIA Proyecto Hidroeléctrico Parismina Fase II
EsIA Extracción de Materiales Ríos Tigre y Salamá Viejo
EsIA Parque Industrial Global
EsIA Planta de Procesamiento de Pescado TERRAPEZ
EsIA Estación de Servicio Santa Ana
EsIA Estación de Servicio Río Segundo

Otros

EsIA Reserva Natural Cabuyal
Plan Maestro Ambiental Cacique del Mar
Plan Maestro Ambiental Proyecto Finca Pinilla
Plan Maestro Ambiental Finca Playa Laguna

La dirección de DEPPAT para oír notificaciones dentro del perímetro judicial de San José, es la siguiente:

DEPPAT S.A.
San José, Barrio Escalante. 250 m este de la Rotonda El Farolito
Teléfono 224–7104, Fax 253–9282
Correo electrónico info@deppat.com

Los profesionales que realizaron el presente EsIA son los siguientes:

- Arq. Alfredo Bermúdez, Arquitectura, Registro N° 0050–97.
- Bach. Eugenio Bermúdez, Turismo, Registro N° 0167–98.
- Biól. Paulina Cordero, Biología, Registro N° 0089–96.
- Bach. Melania Nuñez, Sociología, Registro N° 085–2000.
- Geól. Guido Sibaja, Geología, Registro N° 0208–97.
- Arqlo. Javier Artavia, Arqueología, Registro N° 0029–2000

4.3 Términos de Referencia del EsIA Realizado

El presente estudio fue estructurado en el orden y cumpliendo con todo lo requerido por los Términos de Referencia que se transcriben a continuación.

1. Indice.

2. Resumen Ejecutivo.

3. Introducción

4. Información General.

    4.1. Información sobre la persona física o jurídica.
    4.2. Información sobre el equipo profesional que elaboró el EsIA.
    4.3. Términos de referencia del EsIA realizado.

5. Descripción del proyecto

    5.1. Ubicación geográfica.
    5.2. Ubicación político-administrativa
    5.3. Resumen del proyecto.
    5.4. Legislación y normas técnicas y ambientales que regulan el proyecto o el espacio geográfico donde se desarrollará.
    5.5. Área estimada del proyecto y Área de influencia.
    5.6. Fases de desarrollo
        5.6.1. Actividades a realizar en cada fase del proyecto.
        5.6.2. Tiempo de ejecución.
        5.6.3. Flujograma de actividades
        5.6.4. Infraestructura
    5.7. Equipo a utilizar.
        5.7.1. Fase de Construcción.
            i. Movilización de equipo.
            ii. Frecuencia de Movilización.
        5.7.2. fase de operación
            i. Flujo vehicular esperado.
            ii. Mapeo de Rutas más transitadas
    5.8. Necesidades de recursos durante la operación.
        5.8.1. Servicios básicos.
            i. Alcantarillado (aguas servidas).
        5.8.2. Mano de obra.
            i. Durante la construcción.
            ii. Durante la operación.
    5.9. Disposición de desechos.
        5.9.1. Fase de construcción (énfasis en tóxicos)
            i. Sólidos.
            ii. Líquidos (Incluyendo drenajes).
            iii. Reciclables y/o reusables.
            iv. Inventario y manejo de sustancias peligrosas.
        5.9.2. Fase de Operación (énfasis en tóxicos)

i. Líquidos (Incluyendo drenajes).
5.10. Análisis financiero y ajuste económico preliminar.
5.10.1. Estudio Financiero.
i. Monto Global de la Inversión.
6. Descripción del ambiente físico.
6.1. Formaciones geológicas regionales.
6.1.1. Unidades geológicas locales.
6.1.2. Análisis estructural y evaluación.
6.1.3. Caracterización geotécnica.
6.1.4. Mapa geológico del AP y el AID
6.2. Geomorfología.
6.2.1. Descripción geomorfológica
6.2.2. Mapa geomorfológico
6.3. Caracterización de suelos.
6.4. Clima.
6.5. Hidrología.
6.5.1. Aguas superficiales.
i. Calidad del agua.
ii. Caudales (máximos, mínimos y promedio)
6.5.2. Aguas subterráneas.
i. Caracterización de acuíferos.
6.6. Calidad del Aire.
6.6.1. Ruido.
6.7. Amenazas Naturales.
6.7.1. Amenaza Sísimica.
6.7.4. Erosión.
6.7.7. Mapa de susceptibilidad.
7. Descripción del ambiente socioeconómico.
7.1. Uso actual de la tierra en sitios aledaños.
7.2. Características de la población.
7.3. Percepción local sobre el proyecto.
7.4. Paisaje.
8. Diagnóstico ambiental.
9. Evaluación de Impactos.
10. Medidas de mitigación.
11. Plan de gestión ambiental (PGA)
11.1. Ejecutor de las medidas.
11.2. Monitoreo.
11.3. Cronograma de ejecución.
11.4. Plan de contingencia.
11.5. Costos de la gestión ambiental.

El apéndice 1, presenta los Términos de Referencia, de conformidad con la Resolución N° 0155–2001–SETENA.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES

CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES

REPORTE FINAL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

URS

SECCION 5

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Se realiza una descripción del proyecto incluyendo su ubicación, resumen, área estimada del proyecto y áreas de influencia, fases de desarrollo, equipo a utilizar en las fases de construcción y operación, necesidades de recursos durante la operación, mano de obra, así como generación de desechos sólidos y líquidos de las fases de construcción y operación.

5.1 Ubicación Geográfica

El Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, es una vía que se extenderá a lo largo de 22.5 km que tiene los siguientes puntos extremos, según su localización en la Proyección Lambert Costa Rica Norte de las Hojas Topográficas Abra e Istarú, escala 1:50000 del Instituto Geográfico Nacional (lámina 1):

$^{5}28^{301}$ / $^{5}43^{781}$ E
$^{2}05^{627}$ / $^{2}12^{060}$ N

Debido a la naturaleza del proyecto no se incluyen planos catastrados como se solicita en el OCE, debido a que los terrenos pertenecen al estado y no se cuenta con los planos respectivos. En su lugar se presenta la lámina 1 de ubicación en hojas cartográficas a escala 1:50.000.

5.2 Ubicación Político – Administrativa

Desde el punto de vista Político-Administrativo, el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, incluye distritos y cantones de las provincias de San José y Cartago. A continuación, se presenta la ubicación detallada del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago (lámina 2).

Provincia 1° San José	Cantón 1° San José	Distrito 4° Catedral
		Distrito 5° Zapote
		Distrito 6° San Francisco
	Cantón 18° Curridabat	Distrito 1° Curridabat
		Distrito 3° Sánchez
Provincia 3° Cartago	Cantón 1° Cartago	Distrito 2° Parte Occidental
		Distrito 4° San Nicolás
		Distrito 6° Guadalupe
	Cantón 3° La Unión	Distrito 1° Tres Ríos
		Distrito 2° San Diego
		Distrito 3° San Juan
		Distrito 4° San Rafael



Corredor Vial San Jose - Zapote - Cartago

Estudio de Impacto Ambiental Corredor Vial San Jose - Zapote - Cartago

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Calles
- Corredor Vial Zapote Cartago

Localización Geográfica

Profesional Responsable
Nombre Eugenio Bermúdez
Firma _____ N° de Reg 167-98

Elaborado por: DEPPAT, URS

Contratado por: Consejo Nacional de Concesiones

Solicitado por: Osetena

1

SARANILLA
SAN RAMON
LLANO GRANDE
SAN PEDRO
GRANADILLA
DULCE NOMBRE
CONCEPCION
CURRIDABAT
SANCHEZ
SAN JUAN
SAN FRANCISCO DE DOS RIOS
TRES RIOS
SAN RAFAEL
LA GUACIMA
SAN NICOLAS
SAN DIEGO
RIO AZUL
CIUDAD GRANJA
ORIENTAL
QUEBRADILLA

0 1 2 3 6 Km
ESCALA GRÁFICA
PARTE DE HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN ABRA, ISTARU
ESC. 1:50 000

Estudio de Impacto Ambiental Corredor Vial San Jose - Zapote - Cartago

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Calles
- Corredor Vial Zapote Cartago
- Límite del Cantón
- Límite del Distrito

Localizacion
Político - Administrativa

Profesional Responsable
Nombre Bach. Eugenio Bermúdez
Firma_____N° de Reg 167-98

Elaborado por: DEPPAT URS
Contratado por: Consejo Nacional de Concesiones
Solicitado por: setena

2

5.3 Resumen del Proyecto

El Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, formará parte integral de la red vial costarricense y será otorgado en concesión, requiriendo que su diseño, construcción y operación estén a cargo de un concesionario. El desarrollo del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago se ampara en la Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Ley N° 7762) y el Reglamento General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Decreto Ejecutivo N° 27098-MOPT).

La empresa URS Corporation fue seleccionada para realizar el diseño preliminar y estudio de factibilidad para el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago para determinar desde el punto de vista funcional vial la mejor configuración geométrica y mejoras requeridas y al mismo tiempo establecer los parámetros económicos y financieros para realizar la concesión de obra pública. URS Corporation debe garantizar un nivel de operación adecuado, nivel de servicio aceptable y seguridad a través del corredor.

El Corredor Vial San José–Zapote–Cartago consta de 3 segmentos, los cuales han sido estudiados cuidadosamente como componentes entrelazados para el proyecto propuesto para concesionamiento de obra y servicio públicos. Los segmentos son Autopista Estado de Israel (Radial Zapote), Nueva Radial Zapote – Curridabat y la Autopista Florencio del Castillo. El corredor tendrá una longitud de 22.5 km.

El presente Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) se realiza para el diseño preliminar de la obra, la cual será concesionada en un proceso de licitación posterior. Una vez que la concesión con servicio público se otorgada, el concesionario deberá realizar el diseño constructivo y realizar el respectivo EsIA.

Los alcances económicos estarán determinados por la inversión que se realizará en el proyecto que ronda US$ 82.586.000.00. Los alcances técnicos están definidos por las obras que se realizarán para en el corredor vial, las cuales incluyen remodelación de segmentos de carretera existentes, así como la construcción de nuevos tramos (segmento Zapote – Curridabat). Los alcances sociales incluyen la mano de obra que se contratará en forma temporal en la fase de construcción y en forma permanente en la fase de operación del corredor vial. Entre los alcances ambientales se tiene la conservación de la cobertura vegetal en sitios que no serán afectados por las obras constructivas y la aplicación de medidas de mitigación tendientes al cultivo de especies arbóreas que impidan la propagación de ruidos desde el corredor vial y que se conviertan en sitios atractivos para la fauna.

5.4 Legislación y Normas Técnicas y Ambientales que Regulan el Proyecto y el Espacio Físico donde se Desarrollará

La legislación y las normas que afectan la construcción y operación del proyecto, comprenden aspectos ambientales y urbanísticos, que afectan no sólo al proyecto sino al espacio en el cual se propone su construcción. Seguidamente se describe la legislación vinculante:

Condición	Legislación
Uso del suelo: El área del proyecto se encuentra afectada por el Plan Director Urbano de San José, planes reguladores urbanos y reglamentos para áreas silvestres protegidas. Se encuentra afectada por legislación que regula la protección del patrimonio arqueológico. El proyecto como tal no estará afectando de una manera negativa las condiciones de uso del suelo predominantes, por el contrario, el recurso suelo es fundamental para el desarrollo y se verá mejorado en su estado de desarrollo. El recurso suelo deberá ser manejado conforme a normas técnicas adecuadas y a la normativa.	Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (N° 7762). Ley de Uso y Conservación del Suelo (N° 7779). Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554). Ley Forestal y su Reglamento (N° 7575). Ley General de Salud (N° 5395). Ley de Conservación de la Vida Silvestre (N° 7317). Ley sobre Manejo de Basuras (N° 19049-S). Ley de Concesión de Obra Pública (N° 7762). Código Municipal (N° 7794). Ley de Planificación Urbana (N° 4220). Ley de Biodiversidad (N° 7788). Ley de Defensa y Conservación del Patrimonio Nacional Arqueológico (N° 5980). Ley de Patrimonio Nacional Arqueológico (N° 6277). Código Sísmico. Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA (Decreto N° 25705-MINAE). Reglamento General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Decreto N° 27098-MOPT). Reglamento de la Comisión Arqueológica Nacional (Decreto N° 19016-C).
Construcción de obras civiles: El proyecto involucra la construcción de un corredor vial y facilidades de servicios y para utilización de los usuarios sujetas a leyes y normas particulares.	Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (N° 7762). Ley de Construcciones, sus Reformas y su Reglamento (N° 833). Código Municipal (N° 7794). Ley de Planificación Urbana (N° 4220). Ley General de Salud (N° 5395). Ley General de Caminos y sus Reformas (N° 5060). Código Sísmico. Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554). Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA (Decreto N° 25705-MINAE). Reglamento de Seguridad en Construcciones (Decreto N° 25235-MTSS). Reglamento sobre el Manejo de Basuras (Decreto N° 19049-S). Reglamento General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Decreto N° 27098-MOPT).
Patrimonio arqueológico: La siguiente es la legislación que regula su protección del patrimonio arqueológico:	Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (N° 7762). Ley de Defensa y Conservación del Patrimonio Nacional Arqueológico. Ley N° 5980. Ley de Patrimonio Nacional Arqueológico. Ley N° 6277. Ley Orgánica del Ambiente. Ley N° 7554.

	Reglamento de la Comisión Arqueológica Nacional. Decreto Ejecutivo N° 19016-C. Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA. Decreto Ejecutivo N° 25705. Reglamento General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Decreto N° 27098-MOPT).
Uso del agua: El proyecto requerirá el aprovechamiento del recurso agua para la preparación de la mezcla de concreto.	Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (N° 7762). Reglamento de Seguridad en Construcciones (Decreto N° 25235-MTSS). Ley Forestal y sus Reformas (N° 7575). Reglamento Ley Forestal (Decreto N° 25721). Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554). Ley General de Salud (N° 5395). Ley de Aguas (N° 276). Ley de Conservación de la Vida Silvestre (N° 7317). Ley de Biodiversidad (N° 7788). Ley de Planificación Urbana (N° 4220). Código Municipal (N° 7794). Reglamento de Vertido y Rchuso de Aguas Residuales (Decreto 26042-S-MINAE). Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA (Decreto No. 25705-MINAE) Reglamento sobre Calidad del Agua Potable. Reglamento Ley Forestal (Decreto N° 25721). Reglamento de Seguridad en Construcciones (Decreto N° 25235-MTSS). Reglamento General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Decreto N° 27098-MOPT).
Calidad del aire y protección atmosférica: Existen lineamientos generales.	Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (N° 7762). Ley de Caminos Públicos (N° 5060). Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554). Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA (Decreto N° 25705-MINAE). Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones (N° 10541-TSS). Reglamento para el Control de Emisiones de Gases y Partículas Producidas por Vehículos Automotores. Convenio sobre Protección de los Trabajadores, Cuadro de Riesgos Debidos a la Contaminación del Aire, el Ruido y las Vibraciones. Reglamento General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos (Decreto N° 27098-MOPT).

Paisaje: Al igual que el caso de la protección atmosférica, no existe una norma que regule lo relacionado con el paisaje, aunque existen lineamientos en la siguiente normativa.

Ley de Planificación Urbana (N° 4220).
Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554).
Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA (Decreto N° 25705-MINAE).

Estas normativas serán de consideración al momento de desarrollar el Plan de Gestión Ambiental del proyecto y establecer las normas de protección que corresponden.

5.5 Área Estimada del Proyecto y Área de Influencia

Conceptualmente, estas áreas han sido establecidas a partir de la definición dada por SETENA en el Orientador Conceptual para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (OCE). Técnicamente, las mismas presentan su delimitación con base en el criterio técnico de los profesionales que participaron en la elaboración del presente EsIA.

El Área del Proyecto corresponde al espacio físico que ocuparán las instalaciones del proyecto (lámina 3). En esta área los impactos ambientales esperados se manifestarán en su mayor magnitud, ya que se concentrarán en ella las actividades de construcción y operación.

El Área de Influencia Directa corresponde a los terrenos que se encuentran alrededor del área del proyecto y donde pueden manifestarse en forma directa los impactos ambientales; está determinada por una franja de 10 m de ancho alrededor del corredor vial (lámina 3). Desde el punto de vista social, el área de influencia directa incluye comunidades que se comunicarán gracias a la operación del Corredor Vial San José – Zapote - Cartago.

El Área de Influencia Indirecta corresponde a los terrenos que se encuentran alrededor del área del proyecto y donde puedan manifestarse en forma indirecta algunos impactos ambientales, en este caso asociados al efecto de emanaciones de gases, ruido, ondas expansivas producto de explosiones causadas por accidentes vehiculares; corresponde a una franja de 500 m de ancho alrededor del corredor vial (lámina 3).

5.6 Fases de Desarrollo

5.6.1 Actividades a Realizar en cada Fase del Proyecto

Una vez que se otorgue la concesión con servicios públicos, el concesionario realizará las siguientes actividades.

i. Fase de Diseño.

Incluye el diseño de los planos constructivos y la evaluación ambiental, así como el proceso administrativo de tramitación de permisos de construcción y otros permisos ante las entidades competentes.

ii. Fase de Construcción

Debido al estado del proceso aún no se tiene una estimación del plazo para la ejecución de las obras. Se estima que una vez que el concesionario obtenga los permisos de construcción, se realizarán las siguientes actividades:

- Construcción de instalaciones temporales.
- Movimientos de tierra.
- Construcción de obras urbanísticas (accesos, redes de servicio).
- Construcción de estructuras de la edificación.
- Detalles y arreglo paisajístico.
- Inspección de obras.

Se recomienda que al finalizar las obras constructivas, realizar un cultivo de árboles como cinturón que rodeará los límites del área del proyecto, a fin de reducir las emisiones gaseosas y ruidos hacia las comunidades adyacentes.

Lo anterior como medida de amortiguamiento del impacto del corredor vial sobre el ambiente humano de la comunidad cercana.

iii. Fase de Operación

Una vez finalizadas las obras del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, se inicia la fase de operación que consiste en brindar servicio público de transporte de vehículos a lo largo del corredor vial.

5.6.2 Tiempo de Ejecución

Debido a que el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, se encuentra en la fase de diseño preliminar y estudio de factibilidad, aún no se han definido los plazos de ejecución de las actividades que se realizarán.

Estudio de Impacto Ambiental Corredor Vial San Jose - Zapote - Cartago

Áreas de Influencia

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Calles
- Corredor Vial Zapote Cartago
- Area de Influencia Directa (AID)
- Area de Influencia Indirecta (AII)

ESCALA GRAFICA
PARTE DE HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN ABRA, ISTARU
ESC. 1:50 000

Profesional Responsable
Nombre Eugenio Bermúdez
Firma _____ N° de Reg 167-98

Elaborado por: DEPPAT, URS
Contratado por: Consejo Nacional de Concesiones
Solicitado por: Osetena

3

5.6.3 Flujograma de Actividades

La lámina 4 presenta el flujograma de actividades para la concesión con servicio público del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago.

5.6.4 Infraestructura a Desarrollar

Según el diseño preliminar preparado por URS Corporation para el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, éste consta de 3 segmentos claramente diferenciados, a saber Autopista Estado de Israel, Nueva Radial Zapote – Curridabat y Autopista Florencio del Castillo. Cada uno de los segmentos se describen en forma detallada y se presentan en la lámina 5.

i. Segmento 1. Autopista Estado de Israel

Con una longitud de 2.0 km, cuenta con 4 carriles divididos y se extiende desde la Plaza González Víquez (costado este) hasta la Rotonda Zapote, cerca de la futura conexión con la Nueva Radial Zapote-Curridabat, que también es parte de este estudio. Este tramo se caracteriza por tener numerosos accesos a ambos lados de la vía, así como cruces con la retícula urbana del entorno. Las principales intersecciones corresponden al entronque con el dispersador de Plaza González Víquez, la intersección El Cerrito (ambas intersecciones controladas con semáforo) y la intersección Zapote, que es de tipo rotonda y en ella se erige el monumento de las Garantías Sociales. El tramo comprendido entre la Intersección El Cerrito y la Rotonda Zapote tiene calles marginales a ambos lados. En este segmento se puede observar que se cuenta con aceras a los lados del proyecto salvo en pequeños tramos; existen varias paradas de autobuses a lo largo de la vía que dan servicio a la red de transporte urbano.

ii. Nueva Radial Zapote – Curridabat

Con una longitud aproximada de 2.9 km, servirá de conexión entre la Radial Zapote (Autopista Estado de Israel) con la Autopista Florencio del Castillo (Curridabat-Cartago). El trazado del proyecto se presenta en detalle en las Figuras 2.3 y 2.4, actualmente la demanda de tránsito de este corredor es servida en parte por la Radial San Pedro (Ruta 2) y principalmente por la Ruta 215, que es una vía de dos carriles que opera en congestión extrema en las horas pico y en ocasiones hasta fuera de ésta. La nueva radial se inicia a 200 metros de la rotonda Zapote, en la Ruta 215 y finaliza al lado sur de la ciudad de Curridabat, en el entronque de las rutas 221, 252 (Curridabat-La Galera) y la Ruta 2, Autopista Florencio del Castillo, intersección Hacienda Vieja. Se tiene prevista una autopista de seis carriles, tres en cada sentido, con barrera divisoria tipo New Jersey, pendiente lateral promedio de 3%, de acceso restringido, ya que únicamente se contemplan accesos a través de marginales. Se prevé la necesidad de construir intercambios en los puntos extremos del proyecto, que corresponden a la intersección Zapote en su entronque con la Autopista Estado de Israel, así como en la intersección Hacienda Vieja, al conectarse con la Autopista Florencio del Castillo.

Por tratarse de la construcción de una nueva vía y debido a que en todo su recorrido se atraviesan zonas residenciales e industriales, para la conceptualización del proyecto se han tomado en cuenta los impactos ambientales que tendrá la nueva carretera, en particular los relativos a la calidad de vida, la disrupción del ambiente social y la contaminación por ruido y gases emitidos por los vehículos. El estudio de este tramo analiza las condiciones operativas de los peatones y del sistema de transporte público modalidad autobús.

Concejo Nacional de Concesiones (CNC)

Determinación de Interés Público

Selección del Proyecto

Estudios Generales de Pre-Factibilidad

Coordinación Contraloría, ARESEP, SUGEF-SUGEVAL, SETENA, Defensoría de Habitantes, Reguladores Sectoriales

Coordinación del Proyecto (CNC)

Precalificación

- Prospecto de inversión
- Cartel de pre-calificación
- Promoción Internacional
- Recepción de Ofertas
- Análisis de las Ofertas
- Selección de concursantes

Definición final del Proyecto

- Factibilidad
- Asegurar Bancabilidad
- Criterios de Adjudicación
- Diseños Técnicos
- Aprobación Jurídica
- Expropiación – Compra de activos
- Estructu-ración financiera

PRIMERA ETAPA

Preparación del Cartel de Licitación

Consulta a precalificados y entidades financieras

Publicación del Cartel de Licitación

Consulta ARESEP, Contraloría General

SEGUNDA ETAPA

TERCERA ETAPA

Nombramiento Comisión Evaluadora

Recepción y Análisis de Ofertas (CNC)

Adjudicación y Formalización

- Anuncio del Adjudicatario /Conformación de Sociedad
- Suscripción del Contrato de Concesión
- Refrendo Contraloría General
- Orden de Inicio
- Manejo de Apelaciones

Supervición de la Obra en Construcción

- Nombramiento del Inspector
- Recibo de La Obra
- Orden de inicio de Operación

Inicio de la Operación y Explotación

- Nombramien-to del Equipo de Control de Operaciones
- Campaña de Comunica-ción a Usuarios
- Fiscalización del Mantenimien-to y Calidad
- Negociación de Posibles Obras Nuevas

Vigilancia de Incumplimiento

Vigilancia de Incumplimiento

Acciones Legales en caso de Incum-plimiento

- Intervención
- Rescate
- Readjudicación

CUARTA ETAPA

Proceso de Concesión de Obra Pública. Ley #7762

5 28

5 29

5 30

2 12

2 11

SOLEDAD

Tribunal Supremo de Elecciones

DOLOROSA

Esc. Marcelino García

MIL FLOR

Parque

Embajada Rep de Chile

LUJAN

PACIFICO

Liceo Costa Rica

Piscina

Centro Deportivo

Plaza Viquez

Piscina

Esc. Ricardo Jiménez

Estadio Antonio Escarré

VASCONIA

Clínica Dr. Carlos Durán

SAN CAYETANO

GUELL

LA CRUZ

Parque

MEDITERRANEO

LOMAS

Colegio Seminario

NACIONES UNIDAS

Plaza

Piscina

CARLOS MARIA JIMENEZ

SAN DIMAS

Monumento

TABACALERA

DOS PINOS

MANGOS

YOSES SUR

Convento

CERRITO

Colegio El Rosario

MONTEALEGRE

Parque

Colegio Abogados

Piscina

Centro Recreativo

Plaza

AUTOPISTA ESTADO DE ISRAEL

Parque

CALDERON MUNOZ

Parque

Seminario

CORDOBA

Plaza

UJARRAS

Centro Educativo Jose Castro

Presidencias de La Republica

Rotonda Zapote

Esc. Napoleon Quesada

Cen.

Liceo Rodrigo Facio

Plaza

QUESADA DURAN

LUISAS

MORENO CAÑAS

GLORIA

JARDIN

HISPANO

FATIMA

Parque

5 31

5 32

5 33

5 34

APOTE

Plaza de Toros

Plaza

Plaza

Plaza

Estadio

MARIA AUXILIADORA

MIRAMONTES

Parque

AVENIDA

AVENIDA

AVENIDA

CENTRAL

CALLE

CALLE

CALLE

CALLE

ZONA INDUSTRIAL

CURRIDABAT

Convento

Xalbo

CIPRESES

CALLE VIEJA

Plaza

Piscina

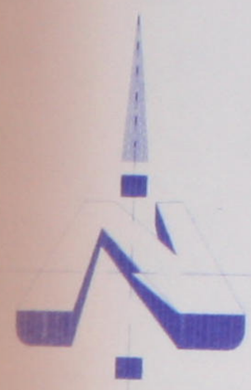
Centro Deportivo

TERRAZAS DE COSTA RICA

LOMAS DE AYARCO NORTE

5 35

5 36

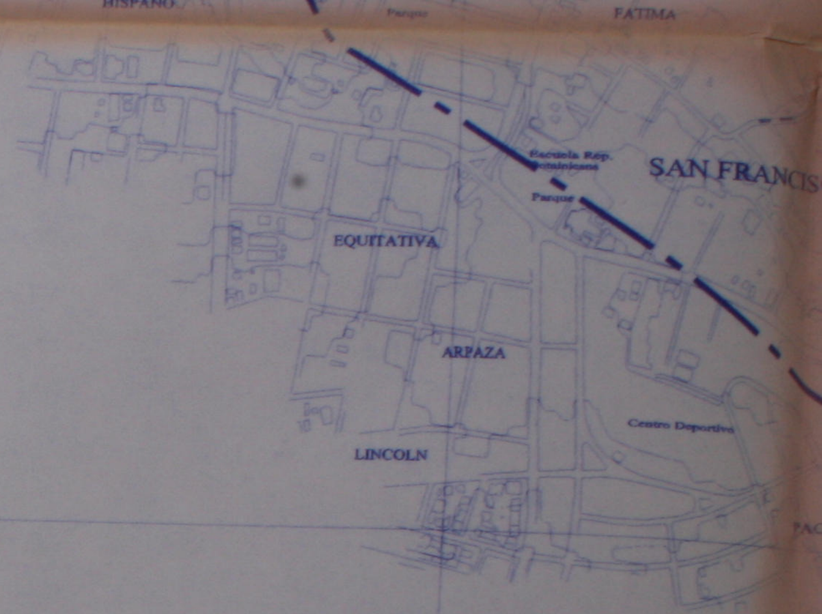


2 12

2 11

2 10

2 09


HISPANO
Parque
FATIMA
Escuela Rep. Dominicana
Parque
SAN FRANCIS
EQUITATIVA
ARPAZA
Centro Deportivo
LINCOLN

ZONA INDUSTRIAL

ISCO DE DOS RIOS

AROMATICO

Vivero

Aserradero SANTA CECILIA

Plaza

TIRRASES

ACIFICA

Agua

AHOGADOS

COLINA

Interseccion Hacienda Vieja

HACIENDA VIEJA

Colegio de Curridabat

Plaza

LOMAS DE AYARCO SUR

LOMAS DE SAN PANCRACIO

ARAUCARIAS

SAN JUAN

AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

Beneficio

Plaza

FLORENCIO DEL CASTILLO

Centro Deporti

2 10

Beneficio

Liceo
Mario Quiros

VILLAS DE

AUTOPISTA FLORENC

TACORA

SAN DIEGO

Plaza

SAN DIEGO

2 09

JIRALES

SANTIAGO

Plaza

Estudio de Impacto Ambiental Corredor

Diseño de Sitio

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Límite del área de influencia
- Curvas de Nivel @ 5.m
- Ferrocarril y Tendido electrico
- Infraestructura
- Carretera
- Rios y Quebradas
- Calles

Víal San Jose - Zapote - Cartago

Elaborado por:

DEPPAT URS

Contratado por:

Consejo Nacional de Concesiones

Solicitado por:

setena

Profesional Responsable

Nombre Fuente : URS

Firma_____N° de Reg

0 125

5A

2 08

ESCALA GRÁFICA

250 500 750 1250 m

2 07

PARTE DE LAS HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN
OCHOMOGO,REVENTADO,CARPINTERA, TRES RIOS, MARIA AGUILAR, CURRIDABAT
ESC: 1: 10 000

5 36

5 37

5 38

SAN JUAN

Beneficio

Plaza

Parroquia Castillo

Cementerio

Parque

Centro Deportivo

INCHASA

Agua

Beneficio

Lago Mario Quiros

Beneficio

TRES RIOS

CARPINTERA

AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

2 10

TACORA

SAN DIEGO

Plaza

SAN DIEGO

2 09

JIRALES

5 39

5 40

5 41

FERROCARRIL DE COSTA RICA

SAN RAFAEL

PILARICA

SAUCEDO

SAUCEDO

Estación Experimental

Plaza

Agua

Centro Experimental
La Alta

FIERRO

FERROCARRIL DE COSTA RICA

Plaza

AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

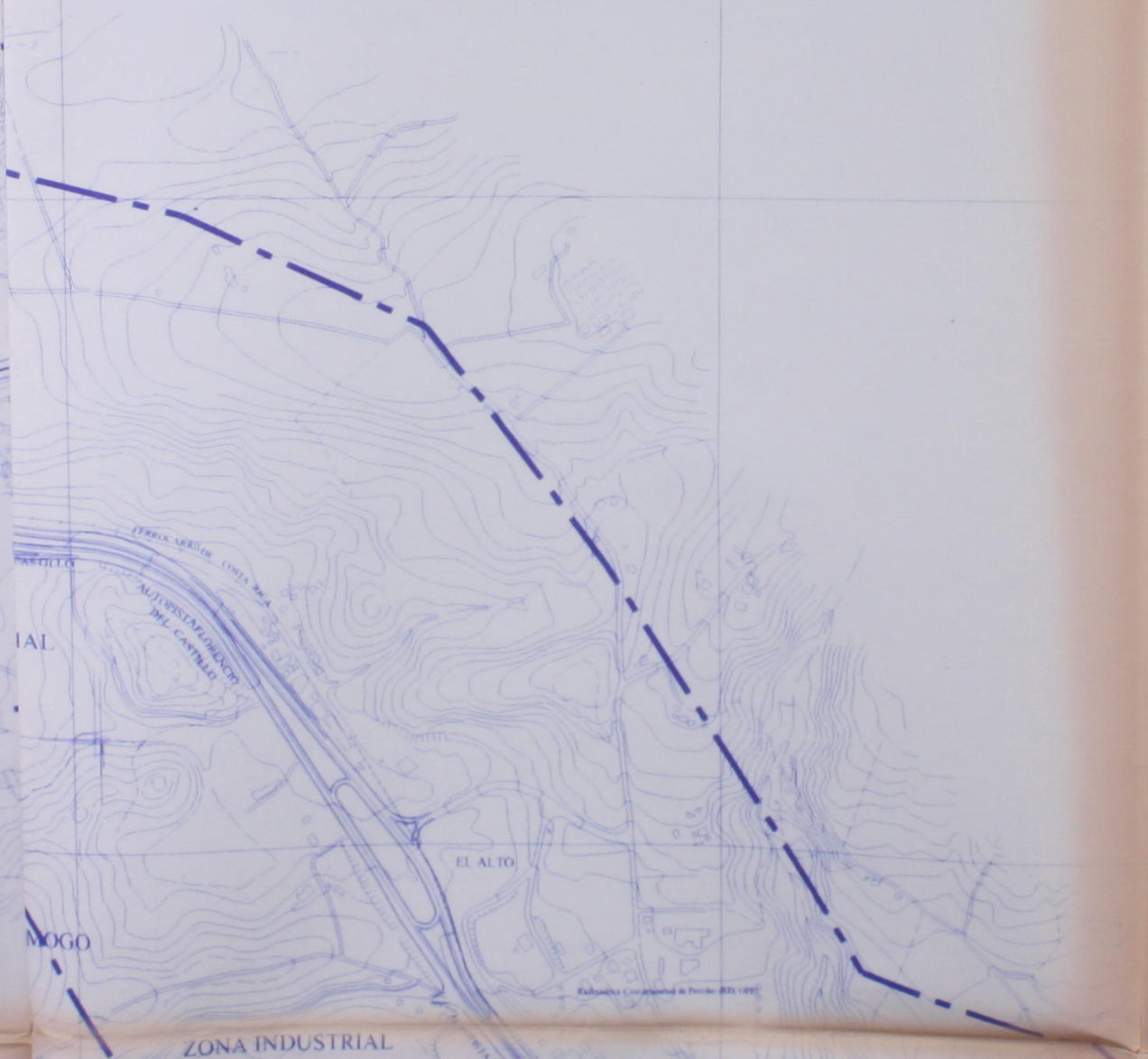
ZONA INDUSTRIAL

ALTO OCHOMOGO

5 42

5 43

5 44



2 10

2 09

SANTIAGO DEL MONTE

Plaza

2 08

2 07



ZONA INDUSTRIAL

Centro Deportivo

FERRO-CARRIL DE COSTA RICA

OCHOMOGO

ZONA PROTECTORA

LA CARPINTERA

ALTO TARAS

CARACOL

TARAS

SAN NICOLAS

ROSAS

RONDA

VIOLIN

QUIRCOT

2 08

2 07

0 125 250 500 750 1250 m

PARTE DE LAS HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN
OCHOMOGO,REVENTADO,CARPINTERA, TRES RIOS, MARIA AGUILAR, CURRIDABAT
ESC: 1: 10 000

2 06

Estudio de Impacto Ambiental Corredo

Diseño de Sitio

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Curvas de Nivel @ 5.m
- Infraestructura
- Rios y Quebradas
- Calles
- Límite del área de influencia
- Ferrocarril y Tendido electrico
- Carretera

2 05

or Víal San Jose - Zapote - Cartago

Elaborado por:

DEPPAT URS

Contratado por:

Consejo Nacional de Concesiones

Solicitado por:

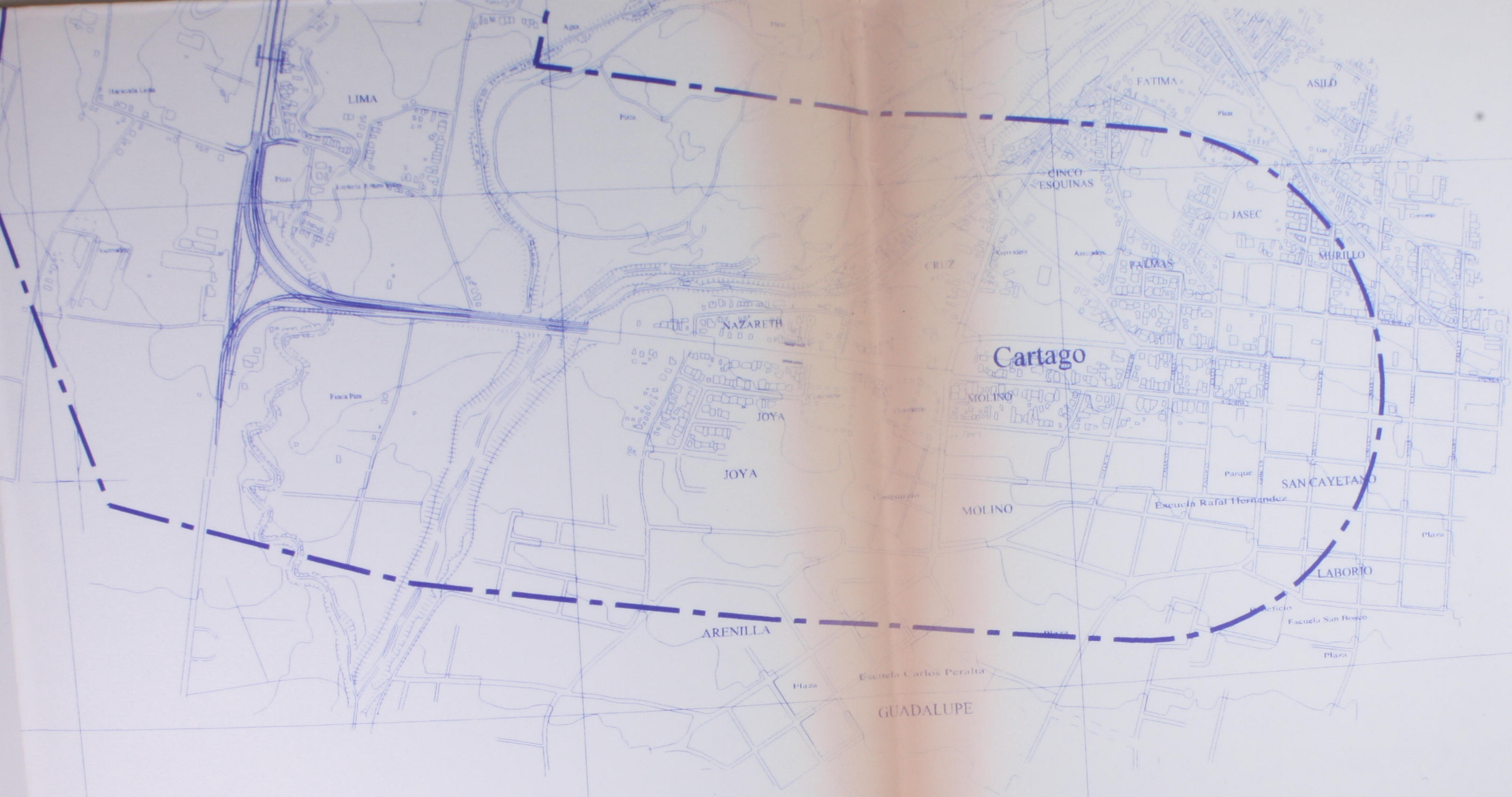
setena

Profesional Responsable

Nombre Fuente : URS

Firma_____N° de Reg

5B


LIMA
NAZARETH
JOYA
JOYA
Finca Pea
ARENILLA
Plaza
Escuela Carlos Peralta
GUADALUPE
FATIMA
ASILO
CINCO ESQUINAS
JASEC
CRUZ
PALMAS
MURILLO
Cartago
MOLINO
MOLINO
Parque
SAN CAYETANO
Escuela Rafal Hernandez
LABORIO
Plaza
Escuela San Rosso
Plaza

También se toma en cuenta las obras de infraestructura necesarias para proporcionar mejores condiciones de seguridad a los usuarios, tales como pasos peatonales a desnivel, bahías para autobuses, etc.

iii. Autopista Florencio del Castillo

Con una longitud aproximada de 17.6 km, esta autopista de cuatro carriles, conecta las ciudades de San Pedro y Curridabat con el Area Metropolitana de Cartago. Tiene dos secciones de características operativas distintas. El primer tramo corresponde a la sección Curridabat–Tres Ríos-San Rafael de La Unión, el cual abarca una longitud aproximada de 8 km. Esta sección cuenta con cuatro carriles, dos en cada sentido, separados por una isla central ancha que tiene una zona verde, y es de acceso restringido. Esta sección cuenta con tres intercambios: La Galera, Lomas de Ayarco y Tres Ríos. Además, en la práctica existen varios accesos ilegales. Estas entradas no autorizadas originan problemas de seguridad vial, ya que en muchos casos incentivan la realización de giros en U sobre la isla central; o bien se habilitaron algunas rampas improvisadas, con estándares muy bajos, sin longitudes suficientes para acelerar o desacelerar, lo que provoca una operación insegura para los usuarios.

En esta sección está ubicada la única estación de peaje de esta autopista, en la cual se cobra únicamente a los usuarios en el sentido San José–Cartago. Otra característica importante de esta sección es que la superficie de ruedo es una carpeta asfáltica.

La otra sección, comprendida entre San Rafael de La Unión y Cartago, tiene una longitud de 9.6 km, también cuenta con cuatro carriles, dos en cada sentido. Es importante notar que para la construcción de este tramo se aprovechó la calzada existente. De este modo, entre San Rafael de Tres Ríos y Taras de Cartago (5.6 km) únicamente se construyó la calzada nueva en el sentido San José–Cartago hasta el Plantel de RECOPE, y de ahí hasta Taras, se construyó en la dirección Cartago-San José. En consecuencia, en ambos casos el sentido contrario se habilitó sobre carretera existente. Por las características topográficas de este tramo la isla divisoria central tiene un ancho variable y la rasante de las calzadas tienen elevaciones distintas. Además, el uso de la vía existente provocó que el alineamiento en algunos sectores en la dirección Cartago-San José no esté acorde con la velocidad de diseño del resto del proyecto, lo cual ha resultado en accidentes de tránsito, incluyendo colisiones múltiples (en el sector de Quebrada Fierro).

Por otra parte, a lo largo de la vía antigua existen varias comunidades e industrias cuya única vía de acceso es a través de esta autopista. También se considera para efectos del estudio de impacto ambiental, lo que se refiere a la seguridad de los peatones, escolares, así como los conflictos que producen los movimientos de entrada y salida de vehículos en esta zona. En este tramo también se ubica la Estación de Pesaje del MOPT, la cual está siendo reconstruída en estos momentos y ahora permitirá el control de vehículos pesados en ambas direcciones.

El siguiente tramo de esta sección (2 km), Taras-La Lima cuenta con cuatro carriles divididos por un carril central de giro, el cual se habilitó en lugar de la isla medianera originalmente diseñada, debido al desarrollo comercial e industrial que tiene este tramo. El acceso a la Cuidad de Cartago es a través de la Radial La Lima, que cuenta con cuatro carriles, separados por una isla medianera y tiene una longitud de aproximadamente 2 km.

En el último kilómetro de este tramo existe un gran desarrollo comercial y residencial, y como no cuenta con calles marginales, existen múltiples accesos directos a la autopista. En este caso también se presenta un problema de seguridad vial.

La sección Tres Ríos-Cartago cuenta sólo con intersecciones a nivel y la mayoría de ellas corresponde a retornos para hacer maniobras de giro en U, ya que no dispone de vías marginales. El tramo cuenta con cuatro retornos y dos importantes intersecciones a nivel: Taras y La Lima. La primera corresponde a una intersección en cruz, con un complicado alineamiento que ha tenido una alta incidencia de accidentes de tránsito, que obligó a la instalación de trepidadores para forzar a los vehículos en la vía secundaria a detenerse. La segunda es una intersección en T, también con un deficiente alineamiento, tanto horizontal como vertical, por lo que no reúne las condiciones de seguridad requeridas en este tipo de intersecciones.

A lo largo de la autopista existe una cantidad importante de paradas de autobuses autorizadas, en las cuales los vehículos colectivos se detienen en parte del carril derecho de la autopista. En este tramo de vía se necesitan obras complementarias de infraestructura que proporcionen mejores condiciones de seguridad a los usuarios, tales como pasos peatonales a desnivel, bahías para autobuses. La superficie de rodamiento de esta sección la conforma una losa de hormigón y se debe tomar en cuenta que en esta sección se presenta una mala calidad de la subrasante, ya que predominan los suelos arcillosos y expansivos.

5.7 Equipo a Utilizar

Debido a que el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, se encuentra en la fase de diseño preliminar y estudio de factibilidad, aún no se ha definido el equipo que se utilizará tanto en la fase de construcción, como de operación.

5.7.1 Fase de Construcción

La construcción, que fundamentalmente se refiere a movimientos de tierra y construcción de obras civiles, implicará el uso de maquinaria pesada.

i. Movilización de Equipo

Debido a que el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, se encuentra en la fase de diseño preliminar y estudio de factibilidad, no es posible definir la movilización del equipo que se utilizará.

ii. Frecuencia de Movilización

Al igual que la movilización de equipo, debido a que el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, se encuentra en la fase de diseño preliminar y estudio de factibilidad, no es posible determinar la frecuencia de movilización del equipo que se utilizará en la fase de construcción.

5.7.2 Fase de Operación

Al igual que para la fase de construcción, el equipo a utilizar no se ha definido aún, ya que el proyecto se encuentra en la fase de diseño preliminar y estudio de factibilidad.

i. Flujo Vehicular Esperado

Para la determinación del flujo vehicular esperado por la operación del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, URS Corporation preparó el "Reporte Final de Tránsito del Proyecto San José–Zapote–Cartago", en el que se analizan los volúmenes de vehículos que se generarían, así como el crecimiento de los viajes a lo largo del corredor vial.

Para determinar los volúmenes se realizaron varios aforos por sentido en varias carreteras que se encuentran incluídas entre los extremos del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago.

La determinación del crecimiento de los viajes generados a lo largo del Corredor Vial San José – Zapote - Cartago, se realizó para los escenarios de 2000, 2005, 2010, 2015, 2020, 2025 y 2030 en función de las proyección de URS Corporation.

Considerando factores de crecimiento y tasas de generación de viajes se estimaron los flujos vehiculares en el corredor vial (cuadro 1).

ii. Mapeo de Rutas más Transitadas

La lámina 6 presenta las rutas más transitadas.

Estudio de Impacto Ambiental Corredor Vial San Jose - Zapote - Cartago

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Calles
- Vías de Flujo Vehicular
- Corredor Vial Zapote Cartago

0 1 2 3 4 5 6 Km

ESCALA GRÁFICA
PARTE DE HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN ABRA, ISTARU
ESC. 1:50 000

Rutas más Transitadas

Profesional Responsable
Nombre Arq. Alfredo Bermúdez
Firma_____ N° de Reg 050-96

Elaborado por: DEPPAT URS

Contratado por: Consejo Nacional de Concesiones

Solicitado por: setena

6

Cuadro 1
EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago
Crecimiento Proyectado del Tránsito

Año	Tramo 1 Cartago-La Lima (ambos sentidos)		Tramo 3 Taras-Cartago (ambos sentidos)		Tramo 6 San Rafael-Ochomogo (ambos sentidos		Tramo 7 San Rafael-Peaje T.R. (ambos sentidos)		Tramo 8 Peaje-L. de Ayarco (ambos sentidos)		Tramo Nuevo Hacienda Vieja-rot. Zapote (ambos sentidos)	
	Tasa de crecimiento	TPD	Tasa de crecimiento	TPD	Tasa de crecimiento	TPD	Tasa de crecimiento	TPD	Tasa de crecimiento	TPD	Tasa de crecimiento	TPD
2000		30381		35174		35394		34868		34868		
2005	6.98%	42579	4.19%	43181	1.60%	38321	4.73%	43932	5.03%	44565	5.03%	46454
2010	4.60%	53323	2.72%	49385	4.51%	47778	3.34%	51776	3.78%	53649	3.78%	55923
2015	2.75%	61055	3.49%	58626	2.87%	55039	3.23%	60695	3.82%	64709	3.82%	67452
2020	4.84%	77331	2.35%	65846	2.75%	63035	2.36%	68203	2.93%	74761	2.93%	77930
2025	3.11%	90128	1.51%	70969	1.79%	68882	1.67%	74092	2.16%	83192	2.16%	86718
2030	1.86%	98828	0.93%	74331	1.12%	72827	1.14%	78412	1.54%	89798	1.54%	93604

Fuente: URS Corporation. Estudio de Factibilidad Económica del Corredor Vial San José-Zapote-Cartago, 2001

5.8 Necesidades de Recursos durante la Operación

Debido a que el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, se encuentra en la fase de diseño preliminar y estudio de factibilidad, aún no se ha definido la necesidad de recursos durante su operación, tales como servicios básicos (alcantarillado), así como mano de obra en la fase de construcción y operación.

5.9 Disposición de Desechos

En este momento, es imposible determinar el volumen de desechos sólidos y líquidos que se generen, así como su manejo en las fases de construcción y operación del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, debido a que el proyecto se encuentra en la fase de diseño preliminar y estudio de factibilidad. Una vez que proyecto sea otorgado, el concesionario estará en capacidad de estimar los desechos que se generen en la fase de construcción y la fase de operación del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago.

5.10 Análisis Financiero y Ajuste Económico Preliminar

Se presenta el análisis financiero para el desarrollo de la fase de construcción y la fase de operación del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, según los resultados del diseño preliminar y el estudio de factibilidad realizado por URS Corporation.

5.10.1 Estudio Financiero

i. Monto Global de la Inversión

De acuerdo con el presupuesto preliminar determinado para el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, se ha estimado una inversión con un monto de US$ 82.586.000.00 (apéndice 3).

El monto de la inversión incluye:

- Estudio Preliminar de ingeniería.
- Diseño final de los planos de construcción.
- Costo para la adquisición del derecho de vía.
- Costo de la construcción.

El cuadro 2, presenta un resumen de los costos del proyecto.

Cuadro 2
EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago
Estimados de Costos del Proyecto

Categoría de Costo	Costo (US$)
Estudio Preliminar de ingeniería	1.000.000.00
Diseño final de los planos de construcción	4.386.000.00
Costo para la adquisición del derecho de vía	14.600.000.00
Costo de la construcción	62.600.000.00
Total	82.586.000.00

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES
CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES

REPORTE FINAL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

URS

SECCION 6

DESCRIPCION DEL AMBIENTE FISICO

Se describen los componentes ambientales dentro del área del proyecto, que corresponde también al Área de Influencia Indirecta señalándose las implicaciones para el desarrollo del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago.

6.1 Formaciones Geológicas Regionales

Costa Rica está localizada donde la Placa Cocos subduce bajo la Placa Caribe a lo largo de la Fosa Mesoamericana. La dirección de convergencia de las dos placas es N30E y su velocidad relativa es de 95±4 mm/año en la costa sureste de Costa Rica (De Mets et al., 1990). Entre otras características de este proceso es posible citar:

- La Zona de Fractura de Panamá que se localiza al sur de la frontera entre Costa Rica y Panamá, allí se encuentra el límite entre las placas Cocos y Nazca.

- El levantamiento de Cocos está siendo subducido bajo la Placa Caribe (Protti et al, 1995). El levantamiento de Cocos es una traza del punto caliente de las Galápagos, cuya orientación es N45E (Protti et al., 1995).

Frente a la entrada del Golfo de Nicoya, se da la interacción de las dos diferentes cortezas que forman parte de la Placa Cocos en el Límite Suave–Rugoso cuya expresión en la Placa Caribe consiste de una falla de desplazamiento de rumbo siniestral sugerida por Corrigan et al. (1990) con rumbo N34E que se extiende hasta Aguas Zarcas de San Carlos, donde se manifiesta como la Contorsión Abrupta de Quesada (Quesada Sharp Contortion, QSC), (Protti et al., 1995), la cual se convierte en una zona de ruptura dentro de la zona de Wadati–Benioff (Rojas & Sibaja, 1997).

Montero (1994), evaluando información estructural, sismológica y geomorfológica, formula un modelo de Dirección de Esfuerzos Máximos Compresivos Horizontales (MHCSD) para explicar la neotectónica de Costa Rica. Propone que en la Región Tras–Arco el MHCSD tiene una dirección N–S. El modelo propone que el Levantamiento de Cocos se comporta como un indentador rígido (Rojas & Sibaja, 1997).

Por otro lado, Montero & Morales (1990), relacionan los esfuerzos neotectónicos con la convergencia oblicua entre las placas Cocos y Caribe. La reinterpretación del origen de esos esfuerzos incluye la rotación observada en las trayectorias de los esfuerzos neotectónicos desde el Ante–Arco al Arco Interno y la Región Tras–Arco.

Por lo tanto, el Levantamiento de Cocos es un bloque que comprime desde la parte sur de Costa Rica hasta la costa Atlántica, con unos 200 km de ancho que produce control tectónico (Montero, 1994). Las fallas de desplazamiento de rumbo, tienden a ser paralelas al esfuerzo máximo de cizalle y perpendicular a la Fosa Mesoamericana (Rojas & Sibaja, 1997). El campo de esfuerzos del área indentada (en el caso del plano de deformación horizontal), tiene esfuerzo máximo de cizalle correspondiente con el fallamiento de desplazamiento de rumbo (Rojas & Sibaja, 1997).

En el sureste de Costa Rica, la zona de Wadati–Benioff es más superficial, con profundidades de focos de sismos máximas de 50 km. El origen de esos cambios geométricos se relacionan con el levantamiento de

Cocos y diferencias de edad en la litosfera de las provincias estructurales de la Placa Cocos (Rojas & Sibaja, 1997).

Existen importantes elementos estructurales en la subducción de la Placa Cocos debajo de la Placa Caribe. En la parte sureste de la Península de Nicoya, se alinea hacia el noreste el Límite Suave–Rugoso (Hey, 1977). Éste representa un límite de corteza fósil entre los centros de dispersión representados por el Punto Caliente de las Galápagos y el Centro de Dispersión del Pacífico del Este; este contraste batimétrico se debe a diferentes velocidades de acreción en cada centro de dispersión.

En la parte noroeste del Límite Suave–Rugoso, la corteza acreciona con velocidad 13–14 cm/año, produciendo una batimetría suave. Esta corteza es subducida a lo largo del Pacífico de América Central hasta la Península de Nicoya. Contrariamente, el Punto Caliente de las Galápagos tienen una velocidad de acreción menor (5–7 cm/año), produciendo una batimetría rugosa hacia el sureste del Límite Suave–Rugoso. Se definen entonces, dos provincias batimétricas en la Placa Cocos, una originada en un Punto Caliente sobre la Placa Cocos y otra en la Dorsal del Pacífico del Este. La diferencia de acoplamiento debido a la interacción de las diferentes provincias tectónicas a lo largo del límite Cocos–Caribe, explican la distribución de MHCSD en la región de Costa Rica.

Por otro lado, las fuerzas que actúan a lo largo de la interacción de placas es debido tanto al esfuerzo horizontal como a la subducción y a la carga vertical entre las placas.

Autores como Protti et al. (1995), realizaron estudios de correlación entre la edad de la subducción de la Placa Cocos y la geometría de la Zona Wadati–Benioff, a lo largo del Pacífico de Nicaragua y la parte norte de Costa Rica. Proponen que existe un incremento en la superficialidad del ángulo de inclinación de la zona de Wadati–Benioff en dirección noroeste–sureste, decrece desde 84° bajo Nicaragua hasta 60° bajo el centro de Costa Rica. La profundidad máxima de los sismos intraplaca también decrece desde el noroeste (200 km bajo Nicaragua) hacia el sudeste (125 km bajo la parte central de Costa Rica).

Esta geometría de la Zona Wadati–Benioff y otras características relacionadas con la subducción de la Placa Cocos bajo la Placa Caribe, integran un modelo que según Protti et al. (1995) se correlaciona también con variaciones en la edad de la subducción de la Placa Cocos a lo largo de la Fosa Mesoamericana. Estas características son:

- Superficialidad de la batimetría de la Fosa Mesoamericana en sentido noroeste–sureste.
- Diferencias de acoplamiento entre las placas Cocos y Caribe.
- La terminación de la cadena de volcanes activos de América Central en la parte central de Costa Rica.
- Variaciones del campo de esfuerzos en la Placa Caribe.

También la geometría de la Zona de Wadati–Benioff, parece estar controlada por cambios en la edad de la subducción de la Placa Cocos.

En general, los trabajos anteriores indican una correlación directa entre la edad de la placa o una combinación de edad y velocidad de convergencia con el ángulo de inclinación de la zona Wadati–Benioff y su longitud. Otros argumentos para explicar esta correlación son explicados por las diferencias en el espesor, densidad y estado termal de la litosfera subducida que afecta la buoyancia de la placa y su asimilación termal por la astenósfera.

El Corredor Vial San José–Zapote–Cartago se encuentra afectado por las unidades morfotectónicas Fosa Mesoamericana, Arco Volcánico, Zona de Deformación Central de Costa Rica, Cuenca Transtensiva (Pull–Apart) del Valle Central.

i. Fosa Mesoamericana

Constituye el margen convergente entre la Placa Cocos y la Placa Caribe y donde se inicia la subducción de la Placa Cocos bajo la Placa Caribe, incluyendo la subducción somera de la corteza oceánica engrosada conformada por la Dorsal Asísmica de Cocos bajo el área del Pacífico Sur de Costa Rica (Londsdale & Klitgord, 1978).

ii. Arco Volcánico

Corresponde con un basamento volcano–sedimentario Terciario intruído por plutones y sobreyacido parcialmente por plataformas de ignimbritas y estratovolcanes del Cuaternario (Montero & Morales, 1990).

iii. Zona de Deformación Central de Costa Rica

Es un sistema de falla transcurrente siniestral transversal al Arco Volcánico responsable de la formación del Sistema de Cuencas Transtensivas (Pull–Apart) de Costa Rica. El sistema de falla cambia de dirección en Limón transformándose en el sistema de fallas inversas que conforman el Cinturón Deformado de Panamá (NPDB), (Astorga et al., 1991).

iv. Cuenca Transtensiva (Pull–Apart) del Valle Central

Es una cuenca de segunda generación originada desde el Eoceno–Oligoceno debido al movimiento en el Sistema de Falla Transcurrente de Costa Rica, por lo que exhibe un estilo estructural típico de las cuencas pull–apart (Astorga et al., 1991).

v. Deformación Neotectónica y Trayectoria de Esfuerzos Neotectónicos

La deformación neotectónica en el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago se manifiesta en los lineamientos de los estratovolcanes del Cuaternario, los cuales tienen rumbo predominante norte–sur; fallas normales con rumbo dominante norte–sur y escarpes con rumbo este–oeste relacionados fallas inversas con pliegue en su parte frontal (Montero & Morales, 1990; Montero, 1994). La trayectoria de los esfuerzos compresivos horizontales máximos (MHCSD) determinados a partir de mecanismos focales compuestos para el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago son en dirección predominante norte (Montero & Morales, 1990; Montero, 1994).

vi. Formación Coris

Corresponde con depósitos sedimentarios del Mioceno Medio a Superior del Valle Central de Costa Rica (Obando et al., 1991), compuestos por lutitas, lutitas arenosas calcáreas, areniscas líticas y cuarzosas y conglomerados finos con estructuras sedimentarias que obedecen a ambientes marinos someros (Obando et al., 1991).

Obando et al. (1991), determinaron que una secuencia de 500 m de espesor analizada entre San José y Cartago y localidades hacia el sur, se compone de ciclos progradantes que se relacionan con depósitos de strand–plain (*sensu* Reison, 1984) en los que definieron 4 fases, a saber fases de plataforma silicoclástica, bahía abierta, frente de barra y fase arenosas costeras.

Según Denyer & Arias (1991), la Formación Coris aflora en Loma San Antonio, al sur de Curridabat, así como en las localidades de Quesadas, Quebrada Honda y Alto Coris.

La Formación Coris sobreyace a la Formación Peña Negra (Denyer & Arias, 1991) y se encuentra intercalada por la Formación San Miguel.

vii. Formación La Cruz

Consiste de basaltos, andesitas y tobas soldadas (Denyer & Arias, 1991), con edad Mioceno Superior, que afloran en los Cerros de la Carpintera.

viii. Formación Sapper

Consiste de flujos de lava, lahares y capas de ceniza (Krushensky, 1972) que afloran en el Río Reventado, por debajo de la confluencia de Quebrada Pavas, Río Retes, entre los ríos Blanco y Sucio al norte del Cerro Retes.

Según Sprechmann (1984), la Formación Sapper sobreyace discordantemente a la Formación Reventado y es sobreyacida de manera discordante por la Formación Birris, al oeste del Cerro Noche Buena.

ix. Depósitos Coluvio–Aluviales

Consisten de coluvios que se acumulan al pie del macizo del Volcán Irazú, en sus flancos sur y suroeste, los cuales se encuentran afectados por la depositación constante de aluviones de los ríos que drenan el área.

6.1.1 Unidades Geológicas Locales

En el campo se realizó un cartografiado geológico con el fin de determinar las unidades geológicas locales que afloran en el sitio, las cuales son correlacionables con las formaciones Coris (Mioceno Medio–Superior) (Obando et al., 1991), La Cruz (Mioceno Medio–Mioceno Superior), (Denyer & Arias, 1991), Depósitos Laháricos y Piroclásticos y Depósitos Coluvio–Aluviales.

Las unidades geológicas locales que afloran se definieron con criterios litológicos de campo. Se describen las unidades desde la más antigua a la más joven.

i. Areniscas Silíceas

Unidad sedimentaria depositada en ambiente transicional continental–litoral, litoral y plataforma marina de poca profundidad. La litología se define con criterios observacionales.

Las areniscas silíceas afloran en Loma San Antonio y Parque Ecológico La Colina, al sur de Tirrases; asimismo, aflora en el frente noroeste de los Cerros de La Carpintera en la localidad de Rincón Mesén. Ambos sitios se encuentran fuera del área de influencia directa del proyecto.

Las areniscas silíceas consisten de un conjunto de rocas con coloraciones que varían entre blanco y rojizo, dependiendo del contenido de minerales como óxidos de hierro y sílice en superficie sana. En superficie alterada, las rocas presentan coloraciones grises y blancas hasta pardas.

Se compone de sedimentos de textura granular, con granulometría que varía entre arenisca fina y arenisca gruesa; los granos se presentan bien sorteados. En la muestra de mano, se determina que los granos se encuentran en contacto por grano y ocasionalmente se presenta una matriz arcillosa blanca de composición silícea.

Se presenta en paquetes sin alternancias y con dimensiones que varían entre 0.1 m hasta paquetes decimétricos y ocasionalmente, se encuentran secciones masivas en las que no es posible observar los límites inferior y superior.

En los afloramientos de Loma San Antonio, no se observan estructuras sedimentarias; sin embargo, en los afloramientos en el frente noroeste de los Cerros de la Carpintera, se observan paquetes con ripples asimétricos y paquetes con laminación tanto paralela como cruzada. En ambos afloramientos, no se observan ciclos ni gradación.

La presencia de estructuras biogénicas es escasa y el contenido fosilífero se encuentra ausente.

Las areniscas silíceas se presentan como paquetes que conforman un cuerpo tabular, al que no es posible establecer alguna asociación con las rocas de los alrededores.

Según las observaciones de campo, el mecanismo de depositación es un flujo de granos en ambiente depositacional litoral.

Según observaciones de campo, las areniscas silíceas presentan un espesor máximo observado de 220 m, medidos en Loma San Antonio.

En el campo no es posible determina el contacto inferior de las areniscas silíceas, por lo que se le considera el basamento regional. Las areniscas se encuentran sobreyacidas en forma discordante por los basaltos (Formación La Cruz), depósitos lahári cos y depósitos coluvio–aluviales sin diferenciar.

Las areniscas silíceas se correlacionan con la Formación Coris.

Debido a que en el campo, el contenido fosilífero se encuentra ausente, se consideran las dataciones de Obando et al. (1991) y Denyer & Arias (1991), se determinan que en general la edad de las rocas de la Formación Coris es Mioceno Medio a Superior.

ii. Basaltos

Unidad volcánica que aflora en los Cerros de la Carpintera al sur de San Diego, Ochomogo y Alto Ochomogo, en los terrenos localizados al sur y oeste del área del proyecto.

La muestra de mano se compone de basalto masivo con textura afanítica–porfirítica, con cristales de plagioclasa (10%) de hasta 2 mm de longitud dispuestos en una mesostaza masiva color negro en superficie sana. No hay presencia de vacuolas en la mesostaza. Según observaciones de campo y análisis petrográfico de secciones delgadas, se determina que los basaltos corresponden con cuerpos intrusivos hipoabisales.

Los basaltos se encuentran mejor expuestos en Alto Ochomogo.

Los basaltos sobreyacen en contacto discordante a las areniscas silíceas. El contacto se presenta al sur de Rincón Mesén, donde se le observa como un cambio brusco de areniscas con coloraciones claras a lavas masivas con coloraciones oscuras. En Ochomogo, los basaltos se encuentran sobreyacidas en contacto discordante por los depósitos lacustres; se infiere que los depósitos volcánicos caóticos sobreyacen a los basaltos, ya que en el campo no es posible establecer la relación estratigráfica.

Con observaciones de campo, se estima que el espesor de los basaltos es de 150 m.

Los basaltos se correlacionan con la Formación La Cruz (Denyer & Arias, 1991).

En el área no existen dataciones que determinen la edad de los basaltos; sin embargo Denyer & Arias (1991) le asignan una edad Mioceno Superior.

iii. Depósitos Laháricos

Unidad volcánica continental de formación endógena con componentes silíceos de origen volcánico. Aflora en el área comprendida entre González Víquez y San Rafael, donde se encuentra en contacto con los depósitos volcánicos caóticos; hacia el sur de la Autopista Florencio del Castillo, los depósitos laháricos limitan se encuentran en contacto con depósitos aluviales del Río Tiribí.

Litológicamente, es una brecha con textura piroclástica que se compone de fragmentos pre–existenets (30%) angulares, sanos, de composición andesítica y basáltica, con tamaño entre 0.1 m y 4 m, junto con cristales de plagioclasa y piroxeno. La unidad no presenta materia orgánica, así como material alóctono y fragmentos líticos hidrotermalizados.

Los componentes se encuentran mal seleccionados y englobados por una matriz cenicienta compacta que en superficie sana tiene color gris y en superficie alterada se presenta parda. No se observa la presencia de vesículas ni fracturas.

El espesor máximo de los depósitos laháricos observado en cortes es de 60–80 m.

El depósito se presenta como un cuerpo masivo sin estratificación ni gradación, además de que no existen estructuras de impacto. Asimismo, no se observan estructuras tales como fallamiento sindepositacional, grietas de desecación o plegamiento sin/post depositacional.

El proceso primario del depósito está caracterizado por un flujo lahárico (*sensu latu*) en ambiente sub–aérico debido a un mecanismo de fragmentación húmedo. En el campo no se observa la ocurrencia de procesos secundarios, tales como diagénesis, paleosuelos, contactos quemados o alteración hidrotermal. En la parte superior del depósito, se ha generado un suelo residual limoso, producto de la meteorización de la matriz cenicienta.

En el campo no se observa el contacto inferior de los depósitos laháricos, aunque Denyer & Arias (1991) determinan que sobreyace en contacto discordante a las rocas de la Formación Coris. Los depósitos laháricos se encuentran sobreyacidos por los depósitos volcánicos caóticos y por los depósitos aluviales en contacto discordante.

Los depósitos laháricos se correlacionan con los Lahares y Cenizas según Denyer & Arias (1991).

La edad de los depósitos laháricos es Cuaternario.

iv. Depósitos Volcánicos Caóticos

Unidad volcánica continental de formación endógena con componentes silíceos de origen volcánico. Aflora en el norte de San Rafael y el área al norte comprendida hasta Solano.

Litológicamente, es una brecha con textura piroclástica que se compone de fragmentos pre–existentes (20%) con varias coloraciones, sanos, de composición principalmente basáltica con tamaño entre 0.2 m y 1 m. La

materia orgánica está presente en menor cantidad (<5%) y consiste de troncos calcinados. No se observan fragmentos líticos hidrotermalizados.

La totalidad de los componentes presentan una disposición caótica dentro de la matriz cenicienta gris, sin vesículas y parcialmente soldada. La estructura interna del depósito no presenta gradación; asimismo, no muestra fracturas y se presenta como un cuerpo masivo subhorizontal sin estructuras de impacto, deslizamiento y/o fallamiento sindepositacional.

El proceso primario está caracterizado por la depositación en un ambiente sub–aérico debido a un mecanismo de fragmentación piroclástico que produjo un debris avalanche proveniente de la ladera sur del Volcán Irazú. Asimismo, el depósito se presenta compacto y con procesos de meteorización que han generado un suelo limo–arenoso. En el campo se observa la presencia de fallamiento cerca de la Zona Industrial de Ochomogo, en el que ocurre alteración hidrotermal que deriva en silicificación de los fragmentos líticos y la matriz, y que genera arcillas.

Con observaciones de campo, no es posible determinar la fases del depósito. Asimismo, no se observan variaciones laterales ni verticales en el depósito, así como inclinación.

Debido a la presencia geográfica, se estima que sobreyace a los depósitos laháricos y a los basaltos. En la Zona Industrial de Ochomogo, se encuentra sobreyacido en contacto discordante por los depósitos lacustres. Se estima que su edad es Cuaternario, menor que la de los depósitos laháricos.

Considerando características litológicas y distribución geográfica, los depósitos volcánicos caóticos se correlacionan con la Formación Sapper? (Krushensky, 1972; Sprechmann, 1984).

v. Depósitos Lacustres

Unidad sedimentaria depositada en ambiente continental sub–acuático, con componentes silíceos de origen volcánico. La litología se define con criterios observacionales.

Los depósitos lacustres afloran en los terrenos planos de la Zona Industrial de Ochomogo.

Consisten de un conjunto de depósitos con coloraciones blancas y amarillentas en superficie sana. En superficie alterada, los depósitos presentan coloraciones pardas.

Se compone de sedimentos de textura granular y cohesiva, con granulometría que varía entre limo a arenisca fina; los granos se presentan bien sorteados. En la muestra de mano, se determina que los granos se encuentran tanto en contacto por grano como englobados en una matriz arcillosa blanca.

Se presenta en paquetes sin alternancias y con dimensiones que varían entre 0.1 y 0.5 m. En los afloramientos no se observan estructuras sedimentarias, ciclos ni gradación. La presencia de estructuras biogénicas es escasa y el contenido fosilífero se encuentra ausente. Los depósitos lacustres se presentan como paquetes que conforman un cuerpo tabular, al que no es posible establecer alguna asociación con las rocas de los alrededores.

Según las observaciones de campo, el mecanismo de depositación es un flujo de granos en ambiente depositacional lacustre.

Según observaciones de campo, las areniscas silíceas presentan un espesor máximo observado de 20 m, obtenido de información litológica de pozos perforados en la Zona Industrial de Ochomogo.

En la Zona Industrial de Ochomogo, los depósitos lacustres se encuentran al pie de los basaltos y de los depósitos volcánicos caóticos. Sobreyace en contacto discordante a ambas litologías. Asimismo, se encuentra en contacto por falla con los depósitos coluvio–aluviales con influencia lahárica.

El contenido fosilífero se encuentra ausente y los depósitos aún no han sido correlacionados con las formaciones rocosas. Se estima que los depósitos lacustres tienen edad Cuaternario.

vi. Depósitos Coluvio–Aluviales sin Diferenciar

Unidad sedimentaria depositada en ambiente continental. La litología se define con criterios observacionales.

Los depósitos afloran en las comunidades de Fierro, Saucedo, Pilarica, Carpintera, Jirales, Lomas de San Pancracio, Tirrases, Pueblo Nuevo y Huetares, al sur del área del proyecto. El límite norte de los depósitos lo constituyen lo depósitos aluviales del Río Tiribí, el límite sur está dado por las rocas las formaciones Coris y La Cruz; el límite este lo constituye el trazo inferido de la Falla Tablazo definida por Denyer & Arias (1991); Arias & Denyer (1991), que los pone en contacto con los basaltos y los depósitos volcánicos caóticos.

Consisten de un conjunto de rocas con varias coloraciones y compuestas por areniscas, andesitas y basaltos. En superficie alterada, las rocas presentan coloraciones pardas.

El depósito presenta textura granular, con granulometría que varía entre grava y bloques; los granos se presentan mal sorteados. En la muestra de mano, se determina que los granos se encuentran tanto en contacto por grano, como englobados en una matriz que varía entre arcilla y arena gruesa de composición generalmente silícea.

El depósito se presenta como un cuerpo tabular masivo, que no presenta estructuras sedimentarias, ciclos o gradación.

La presencia de estructuras biogénicas es escasa y el contenido fosilífero se encuentra ausente.

Las areniscas silíceas se presentan como paquetes que conforman un cuerpo tabular, al que no es posible establecer alguna asociación con las rocas de los alrededores.

Según las observaciones de campo, el mecanismo de depositación es un flujo de detritos y flujo turbulento en ambiente depositacional continental.

Según observaciones de campo y posición geográfica, los depósitos presentan un espesor máximo de 40 m.

Debido a que en el campo no es posible determina los contactos inferiores de los depósitos, se infiere que sobreyace en contacto discordante a las areniscas silíceas (Formación Coris) y a los basaltos (Formación La Cruz). Se estima que la edad de los depósitos coluvio–aluviales sin diferenciar es Cuaternario.

vii. Depósitos Coluvio–Aluviales con Influencia Lahárica

Unidad sedimentaria depositada en ambiente continental, con influencia volcánica debido a la ocurrencia de lahares.

Estos depósitos afloran en Quircot, Lima, Caracol y Molino, hacia el este del área del proyecto. Los depósitos se encuentran al pie de los depósitos volcánicos caóticos (hacia el norte) y los basaltos (hacia el oeste); hacia

el noroeste, los depósitos se encuentran en contacto por falla con los depósitos lacustres y hacia el extremo este del área del proyecto, se encuentran intercalados por los depósitos lahári̇cos de Taras.

Consisten de un conjunto de rocas con varias coloraciones y compuestas por andesitas y basaltos. En superficie alterada, las rocas presentan coloraciones pardas.

El depósito presenta textura granular, con granulometría que varía entre grava y bloques; los granos se presentan mal sorteados. En la muestra de mano, se determina que los granos se encuentran tanto en contacto por grano, como englobados en una matriz que varía entre arena fina y arena gruesa.

El depósito se presenta como un cuerpo compuesto por al menos 8 lóbulos cuyos vértices apuntan hacia el norte; los depósitos no presentan estructuras sedimentarias, ciclos o gradación. La presencia de estructuras biogénicas es escasa y el contenido fosilífero se encuentra ausente.

Según las observaciones de campo, el mecanismo de depositación es un flujo de detritos y flujo turbulento en ambiente depositacional continental.

Según observaciones de campo, posición geográfica y la información de pozos perforados en el área, los depósitos presentan un espesor aproximado de 40 m.

Según la información de pozos perforados hacia las cercanías de los Cerros de la Carpintera, los depósitos sobreyacen en contacto discordante a basaltos provenientes del Volcán Irazú (no mencionado en el texto). La edad de los depósitos coluvio–aluviales con influencia lahárica es Cuaternario.

viii. Depósitos Laháricos de Taras

Unidad volcánica continental de formación endógena con componentes silíceos de origen volcánico. Afloran a lo largo del Río Reventado, Diques, Taras, Nazareth, Arenilla.

Litológicamente, es una brecha con textura piroclástica que se compone de fragmentos pre–existentes de forma angular, sanos, de composición andesítica y basáltica, con tamaño entre 0.1 m y 4 m. La unidad no presenta materia orgánica, así como material alóctono y fragmentos líticos hidrotermalizados.

Los componentes se encuentran mal seleccionados y englobados por una matriz cenicienta compacta que en superficie sana tiene color gris y en superficie alterada se presenta parda. No se observa la presencia de vesículas ni fracturas.

El espesor máximo de los depósitos laháricos observado en cortes es de aproximadamente 40 m.

El depósito se presenta como un cuerpo masivo sin estratificación ni gradación, además de que no existen estructuras de impacto. Asimismo, no se observan estructuras tales como fallamiento sin depositacional, grietas de desecación o plegamiento sin post-depositacional.

El proceso primario del depósito está caracterizado por un flujo lahárico (*sensu latu*) en ambiente sub–aérico debido a un mecanismo de fragmentación húmedo. En el campo no se observa la ocurrencia de procesos secundarios, tales como diagénesis, paleosuelos, contactos quemados o alteración hidrotermal. El depósito genera un incipiente suelo limoso cargado de rocas.

Sobreyace en contacto discordante a los depósitos coluvio–aluviales con influencia lahárica. Se encuentra sobreyacido discordantemente por depósitos aluviales del Río Reventado.

La edad de los depósitos laháricos de Taras es Cuaternario.

ix. Depósitos Aluviales

Unidad sedimentaria conglomerática inconsolidada, depositada en ambiente continental. La litología se define con criterios observacionales.

Los depósitos afloran en los cauces de los ríos principales y quebradas que drenan el área del proyecto, a saber Río Tiribí, Río Reventado, Río María Aguilar.

Consisten de un conjunto de rocas con varias coloraciones y compuestas por areniscas, andesitas y basaltos. En superficie alterada, las rocas presentan coloraciones pardas.

El depósito presenta textura granular, con granulometría que varía entre grava y bloques; los granos se presentan mal sorteados. En la muestra de mano, se determina que en algunas secciones de los ríos, los granos se encuentran tanto en contacto por grano, como englobados en una matriz que varía entre arcilla y arena gruesa.

Los depósitos se presentan como cuerpos lenticulares, que presentan estructuras sedimentarias tales como ripples. La presencia de estructuras biogénicas es escasa y el contenido fosilífero se encuentra ausente.

Según las observaciones de campo, el mecanismo de depositación es un flujo de detritos y flujo turbulento en ambiente depositacional continental sub–acuático.

Según observaciones de campo y posición geográfica, los depósitos presentan un espesor máximo de 10 m.

La edad de los depósitos aluviales es Cuaternario.

6.1.2 Análisis Estructural y Evaluación

El área del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago se encuentra en el Valle Central, donde los esfuerzos tectónicos tienen una dirección de flujo preferencial norte–sur. Como resultado del esfuerzo tectónico, se da el basculamiento de las rocas sedimentarias de la Cuenca Transtensiva hacia el norte, así como la generación de fallamiento que responde al ordenamiento de un elipsoide de deformación típico compuesto de fallas normales, fallas inversas y fallas de desplazamiento de rumbo en todas sus combinaciones.

i. Fallamiento

– Falla Candelaria

La traza de la principal falla de este sistema se ubica en los diversos mapas geológicos de Costa Rica; tiene un trazo rectilíneo y se extiende por más de 33 km desde su extremo noroeste, ubicado al oeste de Puriscal hasta la confluencia de los ríos Candelaria y Pirrís (Rojas & Montero, 2000).

– Sistema de Fallas Jaris–Corralillo

Se extiende a lo largo de 42 km desde la unión de los ríos Jaris y Virilla por el extremo noroeste, hasta cerca de San Pablo de León Cortés en el extremo sureste. Esta falla se puede dividir en varios segmentos, en algunos de los cuales se ha encontrado actividad sísmica (Fernández, 1995).

– Fallamiento del Macizo Irazú–Turrialba

Agrupa varias fallas con características geométricas similares, con longitudes cercanas a 20 km. En su mayoría son fallas de desplazamiento horizontal, aunque existen algunas inversas y otras de tipo normal. Entre las fallas de este sistema están Lara, Río Sucio, Patria, Hondura, Elia y Guápiles, que es inversa (Rojas & Montero, 2000).

– Sistema de Fallas Tablazo–Orosi

Se localiza al sureste del Valle Central y comprende las fallas Aguacaliente, Orosi y Navarro (Rojas & Montero, 2000).

ii. Plegamiento

El área del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago se encuentra en un homoclinal en el que las rocas sedimentarias del Terciario se encuentran basculadas hacia el norte debido a esfuerzos tectónicos compresivos con dirección preferencial norte–sur (Montero & Morales, 1990; Denyer & Arias, 1991; Montero, 1994).

6.1.3 Caracterización Geotécnica

Para la caracterización geotécnica de los terrenos del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, se contrató a la Empresa IMNSA Ingenieros Consultores S.A., la cual realizó sondeos del suelo con el método de penetración estándar (ASTM D–1586), que permite un sondeo continuo del suelo para la reconstrucción de una columna estratigráfica típica del sitio; adicionalmente, se realizaron perforaciones al diamante con diámetros BQ.

Los sondeos se dividieron en 3 grupos, a saber:

- Autopista Estado de Israel.
- Nueva Radial Zapote – Curridabat.
- Autopista Florencio del Castillo.

En la Autopista Estado de Israel se realizaron 8 sondeos, a saber T–1 (4.00 m), T–2 (4.00 m), T–3 (4.00 m), T–4 (11.5 m), T–5 (12.5 m), T–7 (4.00 m) y T–8 (10.0 m).

En la Nueva Radial Zapote – Curridabat, se realizaron 9 sondeos, a saber T–9 (4.00 m), T–10 (4.00 m), T–11 (4.00 m), T–12 (10.0 m), T–13 (6.00 m), T–14 (11.0 m), T–15 (4.00 m), T–16 (10.0 m) y T–17 (7.00 m).

En la Autopista Florencio del Castillo se realizaron 13 sondeos, a saber T–18 (4.00 m), T–19 (4.00 m), T–20 (4.00 m), T–21 (4.00 m), T–22 (4.00 m), T–23 (4.00 m), T–24 (4.00 m), T–25 (4.00 m), T–26 (4.00 m), T–27 (10.0 m), T–28 (4.00 m), T–29 (10.0 m) y T–30 (4.00 m).

El trabajo de laboratorio consistió en determinar las propiedades físicas y mecánicas de las muestras recolectadas de la siguiente manera:

En suelos se evaluó límites de Atterberg, humedad natural, densidad relativa (arenas) o consistencia (arcillas), análisis granulométrico, resistencia a la compresión inconfinada (suelos cohesivos) y pesos unitarios.

En roca se evaluó tipo de material, Rock Qualitiy Designation (RQD), porcentaje de recuperación, descripción cualitativa, estado de las juntas y otras observaciones relevantes.

Los resultados resumidos establecen 3 zonas, a saber:

- **Zona 1**: Unidad de cenizas y lahares. Incluye los sondeos T–1 a T–21. Entre 0.5 y 3.0 m se compone suelo limo arcilloso – arcilla limosa (MH–CH), plasticidad media, color café oscuro con vetas rojizas, consistencia medianamente compacta a compacta, Ñ: 4 –16. Entre 1.0 y 3.0 m hay limo arcilloso – arcilla limosa (MH–CH), plasticidad media a alta, color café claro – amarillento con vetas oscuras, consistencia compacta a muy compacta, Ñ: 4 – 16. Entre 1.0 y 4.0 m hay un limo arenoso – arcilloso color café grisáceo, consistencia de muy compacta a dura, Ñ > 30. En la Zona 1, el nivel freático se encuentra a una profundidad que varía entre 2.0 y 6.0 m.

- **Zona 2**: Unidad de areniscas. Incluye los sondeos T–22 a T–25. Entre 0 y 4.0 m se tiene un limo arcilloso con plasticidad media, color café amarillento, consistencia de compacta a muy compacta, Ñ: 16 – 30. Debajo de 4.0 m se tienen areniscas meteorizadas hasta sanas hasta el rebote del mazo.

- **Zona 3**: Unidad de abanicos. Incluye los sondeos T–26 a T–30. El perfil está dado por 0.5 – 4.0 m de limo arcilloso (MH), plasticidad baja a media, color café claro – amarillento, consistencia medianamente compacta, Ñ: 4 – 8. Entre 0 y 6.0 m una arcilla limosa (MH–CH), plasticidad baja a media, color café claro, consistencia de compacta a muy compacta, Ñ: 8 – 16. Entre 0 y 2.0 m hay una arcilla limosa (CH), plasticidad alta, color café, consistencia muy dura, Ñ > 30. En la Zona 3 el nivel freático se encuentra a una profundidad que varía entre 3 y 6 m.

6.1.4 Mapa Geológico del AP y el AID

La lámina 7 presenta el Mapa Geológico del AP y el AID.

6.2 Geomorfología

Desde el punto de vista geomorfológico, en el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago se pueden distinguir tres diferentes formas del relieve, las cuales se describen seguidamente.

6.2.1 Descripción Geomorfológica

A continuación se establece una caracterización de la geomorfología predominantes a lo largo del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Desde el punto de vista regional, el corredor se encuentra incluido dentro de la unidad geomorfológica Relleno Volcánico del Valle Central, que contiene formas de origen volcánico, sedimentación aluvial y denudación en rocas sedimentarias e ígneas.

i. Relleno Volcánico

Esta unidad geomorfológica caracteriza el sector comprendido entre el inicio del corredor vial en el sector de Plaza González Víquez en la ciudad de San José y el sector de la ciudad de Tres Ríos.

Se trata de una unidad de origen volcánico, ya que es producto de la acumulación de materiales eyectados por los volcanes de la Cordillera Central, principalmente el volcán Irazú. Esta unidad está formada en superficie por rocas volcánicas, principalmente lavas, tobas e ignimbritas cubiertas por ceniza en un espesor variable.

A lo largo del corredor vial, el relieve pareciera ser plano y por lo tanto con pendientes suaves. Sin embargo, el estudio detallado del relieve muestra que se trata de terrenos plano ondulados debido a la presencia de varias depresiones fluviales poco profundas y lomas de baja altura. El terreno como unidad muestra una ligera inclinación en sentido oeste–este, o sea que la altitud se incrementa uniformemente conforme se avanza hacia el sector de Tres Ríos.

5 28

5 29

5 30

2 12

2 11

Plaza Víquez

Rotonda Zapote

Tribunal Supremo de Elecciones

PACIFICO

SAN CAYETANO

VASCONIA

NACIONES UNIDAS

CARLOS MARIA JIMENEZ

TABACALERA

YOSES SUR

LUISAS

ZAPOTE

5 31

5 32

5 33

5 34

5 35

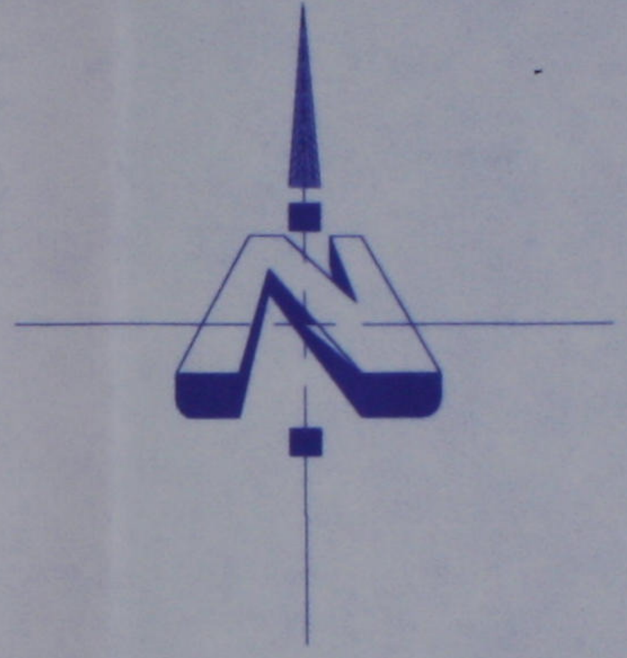
CIPRESES

Piscina

Centro Deportivo

Plaza

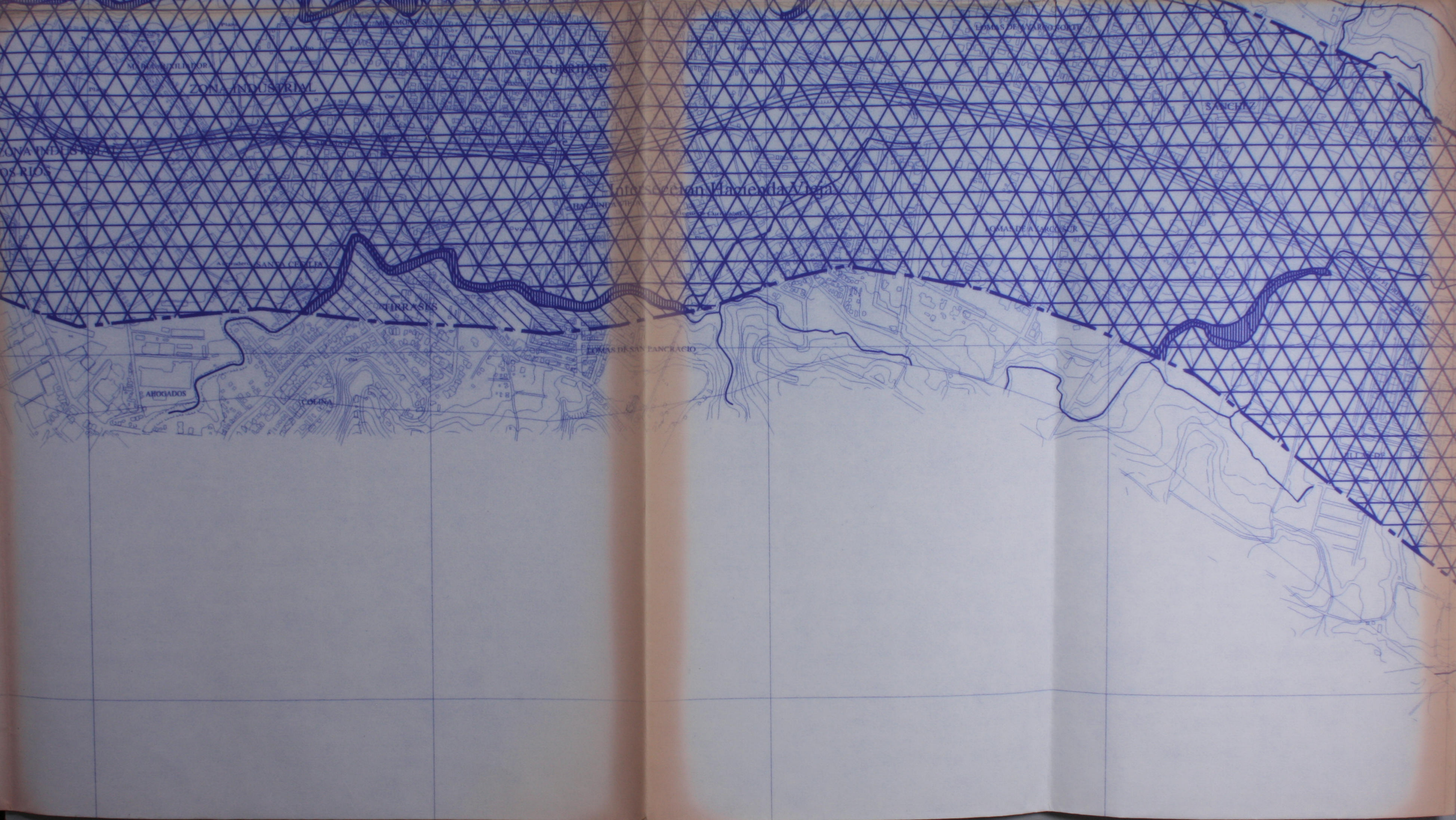
5
36

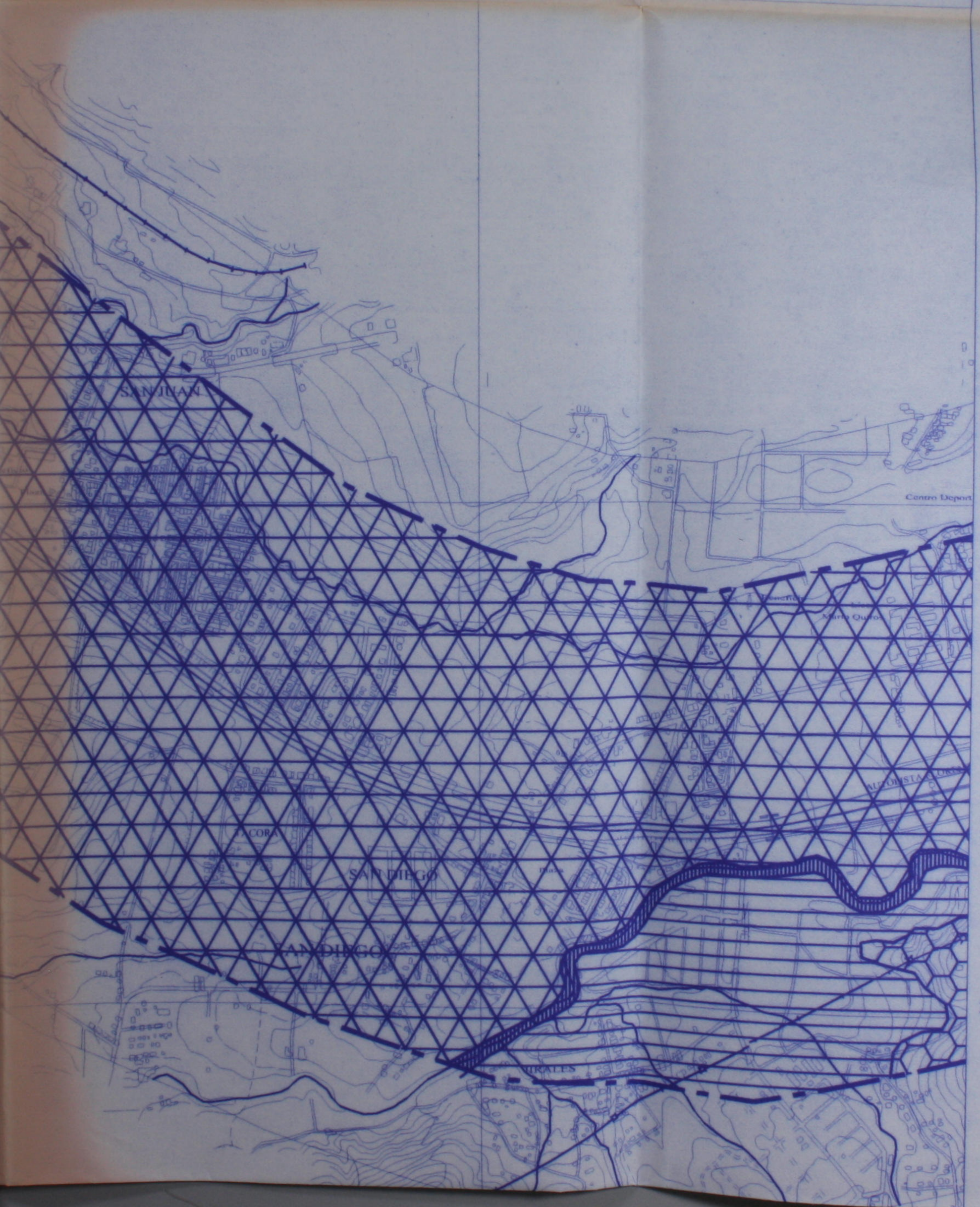


2
12

2
11


11
2
10
2
09
HISPANO
EQUITATIVA
ARRAZA
LINCOLN
Centro Deportivo
PACIFICA


ZONA INDUSTRIAL
ZONA INDUSTRIAL
OS RIOS
SANTA CECILIA
TERRASES
AHOGADOS
COLINA
Intersección Hacienda Vieja
LOMAS DE SAN PANCRACIO
LOMAS DE LA CARGO SUR
SANCHEZ


SAN DIEGO
SAN DIEGO
SAN DIEGO
Centro Depart
Mario Quinto
2 11
2 10
2 09

Estudio de Impacto Ambiental Corredor V

Geología

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Curvas de Nivel @ 5.m
- Infraestructura
- Rios y Quebradas
- Calles
- Límite del área de influencia
- Ferrocarril y Tendido electrico
- Carretera
- Depósitos Aluviales
- Depósitos Laháricos de Taras
- Depósitos Coluvio-Aluviales con Influencia Lahárica
- Depósitos Coluvio Aluviales sin Diferenciar
- Depósitos Lacustres
- Depósitos Volcánico Caóticos
- Depósitos Laháricos
- Basaltos

íal San Jose - Zapote - Cartago

Elaborado por:

URS

Contratado por:

Consejo Nacional de Concesiones

Solicitado por:

setena

Profesional Responsable

Nombre Geól. Guido Sibaja Rodas

Firma_____N° de Reg 208-97

7A

0 125 250

PAR

OCHOMOGO,REVEN

SANTIAGO

Plaza

2 08

ESCALA GRÁFICA

500 750 1250 m

2 07

TE DE LAS HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN
TADO,CARPINTERA, TRES RIOS, MARIA AGUILAR, CURRIDABAT
ESC: 1: 10 000

5 36

5 37

5 38

SAN JUAN

Cementerio

Centro Deportivo

TRES PICOS

CARPINTERA

CORA

SAN DIEGO

SAN DIEGO

2 10

2 09

5 39

5 40

5 41

5 42

5 43

SAN RAFAEL

PIEDRAS NEGRAS

PIEDRAS NEGRAS DE COSTA RICA

Centro Experimental

Estacion Experimental

Plaza

PIEDRAS NEGRAS

PIEDRAS NEGRAS DE COSTA RICA

PIEDRAS NEGRAS

PIEDRAS NEGRAS

SAUCEDO

SAUCEDO

ZONA INDUSTRIAL

ALTO OCHOMOGO

5 44

2 10

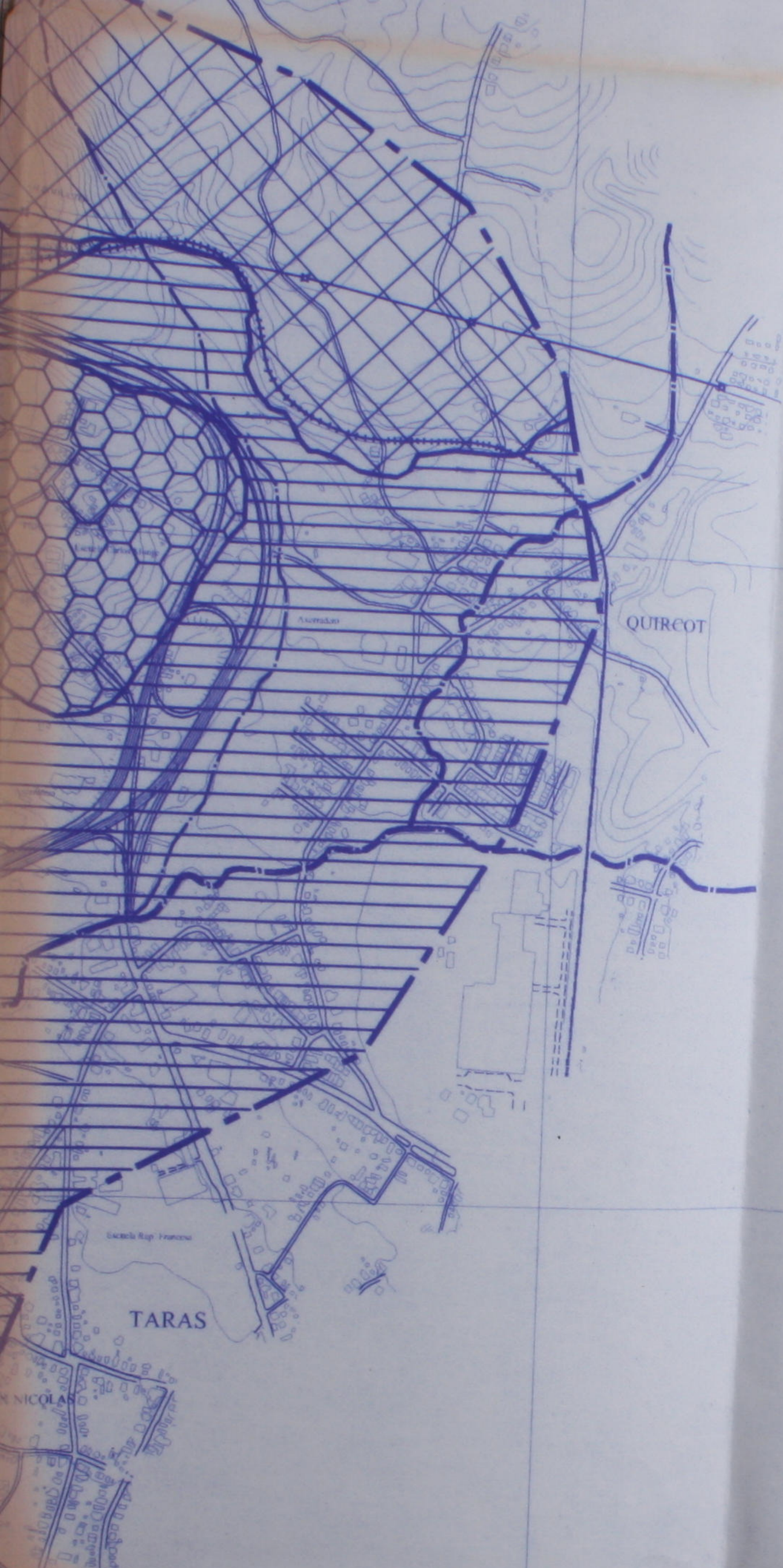
2 09

SANTIAGO DEL MONTE

Plaza

2 08

2 07



2 08

2 07

0 125 250 500 750 1250 m

PARTE DE LAS HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN
OCHOMOGO,REVENTADO,CARRETERA, TRES RIOS, MARIA AGUILAR, CURRIDABAT
ESC 1: 10.000

Estudio de Impacto Ambiental Corredor Vi

Geología

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Curvas de Nivel @ 5.m
- Infraestructura
- Rios y Quebradas
- Calles
- Límite del área de influencia
- Ferrocarril y Tendido eléctrico
- Carretera

- Depósitos Aluviales
- Depósitos Lahárioos de Taras
- Depósitos Coluvio-Aluviales con Influencia Lahárica
- Depósitos Coluvio Aluviales sin Diferenciar
- Depósitos Lacustres
- Depósitos Volcánico Caóticos
- Depósitos Lahárioos
- Basaltos

Vial San Jose - Zapote - Cartago

Elaborado por:

URS

Contratado por:

Consejo Nacional de Concesiones

Solicitado por:

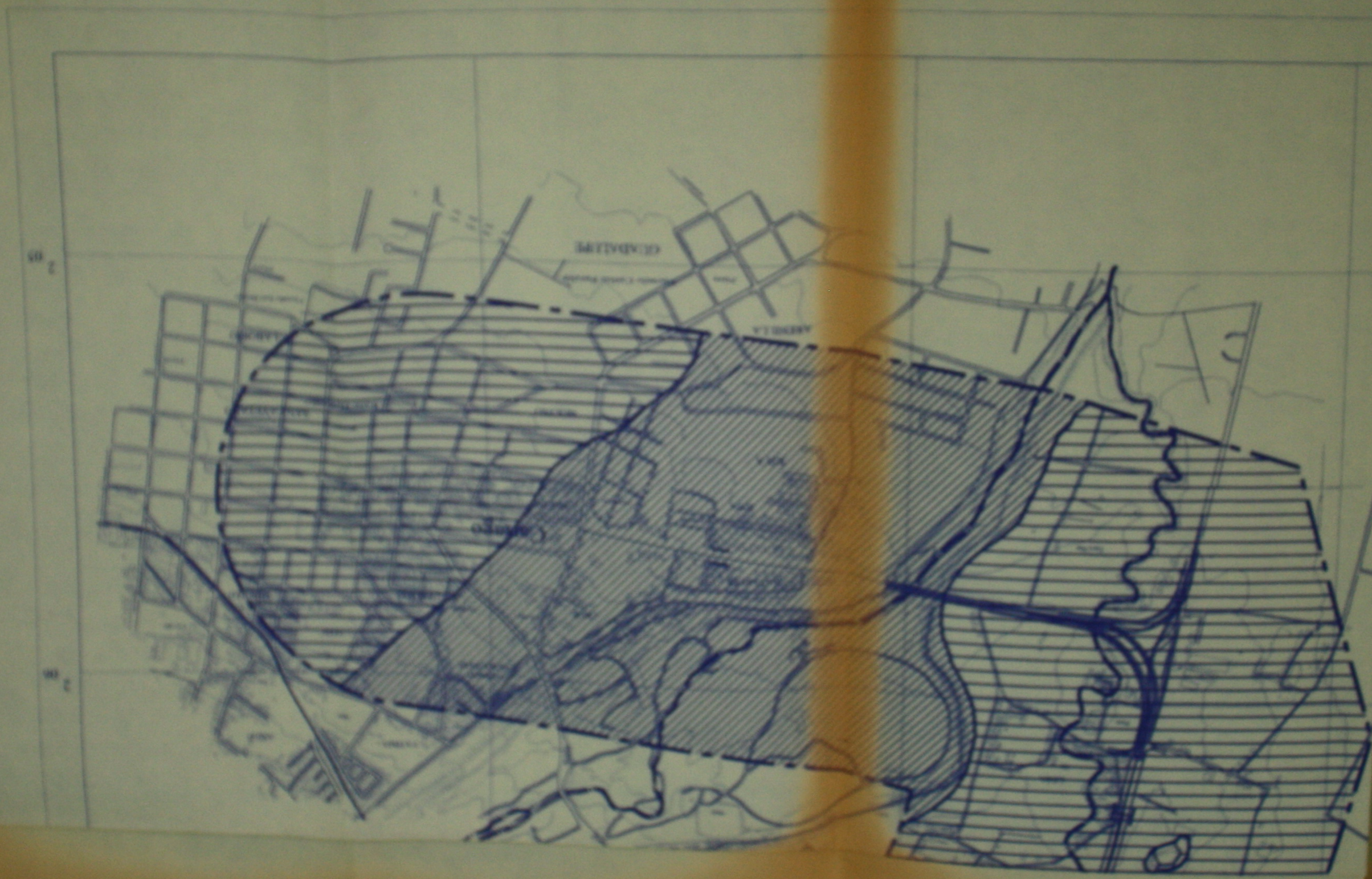
setena

Profesional Responsable

Nombre Geól. Guido Sibaja Rodas

Firma_____N° de Reg 208-97

7B



Esta unidad se presenta como la de mayor desarrollo urbano, donde una de las consecuencias de ese desarrollo es la modificación de la forma del terreno. La construcción de infraestructura vial y edificaciones en general, muchas veces a manera de medianos y grandes desarrollos residenciales, implica en algunos casos importantes nivelaciones del terreno (cortes y rellenos).

Debido a la topografía plana dominante, se trata de terrenos bastante estables sin mayores riesgos de movimientos en masa y a la vez sin mayores amenazas de inundaciones.

ii. Terreno Montañoso Bajo

Entre la ciudad de Tres Ríos y la entrada al poblado de Taras, el terreno se caracteriza por ser un relieve de tipo montañoso bajo. No obstante, en la parte más alta del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago está trazado sobre terrenos relativamente planos. Ese relieve corresponde a una pequeña depresión que representa la zona de transición entre dos sectores montañosos de diferente génesis.

Al lado norte de la autopista, los terrenos son de origen volcánico asociados al volcán Irazú, mientras que al sur el relieve forma parte de los cerros de La Carpintera, una unidad de origen tectónico y erosivo, asociado a la Cordillera de Talamanca.

Como se indicó, el sector norte son terrenos asociados al volcán Irazú, específicamente a las estribaciones suroeste de dicho macizo volcánico, formados en gran parte por depósitos lahári cos. En la parte sur, los cerros de La carpintera se caracterizan por ser terrenos más antiguos de origen sedimentario.

En ambos casos, son terrenos de pendientes medias y fuertes, lo que unido a suelos con un importante contenido de arcillas y las condiciones climáticas imperantes, favorecen la inestabilidad de las formaciones superficiales. En muchos sitios de esas laderas se observan pequeños deslizamientos, derrumbes y otras manifestaciones erosivas menores. Los cortes del terreno de la actual autopista evidencian la problemática, por lo que en la parte oeste fue necesario la construcción de gaviones para la estabilización del talud.

Es importante destacar que en la parte alta de ese sector de Ochomogo, en la franja de terreno plano antes señalada, existen áreas muy planas semicerradas, geomorfológicamente denominadas como áreas de depositación fluvio lacustre. Superficialmente esta subunidad está formada por una mezcla de materiales de diferente origen, como se señaló anteriormente, provenientes de las laderas aledañas.

iii. Abanico Aluvial del Río Reventado

El último tramo del corredor vial comprendido entre Taras y el final de la autopista en la ciudad de Cartago, se caracteriza por ser parte de una formación de origen aluvial, específicamente el abanico aluvial del Río Reventado.

Por lo tanto, se trata de terrenos de origen aluvial, específicamente formada por los materiales aportados de manera sucesiva por el río Reventado desde épocas remotas. Al respecto, las últimas avenidas importantes de ese río datan del siglo recién finalizado, específicamente en los años 1949, 1963 y 1964.

En su superficie abundan los fragmentos subangulares de lava andesítica, producto de las corrientes de lodo y lahares. Todo esto dentro de una matriz muy piroclástica.

La pendiente de los terrenos del corredor vial es muy suave, generalmente inferior al 5%, con algunas irregularidades menores producto de la erosión fluvial. En esas condiciones, son terrenos sin amenazas por

movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes), pero con un alto riesgo de eventos hidrometeorológicos como en el pasado, principalmente flujos de lodo.

6.2.2 Mapa Geomorfológico

La lámina 8 presenta el mapa geomorfológico incluyendo el AP, el AID y el AII.

6.3 Caracterización de Suelos

Las condiciones geomorfológicas expuestas en el apartado anterior, permiten hacer referencia a diferentes tipos de suelos a lo largo del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, los cuales se describen a continuación. La lámina 9 muestra los tipos de suelos.

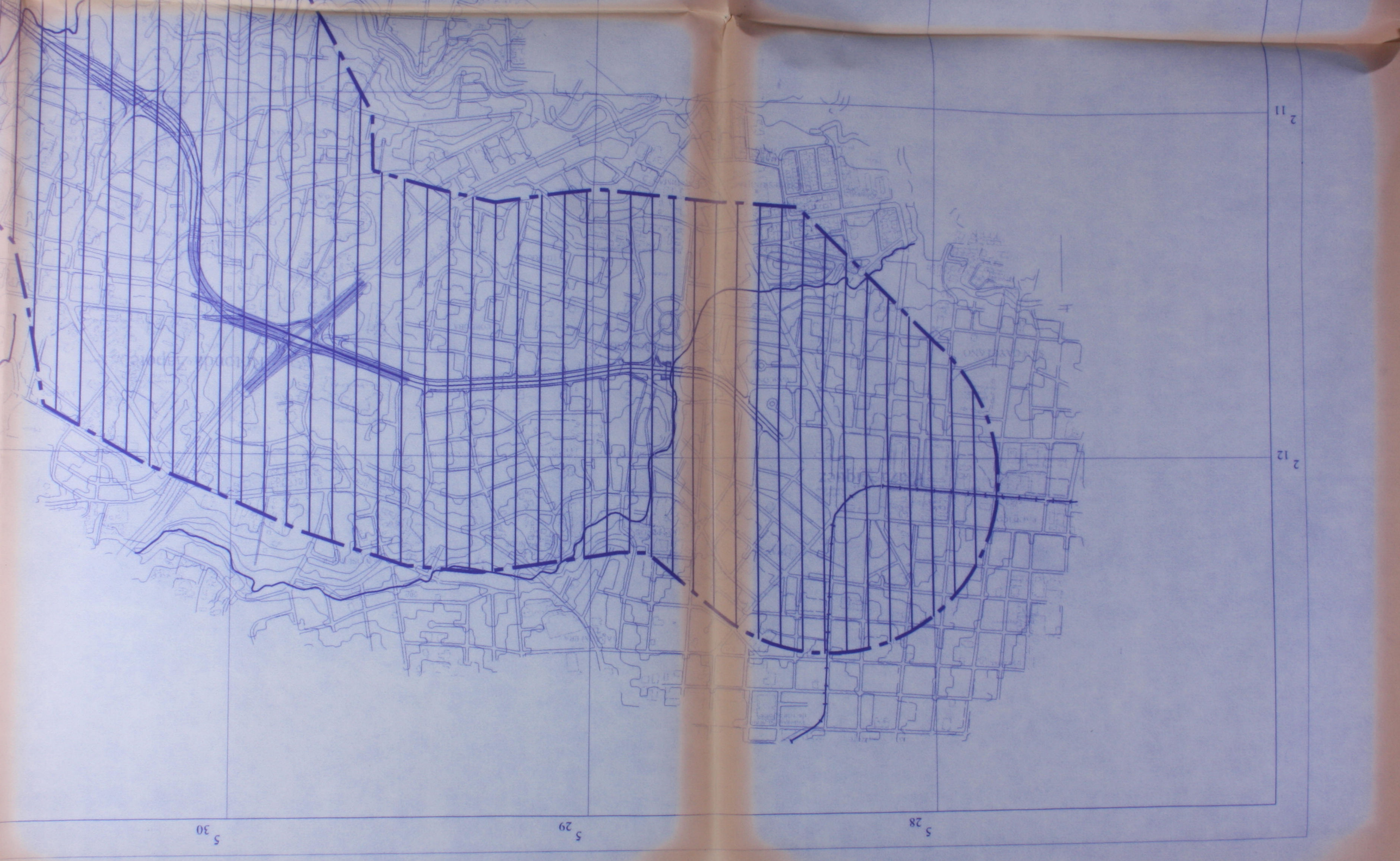
i. Typic Dystrandept de Partes Bajas

El tramo San José – Tres Ríos presenta suelos del orden de los Inceptisoles, los cuales pueden definirse como Typic Dystrandept. Por lo tanto, se trata de suelos de moderado desarrollo y derivados de materiales volcánicos.

Son suelos que se han desarrollado sobre relieve plano a ligeramente ondulado, presentan generalmente bastante profundidad, observándose en algunos cortes de caminos profundidades mayores a 2 m. Predominan las texturas de moderadamente gruesas a moderadamente finas y finas, debido a un importante contenido de limos y cenizas. En cuanto al color, son suelos generalmente negros a pardo grisáceo oscuros y pardo oscuro en el subsuelo. Por otra parte, son suelos con drenaje generalmente bueno, siendo además permeables y de relativa buena fertilidad.

Estos suelos permanecen secos alrededor de 90 días consecutivos al año, generalmente no presentan mayores problemas de pedregosidad y son de fácil laboreo. Por ser suelos planos no presentan problemas de erosión en masa, aunque sí presentan riesgo de erosión laminar en los sectores de pendiente ligeramente más fuerte.

Hasta hace pocas décadas, esos suelos fueron de gran importancia agrícola, donde las condiciones climáticas y topográficas complementarias, favorecieron el desarrollo de la actividad cafetalera, principalmente. Hoy día, los cafetales y otras actividades agropecuarias menores han cedido ante la expansión urbana (residencial, comercio, industria), por lo que grandes extensiones de suelo se encuentran recubiertos por cemento y asfalto, y en el mejor de los casos, por áreas verdes asociadas a ese desarrollo urbano.


2 11
2 12
5 28
5 29
5 30

5 31

5 32

5 33

5 34

5 35

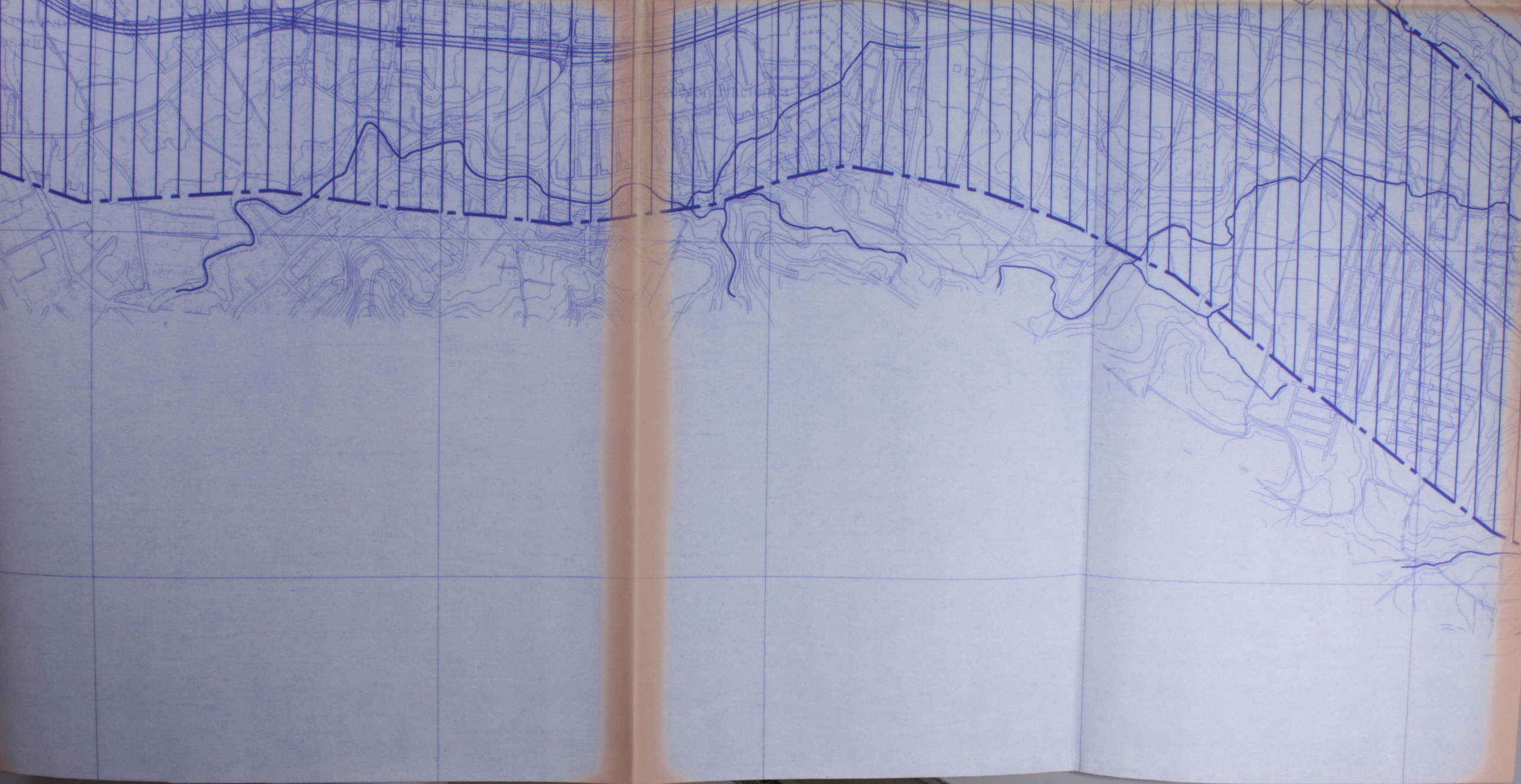
5 36

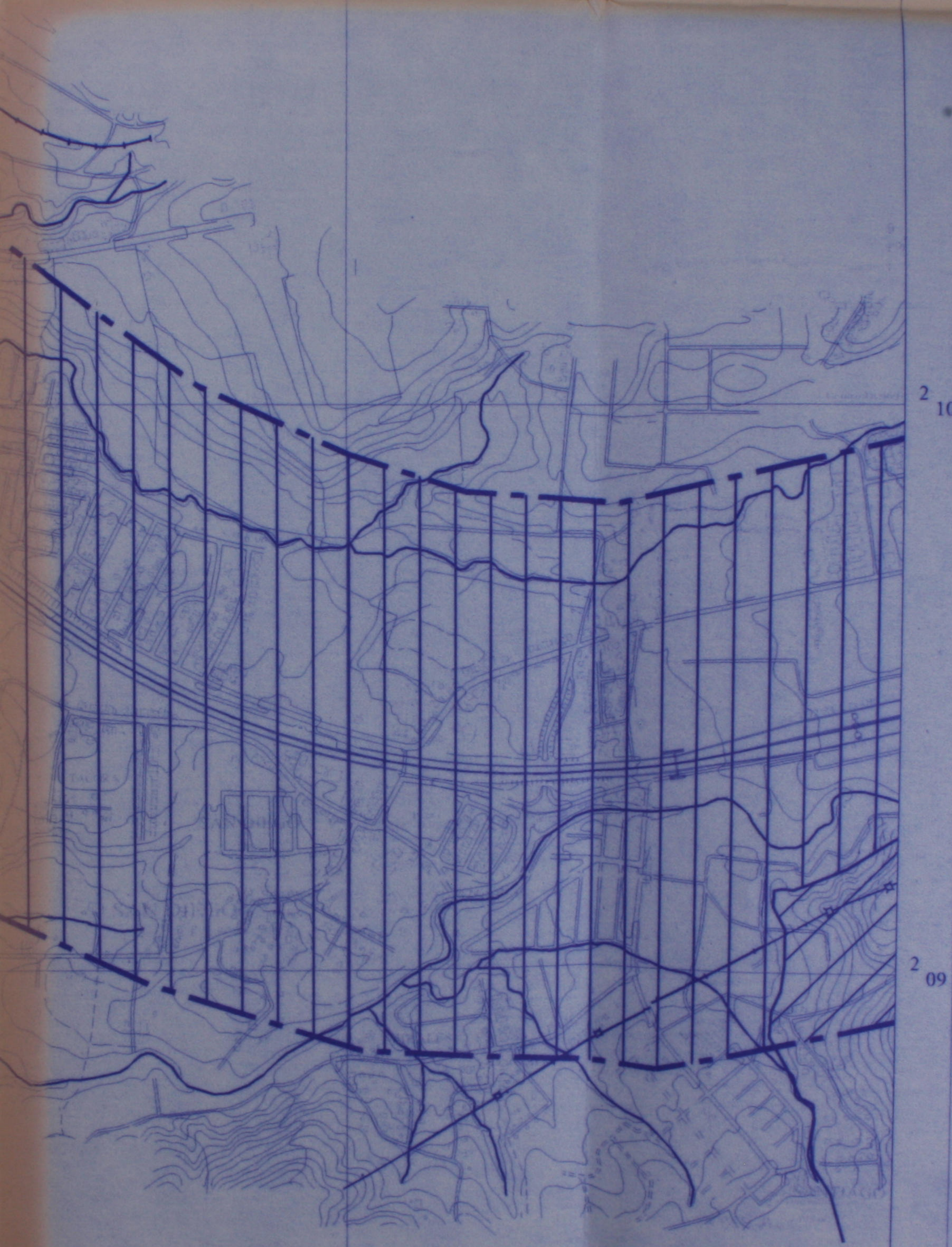
2 12

2 11

2 10

2 09




2 10
2 09

2 08

Estudio de Impacto Ambiental Corredor

Geomorfología

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Curvas de Nivel @ 5.m
- Infraestructura
- Rios y Quebradas
- Calles
- Límite del área de influencia
- Ferrocarril y Tendido electrico
- Carretera

- Relleno Volcanico: Terreno plano ondulado con depresiones fluviales y lomas de poca altura
- Terreno montañoso: de origen volcanico asociado al Volcán Irazú y tectónico erosivo asociado a la Cordillera de Talamanca, con pendientes medias y fuertes, con problemas de erosión laminar y en masa
- Abanico aluvial del río Reventado: Terreno de origen aluvial tormentado por materiales arrastrados por por el rio Reventado, pendientessuaves, con riesgo de corrientes de lodo

Vial San Jose - Zapote - Cartago

Elaborado por:

URS

Contratado por:

Consejo Nacional de Concesiones

Solicitado por:

setena

Profesional Responsable

Nombre Geól. Guido Sibaja Rodas

Firma_____N° de Reg 208-97

8A

2 08

ESCALA GRÁFICA

0 125 250 500 750 1250 m

2 07

PARTE DE LAS HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN
OCHOMOGO,REVENTADO,CARPINTERA, TRES RIOS, MARIA AGUILAR, CURRIDABAT
ESC: 1: 10 000

5 36

5 37

5 38

2 10

2 09

5 39

5 40

5 41

5 42

SAN RAFAEL

5 43

5 44

2 10

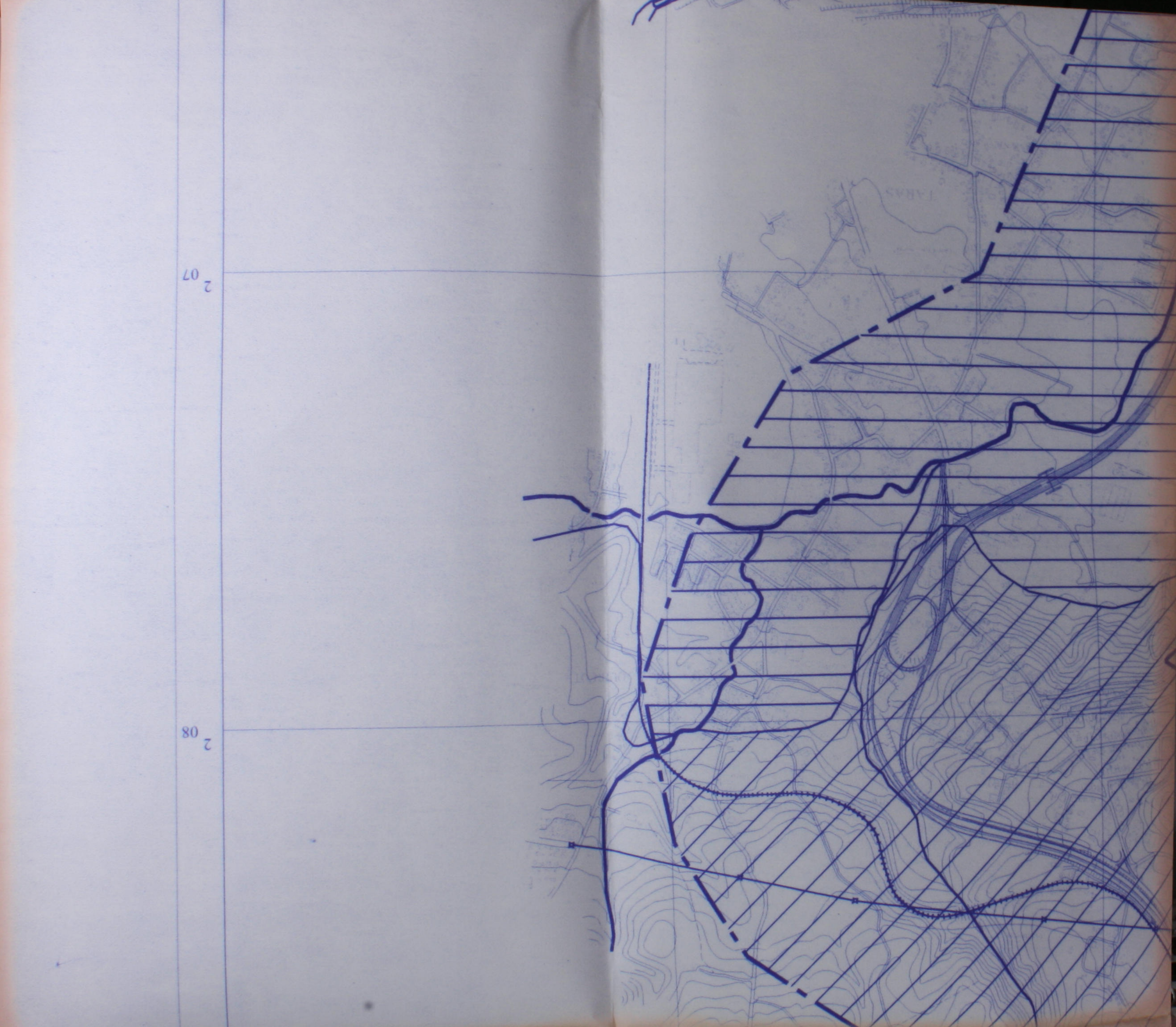
2 09

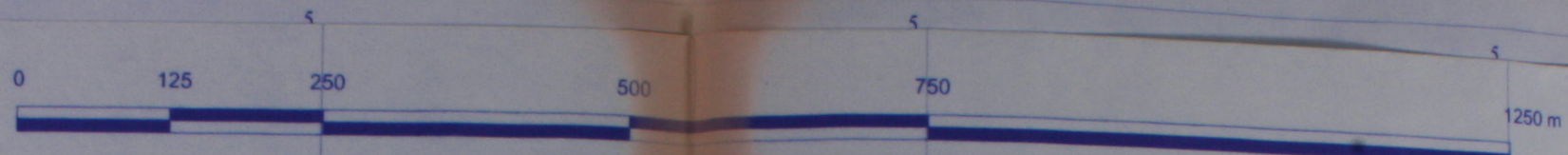
2 08

2 07

ESCALA GRÁFICA




2 07
2 08



PARTE DE LAS HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN
OCHOMOGO,REVENTADO,CARPINTERA, TRES RIOS, MARIA AGUILAR, CURRIDABAT
ESC: 1: 10 000

Estudio de Impacto Ambiental Corredor V

Geomorfología

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Curvas de Nivel @ 5.m
- Infraestructura
- Rios y Quebradas
- Calles
- Límite del área de influencia
- Ferrocarril y Tendido electrico
- Carretera

- Relleno Volcanico: Terreno plano ondulado con depresiones fluviales y lomas de poca altura
- Terreno montañoso: de origen volcanico asociado al Volcán Irazú y tectónico erosivo asociado a la Cordillera de Talamanca, con pendientes medias y fuertes, con problemas de erosión laminar y en masa
- Abanico aluvial del río Reventado: Terreno de origen aluvial tormentado por materiales arrastrados por por el rio Reventado, pendientessuaves, con riesgo de corrientes de lodo

Víal San Jose - Zapote - Cartago

Elaborado por:

URS

Contratado por:

Consejo Nacional de Concesiones

Solicitado por:

setena

Profesional Responsable

Nombre Geól. Guido Sibaja Rodas

Firma_____N° de Reg 208-97

8B




2 05
2 06
5
5

Por su parte, en el sector montañoso de Ochomogo (Tres Ríos – Taras), se distinguen tres diferentes tipos de suelos, como se presenta de inmediato.

ii. Typic Dystrandept de Partes Montañosas

El sector montañoso al norte del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago se caracteriza por presentar suelos del orden de los Inceptisoles, y al igual que en el caso anterior, Typic Dystrandept. En consecuencia, son suelos de moderado desarrollo y derivados de materiales volcánicos, en este caso del volcán Irazú. A diferencia de los suelos del caso anterior, estos son suelos desarrollados sobre un relieve montañoso.

Son suelos bastante profundos como lo evidencian los cortes de caminos, con texturas moderadamente finas con un importante contenido de arcillas y con presencia de bloques de diferentes tamaños en algunos sectores. El color de estos suelos es variable, desde negro y pardo oscuro hasta colores amarillentos y rojizos.

Son suelos con drenaje de bueno a algo excesivo, muy permeables, con fertilidad de moderada a buena, susceptibles a la erosión laminar y en masa. Actualmente son suelos de uso básicamente agropecuario.

iii. Typic Dystropept

Este tipo de suelo Inceptisol caracteriza los terrenos montañosos al sur del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Se trata de suelos de poco desarrollo pero bastante profundos, de texturas generalmente arcillo–limosas con presencia de bloques generalmente finos y medios. Predominan los colores claros (rojizos y amarillentos), aunque no dejan de ser importantes los suelos de color oscuro y pardo.

Son suelos con drenaje de muy bueno a excesivo, actualmente de uso principalmente ganadero. Debido a la pendiente del terreno, son suelos con problemas de erosión en muchos sectores, siendo frecuente observar pequeños deslizamientos y derrumbes, así como erosión laminar y concentrada.

iv. Typic Tropaquept

La parte plana a orillas de la Autopista Florencio del Castillo en el sector de Ochomogo, presenta suelos siempre Inceptisoles, específicamente Typic Tropaquept. Son suelos siempre de poco a moderado desarrollo, aunque bastante profundos. Tiene texturas generalmente medias y finas, con bloques de diferente tamaño, y colores por lo general oscuro y pardo.

Por la topografía en que se ubican, son suelos con problemas de drenaje en muchos sectores, aunque sin inundación fluvial, ya que no existen corrientes de agua importantes. Esa misma característica hace que sean suelos sin problemas de erosión. Finalmente se puede señalar que son suelos de uso restringido, sobre todo desde el punto de vista productivo, actualmente con cobertura principalmente de pastos.

v. Fluventic Dystropept

Finalmente, en el sector Taras – Cartago los suelos son igualmente Inceptisoles, pero en este caso Fluventic Dystropept.

Como tal, son suelos de moderado desarrollo, formados a partir de depósitos aluviales, en este caso del río Reventado. Presentan un relieve plano con pendientes muy suaves, tienen de poca a moderada profundidad, y las texturas son generalmente de medias a pesadas, con presencia de bloques de diferentes tamaños. Suele encontrarse de manera intercalada capas de material fino y material grueso. Son de color pardo y oscuro en la

superficie y con la profundidad tienden a cambiar a colores más claros (pardo amarillento oscuro a pardo amarillento con moteos pardo grisáceo a grisáceo y pardo fuerte en el subsuelo).

La permeabilidad es moderada y la fertilidad es de baja a moderada. Son suelos de drenaje moderadamente bueno, ya que en algunos sectores se presentan problemas al respecto. Al encontrase en un abanico aluvial, son suelos con riesgo de inundación, sobre todo corrientes de lodo, dadas las características hidrodinámicas de la zona.

6.4 Clima

El Corredor Vial San José–Zapote–Cartago se ubica tanto en el Valle Central Occidental como en el Valle Central Oriental. Por lo tanto, presenta características climáticas del régimen Pacífico y del régimen Atlántico, respectivamente.

La caracterización del clima corresponde a una extrapolación de los datos de la estación San José, la que permite extrapolar, además de la precipitación, otros datos como temperatura, vientos, brillo solar y humedad relativa, así como datos de precipitación de la estación Cartago.

i. Precipitación

A lo largo del corredor vial la precipitación presenta una importante variación. El sector comprendido entre San José y Tres Ríos presenta una precipitación promedio aproximada de 1900 mm anuales, por lo que el clima califica como húmedo. Entre Tres Ríos y Taras, equivalente al sector montañoso, el clima es igualmente húmedo, pero con un promedio de precipitación ligeramente mayor, alrededor de los 2200 mm al año. En el último tramo del corredor, o sea lo que es propiamente la ciudad de Cartago, la precipitación disminuye considerablemente, aproximadamente 1400 mm, siendo un clima subhúmedo seco.

En todos los casos, la precipitación es aportada básicamente por los vientos Oestes Ecuatoriales, o sea vientos provenientes del Océano Pacífico. El total de precipitación se distribuye de manera desigual durante el año, ya que una de las características climáticas del Valle Central es la existencia de dos épocas bastante bien definidas, sobre todo en la parte oeste.

5 28

5 29

5 30

2 12

2 11

Plaza Víquez

Rotonda Zapote

SOLEDAD

Tribunal Supremo de Elecciones

DOROTEA

TABACALERA

MULTIPLAZA

LUJAN

DOS PINOS

MANGOS

YOSES SUR

PACIFICO

Centro Deportivo

Colegio El Rosario

MONTEALEGRE

Centro Recreativo

Plaza

JARDIN

ZAPOTE

SAN CAYETANO

VASCONIA

CALDERON MUÑOZ

GUELL

LA CRUZ

Centro Educativo Jose Chiles

QUESADA DURAN

UNACIONES UNIDAS

SAN DIMAS

LUISAS

MORENO CAÑAS

GLORIA

5 31

5 32

5 33

5 34



5 35

5 36



2 12

2 11


SAN FRANCISCO DE DOS
EQUITATIVA
ARRAZA
LINCOLN
Centro Deportivo
PACIFICA

2 10

2 09

ZONA INDUSTRIAL

OS RIOS

Intersección Hacienda Vieja

HACIENDA VIEJA

Aserradero SANTA CECILIA

TERRASES

LOMAS DE SAN PANCRACIO

AHOGADOS

COLINA

SANCHEZ

LOMAS DE LAYARCO SUR

RAUCARIAS

SAN JUAN

Beneficio

Plaza

Centro Deporti

2 10

Beneficio

Mario Quiros

TACORA

SAN DIEGO

Plaza

AUTOPISTA FLORENC

SAN DIEGO

2 09

JRALES

SANTIAGO

Plaza

2 08

Estudio de Impacto Ambiental Corredor Vía

Suelos

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Curvas de Nivel @ 5.m
- Infraestructura
- Rios y Quebradas
- Calles
- Límite del área de influencia
- Ferrocarril y Tendido electrico
- Carretera

- Typic Dystrandept: Inceptisoles de poco desarrollo, profundos, plano ondulados, derivados de materiales volcánicos, oscuros, texturas finas a moderadamente gruesas, drenaje bueno.
- Typic Dystrandept: Inceptisoles de moderado desarrollo, profundos,en terreno quebrado, claros y oscuros, derivados de materiales volcánicos, arcillosos, bloques, con problemas de erosión.
- Typic Dystropept: Inceptisoles de moderado desarrollo, profundos, texturas arcillosas limosas, bloques, claros y oscuros, drenajes bueno a excesivo, prblemas de erosión.

al San Jose - Zapote - Cartago

Elaborado por:

URS

Contratado por:

Consejo Nacional de Concesiones

Solicitado por:

setena

Typic tropoquept: Inceptisoles de moderado desarrollo, profundos, texturas finas y medias, bloque, color oscuro, con problemas de drenaje

Fluventic Dystropept: Inceptisoles de moderado dearrollo a partir de depósitos aluviales, pendientes suaves, texturas medias y pesadas, bloques, colores oscuros, drenaje moderado a lento con riesgo de inundación y flujos de lodo.

Profesional Responsable
Nombre Geól. Guido Sibaja Rodas
Firma_____N° de Reg 208-97

9A

0 125 250

OCH

2 08

ESCALA GRÁFICA

500 750 1250 m

2 07

PARTE DE LAS HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN
OMOGO,REVENTADO,CARPINTERA, TRES RIOS, MARIA AGUILAR, CURRIDABAT
ESC: 1: 10 000

5 36

5 37

5 38

SAN JUAN

TACORA

SAN DIEGO

SAN DIEGO

TRES RIOS

CARPINTERA

Centro Deportivo

AUTOVIA EL CASTILLO

2 10

2 09

5 39

5 40

5 41

5 42

AN RAFAEL

LERROCARRIL COSTA RICA

Centro Experimental El Alto

PERRO

SAUCEDO

SAUCEDO

Estacion Experimental

Plaza

ZONA INDUSTRIAL

ALTO OCHOMOGO

5 43

5 44

2 10

2 09



2 08

2 07


ZONA INDUSTRIAL
ZONA PROTECTORA
LA CARPINTERA
ALTO TARAS

OCHOMOGO

QUIRCOT

CARACOL

TARAS

SAN NICOLAS

ROSAS

2 08

2 07

ESCALA GRÁFICA

0 125 250 500 750 1250 m

PARTE DE LAS HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN
OCHOMOGO,REVENTADO,CARPINTERA, TRES RIOS, MARIA AGUILAR, CURRIDABAT
ESC: 1: 10 000

2 06

Estudio de Impacto Ambiental Corredor Vía

Suelos

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Curvas de Nivel @ 5.m
- Infraestructura
- Rios y Quebradas
- Calles
- Límite del área de influencia
- Ferrocarril y Tendido electrico
- Carretera

2 05

- Typic Dystrandept: Inceptisoles de poco desarrollo, profundos, plano ondulados, derivados de materiales volcánicos, oscuros, texturas finas a moderadamente gruesas, drenaje bueno.
- Typic Dystrandept: Inceptisoles de moderado desarrollo, profundos,en terreno quebrado, claros y oscuros, derivados de materiales volcánicos, arcillosos, bloques, con problemas de erosión.
- Typic Dystropept: Inceptisoles de moderado desarrollo, profundos, texturas arcillosas limosas, bloques, claros y oscuros, drenajes bueno a excesivo, prblemas de erosión.

al San Jose - Zapote - Cartago

Elaborado por:

URS

Contratado por:

Consejo Nacional de Concesiones

Solicitado por:

setena



- [x] Typic tropoquept: Inceptisoles de moderado desarrollo, profundos, texturas finas y medias, bloque, color oscuro, con problemas de drenaje

- [ ] Fluventic Dystropept: Inceptisoles de moderado dearrollo a partir de depósitos aluviales, pendientes suaves, texturas medias y pesadas, bloques, colores oscuros, drenaje moderado a lento con riesgo de inundación y flujos de lodo.

Profesional Responsable

Nombre Geól. Guido Sibaja Rodas

Firma_____N° de Reg 208-97

9B


FATIMA
ASILO
CINCO ESQUINAS
CRUZ
PALMAS
NAZARETH
Cartago
JOYA
MOLINO
SAN CAYETANO
LABORIO
ARENILLA
Escuela Carlos Peralta
GUADALUPE
Plaza
Parque

La época lluviosa, en todos los casos, se inicia en mayo y la cantidad de lluvia aumenta ligeramente en el mes de junio. Generalmente en el mes de julio se da un descenso importante de las lluvias debido al "Veranillo de San Juan", cuando suelen presentarse hasta varios días consecutivos sin lluvia. En agosto la lluvia se incrementa nuevamente y llega a ser máxima en setiembre y octubre., cuando los promedios de lluvia superan los 300 mm en la parte oeste (San José–Ochomogo) y los 200 mm en el sector este (Ochomogo–Cartago). Un cambio significativo se presenta en el mes de noviembre cuando la precipitación disminuye considerablemente, marcando el fin de la época de lluvias (mes de transición).

Además, en cuanto a lo que es propiamente el comportamiento de la lluvia, podemos señalar que durante este período suelen presentarse muchas horas de lluvia consecutivas y hasta varios días, fenómeno conocido como mal tiempo o "temporales", sobre todo en los meses de setiembre y de octubre. Asimismo, son comunes las lluvias a partir de la media tarde y primeras horas de la noche, siendo frecuentes las lluvias de gran intensidad, o sea mucha lluvia en poco tiempo.

Por su parte, la época seca abarca de diciembre a abril, período en que se presenta la incursión de los vientos Alisios del norte, los cuales desplazan los vientos Oestes Ecuatoriales e impiden la convección en la zona. Sin embargo, durante esos meses se presentan lluvias de cierta intensidad, sobre todo en el sector montañoso de Ochomogo y en Cartago, donde en los meses de diciembre y enero se presentan lluvias frecuentes, aunque de baja intensidad, influencia directa de los vientos Alisios provenientes del Caribe.

ii. Temperatura

En cuanto al elemento temperatura se tiene que las diferencias de altitud a lo largo del trayecto, permiten hacer referencia a variaciones en el régimen térmico. Entre San José y Tres Ríos, el régimen térmico califica como caliente, donde la temperatura media se estima airededor de los 21°C. El sector montañoso de Ochomogo es la parte más fría del corredor vial con un clima templado, donde la temperatura media se estima alrededor de los 18°C. Ya en el sector de Taras y Cartago, la temperatura media asciende nuevamente alrededor de los 20°C, para un régimen térmico caliente.

Un análisis más detallado de los registros de temperatura para la zona permiten hacer una estimación de este elemento para el corredor vial. Al respecto se considera que las temperaturas máximas presentan un promedio aproximado de 25°C, esto en el sector San José–Tres Ríos. Los meses más calientes coinciden con la época seca, alcanzando valores máximos en marzo y abril cuando la temperatura promedio es de casi 27°C.

En cuanto a las temperaturas mínimas se tiene que el promedio mensual es de aproximadamente 14°C, esto en el área de Ochomogo, siendo importante señalar que los promedios mensuales no presentan diferencias significativas. No obstante, la temperatura disminuye un poco más en los meses de diciembre y enero, consecuencia de una mayor presencia de los vientos Alisios. Es importante agregar que los anteriores son valores obtenidos en campo abierto, por lo que bajo techo o sombra la temperaturas, sobre todo las máximas, suelen disminuir entre 2 y 3°C (factor microclimático).

La escasa o ninguna nubosidad durante la época seca explica el comportamiento de la temperatura. Durante el día la ausencia de nubes permite una mayor insolación elevando la temperatura sobre todo en horas del mediodía, mientras que por la noche facilita el enfriamiento de la tierra provocando temperaturas bajas, principalmente en horas de la madrugada.

iii. Vientos

En el Valle Central y por lo tanto a nivel del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, un sistema de vientos importantes son los Alisios del noreste. Son vientos que traspasan el sistema montañoso al norte,

específicamente por el sector del paso de La Palma y el sector del volcán Irazú y se desplazan hasta alcanzar Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, donde se manifiestan dominantes y con mayor velocidad durante los meses de la época seca (diciembre–abril), alcanzando velocidades de hasta 30 km/hr. Además, son vientos con dirección predominante del Este y relativamente frescos que provocan una disminución significativa de la temperatura.

Otro sistema de vientos con influencia en el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, son los Oestes Ecuatoriales que ingresan por el Pacífico. A lo largo del corredor vial estos vientos tienen dirección predominante del suroeste, son relativamente calientes, húmedos y menos fuertes que los Alisios, dominantes en el período mayo–noviembre, siendo los mayores responsables de la época lluviosa.

Finalmente, los vientos Sinópticos del Oeste que se presentan ocasionalmente en el área durante la estación lluviosa, provocando generalmente mal tiempo o "temporales".

iv. Brillo Solar

Aunque en general el Valle Central se caracteriza por presentar valores altos en cuanto a horas de sol al día, el estudio detallado de este elemento para el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago permite observar ligeras diferencias al respecto.

De acuerdo con los registros de la estación San José, se considera que el promedio anual en el tramo San José – Tres Ríos es de aproximadamente 5.5 horas de brillo solar al día. Por su parte la distribución mensual de este parámetro establece que los meses con mayor brillo solar coinciden con la época seca, cuando la condición nubosa disminuye considerablemente. Los meses con más brillo solar son febrero y marzo con valores superiores a las 7 horas al día.

Durante la época lluviosa la existencia de una mayor cantidad de nubosidad, principalmente durante las tardes, reduce el brillo solar a promedios alrededor de las 4 horas al día, valores que pueden considerarse siempre buenos a nivel nacional. Para el sector Ochomogo – Cartago, los promedios correspondientes son un poco inferiores a los anteriores, considerando que la nubosidad es bastante más frecuente.

v. Humedad Atmosférica

La humedad atmosférica, y específicamente la humedad relativa (HR), es otro de los elementos climáticos importante de definir para el sector del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Al respecto, se tiene que la humedad relativa promedio mensual es alrededor del 80% en el sector oeste y cercano al 85% en el sector montañoso de Ochomogo y la ciudad de Cartago. Sin embargo, por tener una estrecha relación con la precipitación, la humedad relativa varía según la época, alcanzando hasta más de 90% durante la época lluviosa, y sin descender del 70% en la época seca. Los meses con mayor HR son setiembre y octubre y los meses de menor HR son febrero y marzo.

6.5 Hidrología

Se analizan los componentes de la hidrología superficial (aguas superficiales) y la hidrología subterránea (aguas subterráneas), considerando en el primer caso caudales y la calidad del agua y en el segundo caso la caracterización de acuíferos.

6.5.1 Aguas Superficiales

El área donde se encuentra el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, forma parte de 2 sistemas fluviales, a saber el Sistema Fluvial del Río Virilla y el Sistema Fluvial del Río Reventazón. La lámina 10 muestra la red hidrográfica en el área de influencia.

i. Red Hídrica

Desde el punto de vista hidrográfico, el Corredor Vial San José–Zapote–Cartago es de gran importancia porque involucra aguas pertenecientes a las dos grandes vertientes del país, ya que en el sector de Ochomogo se ubica la divisoria de aguas del Pacífico y aguas del Atlántico.

Al respecto se tiene que el corredor vial forma parte de dos sistemas fluviales muy importantes del país como son el sistema fluvial del río Grande de Tárcoles, el cual drena el Valle Central Occidental (vertiente del Pacífico) y el sistema fluvial del río Reventazón que drena el Valle Central Oriental (vertiente del Atlántico).

En el primer caso, las aguas involucradas pertenecen a la gran cuenca del Río Virilla y de manera específica a las subcuencas de los ríos Tiribí y María Aguilar. En el caso del sector de Cartago, las aguas pertenecen a la cuenca del Río Aguacaliente, específicamente al Río Reventado, el cual atraviesa la autopista ya muy cerca de su final.

El estudio detallado de la red hidrográfica muestra que la misma no es muy densa en el área de influencia indirecta del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago. Además, se observa que la mayoría de los componentes de esa red son flujos permanentes, siendo muy escasos los que califican como estacionales, como sí sucede en otras áreas del país, inclusive del Valle Central. En los mapas correspondientes, la red hídrica permanente se complementa con la presentación de canales naturales de escorrentía, o sea depresiones topográficas donde se concentran y drenan las aguas de lluvia.

La red de canales de escorrentía es siempre fácil de determinar en los terrenos montañosos, no así en las área planas donde a veces no están bien definidos. Sin embargo, en este caso las áreas planas presentan un problema adicional, y es que, por tratarse de áreas de gran desarrollo urbano (San José, Curridabat, Tres Ríos, Cartago), la red hídrica menor ha sido muy modificada, sobre todo la red natural de escorrentía, adaptada a las necesidades del desarrollo urbanístico.

Se han dado acciones como el relleno de depresiones, rectificación de cauces y canales de escorrentía y el entubamiento de las aguas. Esto último es el caso del Río Ocloro en la parte oeste del corredor vial. Por lo tanto, muchas veces las aguas pluviales ya no siguen los canales naturales, sino que se ajustan a los sistemas de recolección y conducción previamente diseñados.

Para completar esta sección es importante señalar que la parte oeste del corredor vial presenta como principales componentes hídricos los ríos María Aguilar y Tiribí, los cuales discurren de noreste a suroeste. El primero atraviesa el área en el sector de San Francisco de Dos Ríos, mientras que el Tiribí lo hace en el sector de la ciudad de Tres Ríos. Otros componentes de menor importancia son los ríos Chagüite, Chiquito, La Cruz y las quebradas Tabaco, Pío, Carpintera y San Vicente.

En la parte este, o sea el sector de Cartago, los principales componentes de la red hidrográfica son los ríos Reventado, Arriaz y Taras. En el sector montañoso de Ochomogo, la red hídrica es menos densa, destacando las quebradas Fierro, Quirazú y los ríos Arriaz y Taras (sector montañoso).

ii. Río Reventado

Dentro de la red de drenaje que involucra este proyecto, conviene destacar el caso del río Reventado en la periferia oeste de la ciudad de Cartago. Este es un río con características especiales dentro de la dinámica fluvial de la zona.

Se trata de un río que nace muy cerca del cráter del volcán Irazú y discurre por el sector oeste de la ciudad de Cartago con poco caudal. No obstante, en 1963 fue el responsable de una avalancha de lodo que provocó varias víctimas humanas y cuantiosos daños materiales, específicamente en el sector de Taras.

Hoy día, el riesgo de un evento similar es muy alto, debido a la existencia de varios deslizamientos en la cuenca alta y media, principalmente el deslizamiento de San Blas, que podrían ocasionar represamientos en el cauce de este río y generar nuevas avalanchas que afectarían nuevamente el sector de Taras y posiblemente la parte oeste de la ciudad de Cartago, esta vez con mayores consecuencias socioeconómicas y en la infraestructura, dado el crecimiento permanente en esa área.

iii. Estacionalidad de las Aguas

Aunque en el apartado de clima se señala que el corredor vial presenta una época seca de varios meses, la red hídrica local señalada en los mapas no refleja esa condición. Aparte de no ser una red hídrica muy densa, como se señaló anteriormente, casi la totalidad de los componentes representados son de tipo permanente.

De tal manera, los ríos y quebradas incluidos en el corredor vial se caracterizan por tener caudal todo el año. Esto tiene explicación si se considera que muchos de esos ríos y quebradas nacen en las partes altas del corredor vial o fuera de ella, sobre todo en las faldas del volcán Irazú, áreas con condiciones climáticas que garantizan la permanencia de los caudales. Este es el caso, por ejemplo, de los ríos Tiribí, María Aguilar y Reventado.

Sin embargo, es importante señalar que pese a su carácter de permanentes, todos esos ríos y quebradas disminuyen considerablemente su caudal, en algunos casos reduciéndose al mínimo, sobre todo en el caso de las quebradas menores.

5 28

5 29

5 30

2 12

2 11

Plaza Viguez

Rotonda Zapote

PACIFICO

LUJAN

SAN GAYETANO

VASCONIA

GUELL

M. CRUZ

NACIONES UNIDAS

SAN DIMAS

DOS PINOS

TABACALERA

MANGOS

CALDERON MUÑOZ

CORDOBA

UJARRAS

MONTEALEGRE

Colegio El Rosario

Centro Recreativo

LUCAS

MORENO CAÑAS

QUESADA DURAN

GLORIA

JARDIN

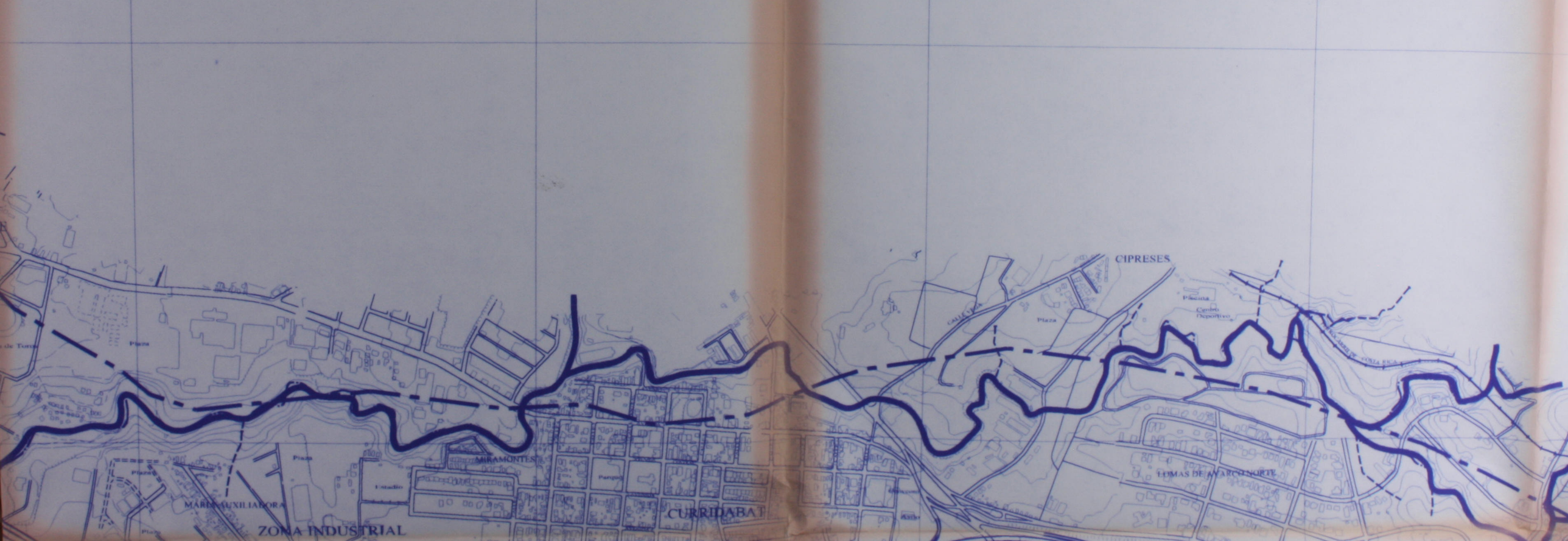
ZAPOTE

5 31

5 32

5 33

5 34



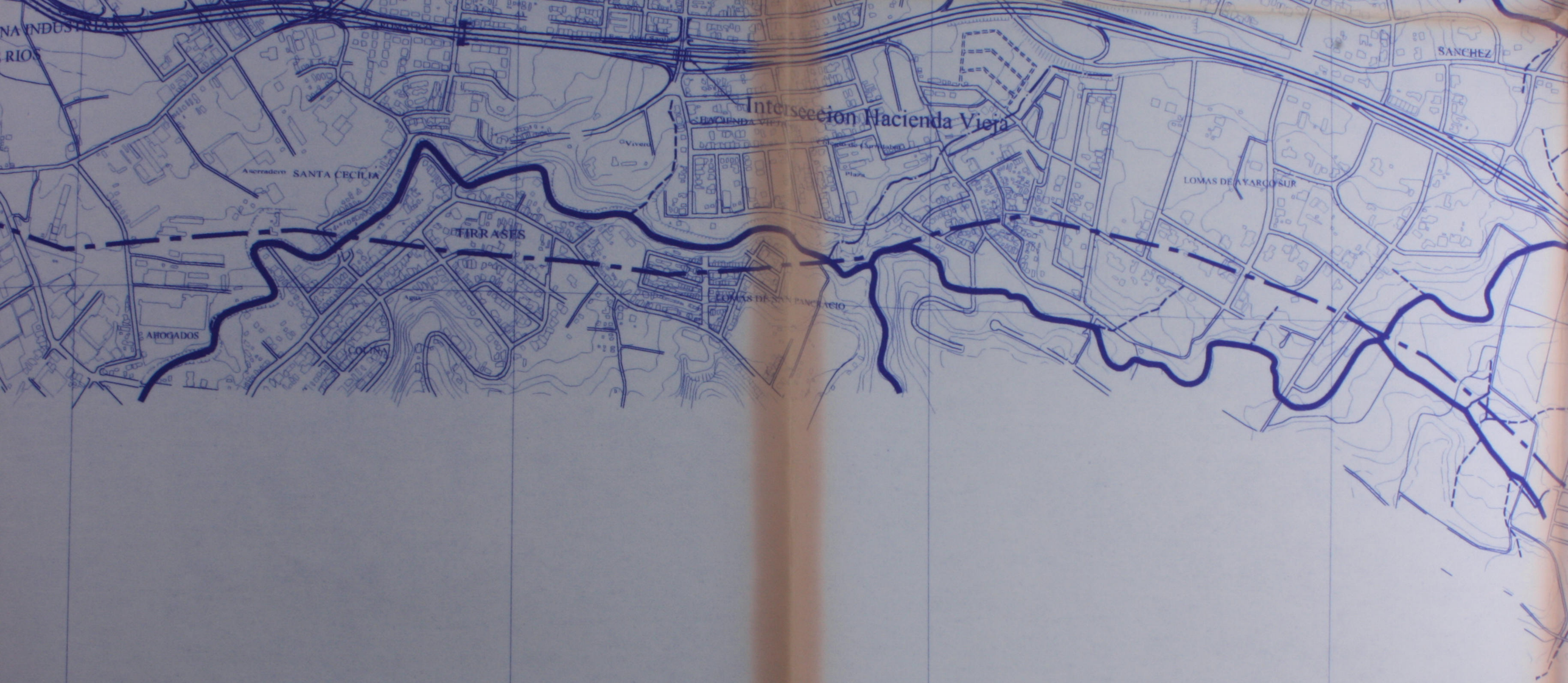
5 35

5 36

2 12

2 11


SAN FRANCISCO
EQUITATIVA
ARBAZA
LINCOLN
Centro Deportivo


Intersección Hacienda Viera
SANCHEZ
LOMAS DE ARARCO SUR
Aserradero SANTA CECILIA
TERRASES
AHOGADOS
LOMAS DE SAN PANCRACIO

ARAUCARIAS

SAN JUAN

AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

Beneficio

Plaza

Centro Deporti

Beneficio

Liceo
Mario Quiros

AUTOPISTA FLORENC

TACORA

SAN DIEGO

Plaza

SAN DIEGO

URALES

SANTIAGO

Plaza

2 10

2 09

Estudio de Impacto Ambiental Corredor V

Red Hidrográfica

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Curvas de Nivel @ 5.m
- Infraestructura
- Ríos y Quebradas
- Calles
- Límite del área de influencia
- Ferrocarril y Tendido electrico
- Carretera
- Río, Quebrada permanente
- Quebrada estacional
- Canal natural de escorrentía (depresión topográfica)
- Divisoria continental de aguas (Vertiente Pacífica y Vertiente Atántica)

íal San Jose - Zapote - Cartago

Elaborado por:

PAT URS

Contratado por:

Consejo Nacional de Concesiones

Solicitado por:

setena

Profesional Responsable

Nombre Geól. Guido Sibaja Rodas

Firma_____N° de Reg 208-97

10A

0 125

2 08

ESCALA GRÁFICA

0 500 750 1250 m

2 07

PARTE DE LAS HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN
OCHOMOGO,REVENTADO,CARPINTERA, TRES RIOS, MARIA AGUILAR, CURRIDABAT
ESC: 1: 10 000

5 36

5 37

5 38

SAN JUAN

TRES RIOS

Centro Deportivo

Liceo Mario Quiros

AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

CARPINTERA

TACORA

SAN DIEGO

SAN DIEGO

2 10

2 09

5 39

5 40

5 41

5 42

SAN RAFAEL

PILARICA

SAUCEDO

SAUCEDO

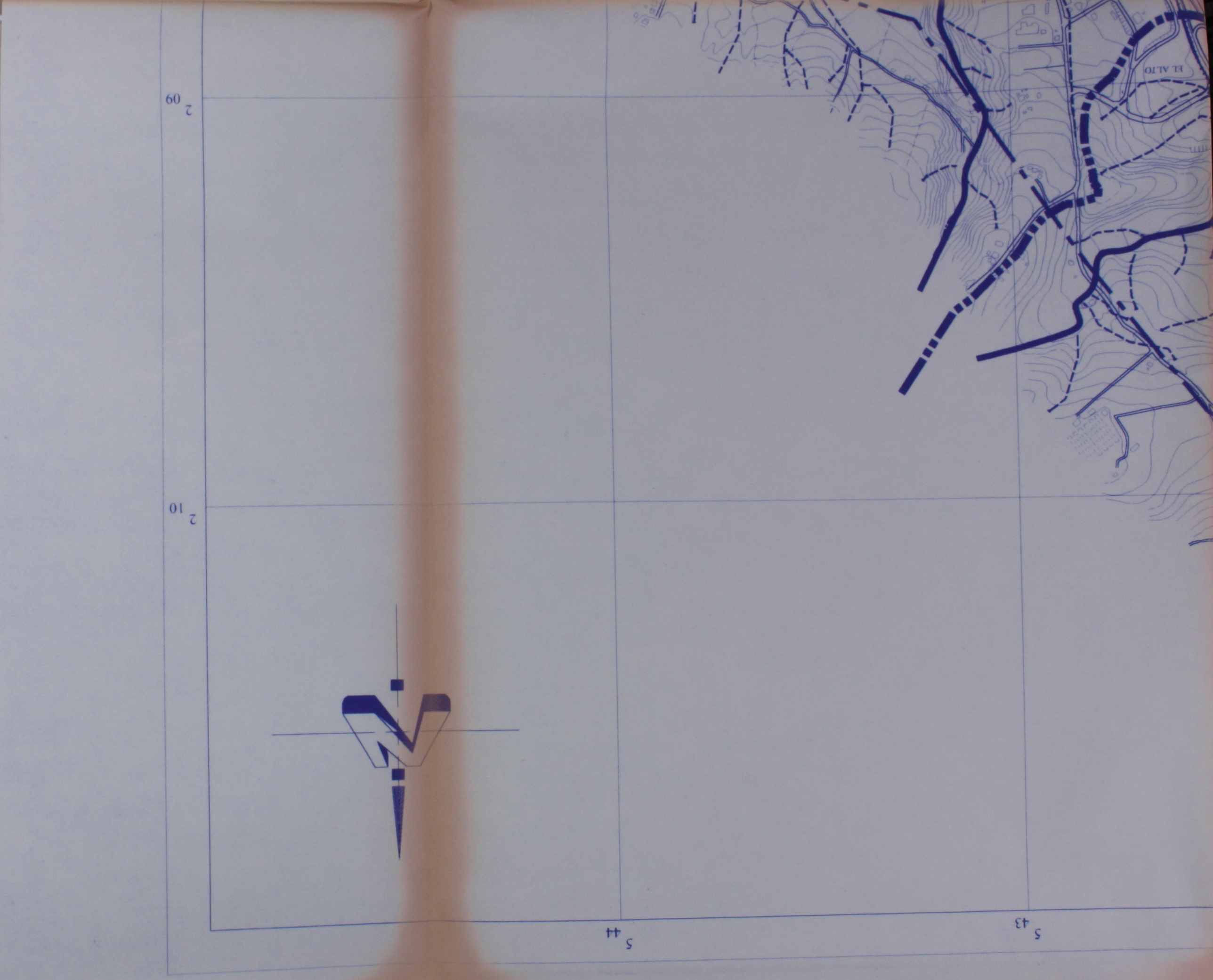
FIERRO

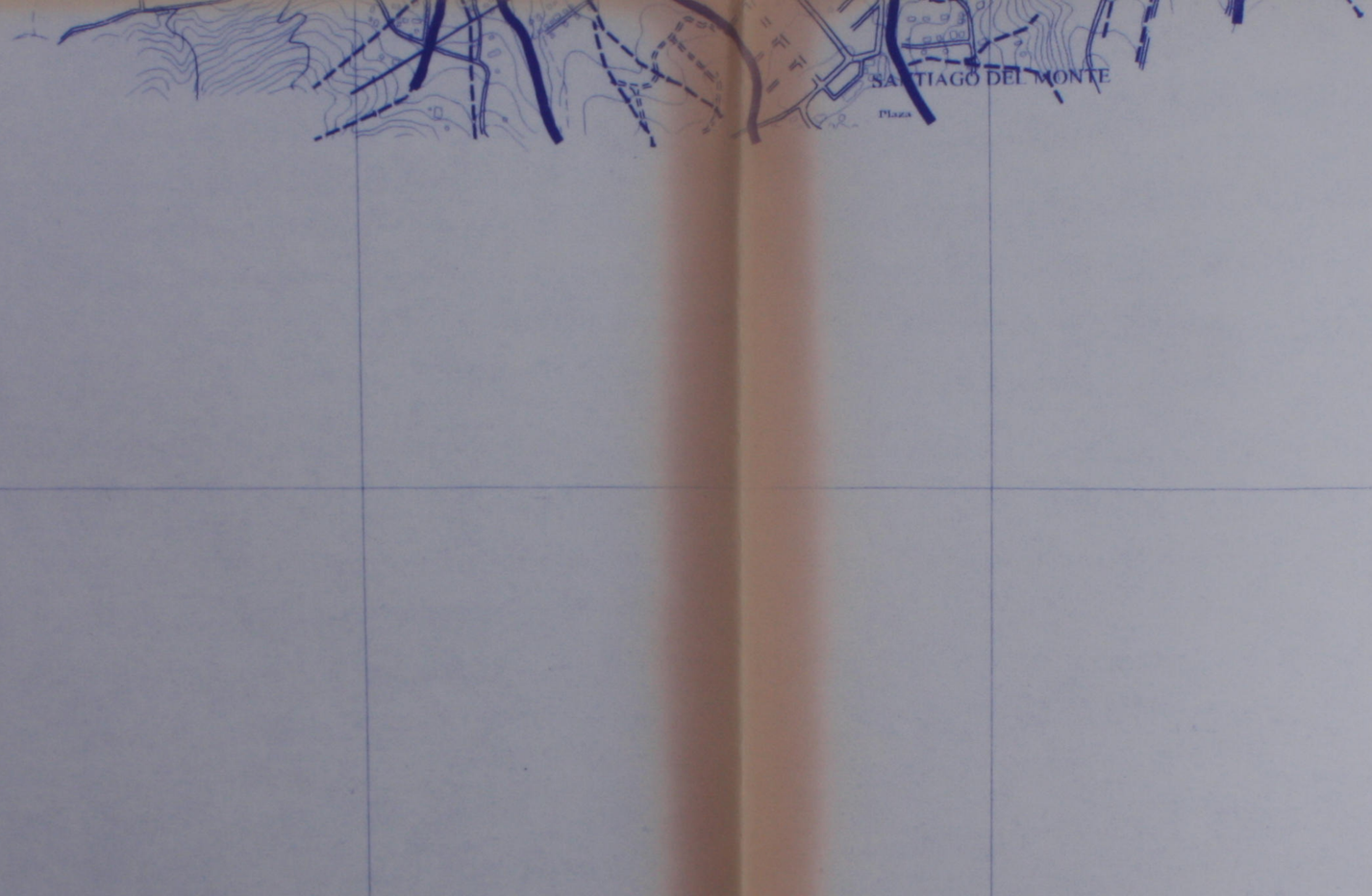
Estacion Experimental

Plaza

ZONA INDUSTRIAL

ALTO OCHOMOGO


EL ALTO
2 09
2 10
5 44
5 43



2 08

2 07

ESCALA GRÁFICA


ZONA INDUSTRIA
ZONA PROTEC
LA CARPINT
ALTO PARAS
VIOLIN

OCHOMOGO

ORA

SRA

QUIRCOT

CARACOL

TARAS

SAN NICOLAS

RONDA

ROSAS

2 08

2 07

0 125 250 500 750 1250 m

PARTE DE LAS HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN
OCHOMOGO,REVENTADO,CARPINTERA, TRES RIOS, MARIA AGUILAR, CURRIDABAT
ESC: 1: 10 000

2 06

Estudio de Impacto Ambiental Corredor

Red Hidrográfica

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Curvas de Nivel @ 5.m
- Infraestructura
- Rios y Quebradas
- Calles
- Límite del área de influencia
- Ferrocarril y Tendido electrico
- Carretera
- Río, Quebrada permanente
- Quebrada estacional
- Canal natural de escorrentía (depresión topográfica)
- Divisoria continental de aguas (Vertiente Pacífica y Vertiente Atántica)

2 05

Víal San Jose - Zapote - Cartago

Elaborado por:

DEPPAT URS

Contratado por:

Consejo Nacional de Concesiones

Solicitado por:

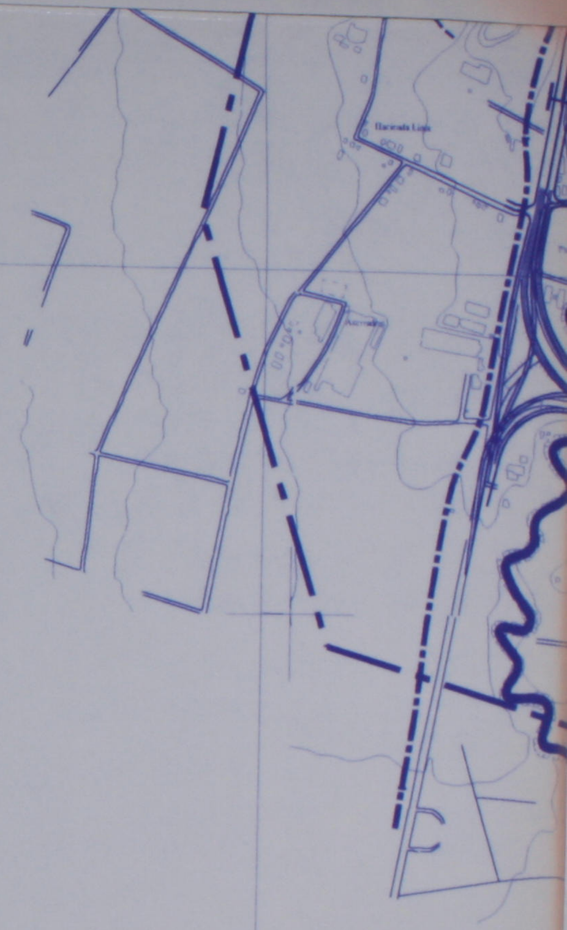
setena

Profesional Responsable

Nombre Geól. Guido Sibaja Rodas

Firma_____N° de Reg 208-97

10B




LIMA
FATIMA
ASILO
CINCO ESQUINAS
JASEC
CRUZ
PALMAS
MORILLO
NAZARETH
Cartago
MOLINO
JOYA
JOYA
MOLINO
Escuela Rafal Heriberto
SAN CAYETANO
LABORIO
ARENILLA
Plaza
Escuela Carlos Perelia
GUADALUPE
2 06
2 05

iv. Calidad del Agua

Es importante hacer algunas consideraciones sobre la calidad de las aguas en los ríos y quebradas involucrados en el corredor vial.

Un ligero análisis de la situación espacial permite señalar que la calidad de las aguas de esos ríos y quebradas no es la mejor, siendo aguas con problemas por contaminación física y química.

Por una parte, la gran mayoría de esos ríos y quebradas nacen y discurren por terrenos de origen volcánico y en muchos casos de uso agrícola intensivo, donde los suelos generalmente son muy erosionables. Por lo tanto, durante los períodos de lluvias las aguas de escorrentía acarrean hasta los cauces principales grandes cantidades de sedimentos que provocan gran turbidez (contaminación física) en el momento de las lluvias y hasta varias horas después.

Por otra parte se encuentra el problema de la contaminación química, cuyas causas son variadas. Como ya se indicó en el párrafo anterior, sobre todo las partes altas de las cuencas que tienen relación con este proyecto, son áreas de uso agrícola intensiva, principalmente hortícola, y ganadería. Por lo tanto, en menor o mayor cantidad, las aguas de esos ríos y quebradas son afectadas por la materia fecal del ganado y sobre todo por las diversas sustancias agroquímicas que requiere ese tipo de agricultura.

Finalmente, muchos de esos ríos y quebradas al paso por el corredor vial ya han discurrido por áreas pobladas, a veces muy pobladas, o bien dentro de la zona corren por zonas de gran desarrollo urbano como Tres Ríos, Curridabat, Zapote, Taras y otros. Consecuencia de esto, como se puede observar en el campo, es que la gran mayoría de esos flujos hídricos presentan aguas muy contaminadas por desechos sólidos diversos, a lo que podemos agregar residuos líquidos igualmente variados de origen industrial, comercial y domésticos.

v. Caudales

URS Corporation realizó una medición del caudal de los principales cuerpos de agua que se encuentran en el área de influencia del corredor vial. Se hicieron mediciones en 4 ríos para determinar el máximo caudal con lluvia de 25 años; los resultados son los siguientes:

Estación 105 + 78	Río Ocloro	107 m^3/s
Estación 129 + 27	Río Puruses	224 m^3/s
Estación 171 + 68	Río Chagüite	42 m^3/s
Estación 202 + 06	Río Tiribí	540 m^3/s

6.5.2 Aguas Subterráneas

El Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, atraviesa 3 acuíferos de importancia para el suministro de agua potable para las comunidades de los alrededores.

i. Caracterización de Acuíferos

– Acuíferos del Valle Central

Incluye los acuíferos albergados en las formaciones volcánicas que se encuentran hacia el oeste de Ochomogo. Afloran depósitos lahári cos que sobreyacen formaciones sedimentarias con potencial acuífero reducido pero que es susceptible de ser explotado. Con la condiciones actuales, los acuíferos presentan una

susceptibilidad a la contaminación que se considera baja debido a la permeabilidad aparentemente baja de los depósitos lahári cos.

– Acuíferos del Valle de Cartago

Existe un primer acuífero superficial albergado en los depósitos fluvio – lacustres con potencial de producir hasta 8 l/s (en forma preliminar) y un segundo acuífero profundo albergado en depósitos lahári cos que tiene potencial de producir entre 10 y 20 l/s (en forma preliminar).

6.6 Calidad del Aire

Por contaminación atmosférica se entiende la presencia en el aire de sustancias o formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgo, daño o molestia grave para las personas, los ecosistemas o bienes de cualquier naturaleza. De esto se desprende que el que una sustancia sea considerada contaminante o no dependerá de los efectos que produzca sobre sus receptores.

Tres son los elementos que interviene en la contaminación del aire:

- Los focos existentes de sustancias o formas de energía.
- El medio físico atmosférico.
- La sensibilidad de los receptores.

El primer elemento define la cuantía y naturaleza de las sustancias vertidas y el segundo las condiciones y vías de dispersión. Ambos determinan la concentración de sustancias en un espacio y tiempo determinado. Es a través del tercer elemento, los receptores y de la manifestación de efectos sobre ellos, como se establece el grado de deterioro del ambiente atmosférico.

Las principales sustancias a considerar, en relación con la contaminación atmosférica producida por los vehículos automóviles, son:

- Monóxido de carbono (CO).
- Hidrocarburos inquemados (HC).
- Oxido de nitrógeno (NO_X).
- Dióxido de azufre (SO_2).
- Partículas (inquemado y metálicas) (TPS y PM10).
- Compuestos de plomo (partículas y vapor) (Pb).

La composición porcentual en volumen de los gases de escape emitidos por los motores de los vehículos es, en líneas generales:

- Más del 70% es nitrógeno.
- Alrededor del 13% es vapor de agua.

- El 11% es dióxido de carbono.
- Alrededor del 3–4% son sustancias potencialmente nocivas para la salud.

En cuanto a la contribución que los automóviles suponen en la contaminación atmosférica, se pueden mencionar las siguientes cifras:

- Aproximadamente el 70% del monóxido de carbono contaminante de la atmósfera proviene del trafico de vehículos, ascendiendo esta cifra al 100% en zonas asfaltadas.
- La contribución en lo que se refiera a óxidos de nitrógeno se estima entre el 25 y el 50% llegando al 50–80% en áreas asfaltadas.
- Respecto a hidrocarburos, un 20–40% de los que contaminan la atmósfera proceden de los vehículos.
- Por último, en zonas urbanas el 100% del plomo contaminante procede del trafico.

Dentro de los principales contaminantes emitidos por el motor, las emisiones del SO_2 y Pb son únicamente dependientes del contenido de estas sustancias en cada carburante. La ausencia de carburante sin plomo en el país desde 1996 hace que este componente este muy por debajo de los limites utilizados (1µg/m^3 OMS).

El resto de los contaminantes están ligadas a las características del motor y al régimen de funcionamiento del mismo, de modo que a ralentí o deceleración se producen mayores proporciones de estas sustancias que durante la marcha normal del vehículo.

En el cuadro 3 se recogen los valores límites de contaminantes atmosféricos según la Organización Mundial para la Salud (OMS) y la Agencia de Protección Ambiental de EEUU (EPA por sus siglas en inglés) utilizados en el país.

Cuadro 3
EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago
Valores Límite de Inmisión. Tomado de Getinsa – Novotecni y Asociados (1999)

Contaminante	**Promedio de Tiempo**	**Concentración (µg/m^3)**
Partículas (PTS)	Anual	75 (EPA)
Partículas (PM10)	Anual	50 (EPA)
NO_2	1 año	40(OMS)
CO	8 horas	9 ppm (OMS)
Pb	–	0.5 (OMS)

La calidad del aire es, en general, mala ya que el corredor se encuentra inmerso en la ciudad de San José con un intenso tráfico e innumerables retenciones.

Según se desprende de la publicación "Contaminación del Aire, Emisiones Vehiculares, Situación Actual y Alternativas" las mejoras a la contaminación del aire pasan por actuaciones como la ya impuesta gasolina sin plomo, el uso de catalizadores en los coches, la reducción del azufre en el diesel o el programa de inspección y mantenimiento vehicular, ninguno directamente vinculado con la reforma de la carretera. El empeoramiento viene dado por el agotamiento del espacio terrestre o, dicho de otra forma, por el nivel de servicio de otra

forma, por el nivel de servicio de la carretera; en este sentido, las mejoras que puede suponer la redistribución del tráfico en la ciudad de San José favorecen el descongestionamiento de una parte de la ciudad aunque supone el incremento de contaminantes en otra. La mejora en la fluidez del tráfico en general pueden mejorar globalmente la situación.

En definitiva, la evolución de la calidad de aire dependen del incremento del número de vehículos (y su mantenimiento) y de las condiciones de circulación de estos.

Respecto al incremento de vehículos no es un dato que dependa de la mejora de la carretera sino de la evolución socioeconómica del país en términos generales.

Las condiciones de circulación de estos vehículos si dependen de las mejoras que se puedan proponer y suponen una mejoría en cuanto a que permiten el uso de marchas largas, menores retenciones, paradas y aceleraciones.

6.6.1 Ruido

Para la determinación de las condiciones actuales de ruido a lo largo del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, se contrató a la empresa AmbioConsultores S.A. que preparó el "**Estudio de Ruido del Proyecto: Corredor Vial San José–Zapote–Cartago**" (apéndice 4).

La metodología consideró que las fuentes de ruido son de dimensiones finitas y cuyo campo varía en tiempo y espacio; se estableció un muestreo en los puntos medios de los diferentes tramos, para obtener un valor promedio. Las mediciones de realizaron entre 8:00 a.m. y 2:00 p.m., en cada punto se efectuaron 12 lecturas, eliminando los valores que se dieron por una sola vez, procurando valores promedio en condiciones normales.

Las mediciones de la intensidad sonora se efectuaron utilizando un sonómetro marca Simpson, tipo S2A, modelo 879, con su calibrador modelo 890, siguiendo la metodología de Abarca, Merlo y Araya (1995).

Los resultados se presentan en el cuadro 4, con un 95% de confianza en el intervalo de 2 decibeles de incertidumbre.

Cuadro 4
EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago
Valores Registrados en el Tramo del Proyecto y Zonas de Interconexión

Punto de Muestreo		TPD [1]	dB(A)
Tramo			
1	Cartago–La Lima (ambos sentido)	30381	75
3	Taras–Ochomogo (ambos sentidos)	35174	84
6	San Rafael–Ochomogo (ambos sentidos)	35394	78
7	San Rafael–Peaje T.R. (ambos sentidos)	34868	80
8	Peaje–L. Ayarco (ambos sentidos)	34868	80
Nuevo	Hacienda Vieja–Rot. Zapote (ambos sentidos)	46454[2]	70[3]

[1] Corresponde a los valores de TPD para el año 2000.
[2] Corresponde a los valores estimados para el 2005.
[3] Corresponde a los valores detectados en mayo del 2001, tomando en cuenta los diferentes puntos en el sector o cerca del sector nuevo.

Según los valores registrado en los diferentes puntos de muestreo y la normativa vigente, se estima que ninguno de los valores detectados supera la norma vigente para la contaminación sónica extramuros, aún si se aplica la norma para los vehículos livianos que es más restrictiva.

El cuadro 5 anota los valores detectados para todos los sectores, a efecto de poder ofrecer un panorama más puntual de las mediciones.

Cuadro 5
EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago
Resumen de las Mediciones en los Diferentes Sectores

Sector	Valor Máximo en dB(A)	Valor Mínimo en dB(A)
Cartago–La Lima	83	70
Taras–Ochomogo	95	75
San Rafael–Ochomogo	88	70
San Rafael–Peaje T.R.	92	70
Peaje–L. Ayarco	92	72
Hacienda Vieja–Rot. Zapote[1]	75	62

[1] Los valores del sector Hacienda Vieja–Rot. Zapote corresponden a valoraciones realizadas en diferentes puntos.

6.7 Amenazas Naturales

El Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, se encuentra en una zona con potencial de afectación de fenómenos naturales tales como sismicidad y erosión:

6.7.1 Amenaza Sísmica

Se realiza un análisis considerando a Rojas & Montero (2000).

Los sismos sentidos a lo largo del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, son originados por diferentes fuentes sísmicas y ambientes tectónicos en Costa Rica (Rojas & Montero, 2000). La actividad sísmica resulta de la ubicación de nuestro país en el borde de convergencia entre la placa Caribe (o microplaca de Panamá) con la Coco, las cuales interaccionan a partir de la Fosa Mesoamericana, introduciéndose la última por debajo de nuestro territorio y originando los temblores relacionados con el proceso de la subducción (Rojas &

Montero, 2000). La segunda fuente sísmica importante corresponde con temblores superficiales ocurridos dentro de la corteza al interior de la placa Caribe y de la microplaca de Panamá, o en el límite entre ambas (Rojas & Montero, 2000).

i. Sismos en la Zona de Subducción

Los temblores relacionados con la subducción de Costa Rica se deben a la penetración de la placa del Coco bajo la placa Caribe y la microplaca de Panamá. La profundidad de estos eventos varía desde unos 10 km bajo el piso oceánico del Pacífico de Costa Rica hasta 150 km bajo la zona central del país. Los sismos que ocurren a lo largo del plano entre las placas son llamados temblores interplaca y aquellos que ocurren dentro de la placa del Coco por la subducción y que tienen profundidades intermedias entre los 40 y 200 km, se clasifican como sismos intraplaca (ocurren internamente dentro de la placa del Coco cuando esta se introduce en el manto).

En este estudio se considera que las fuentes sísmicas interplaca de profundidad menor a 40 km que podrían afectar en mayor grado son (Rojas & Montero, 2000):

Zona Sísmica de Nicoya (área 1): Es una fuente sísmica interplaca. Fue definida originalmente por Morales (1985); se ubica en el margen convergente de Costa Rica, frente a la costa Pacífica y se extiende desde Cabo Velas hasta Cabo Blanco. Tiene capacidad de generar grandes eventos, con magnitud hasta 7,7, tal como fue el terremoto del 5 de Octubre de 1950. Según Protti et al. (1995), esta zona sísmica está restringida entre 10 y 40 km de profundidad. Para eventos de magnitud entre 7,0 a 7,7 en esta zona sísmica, Montero (1986), estableció un período de recurrencia entre 20 y 30 años.

Zona Sísmica del golfo de Nicoya (área 2): Es una fuente sismogénica que comprende la entrada del golfo de Nicoya y la zona de Herradura hasta la desembocadura del río Grande de Tárcoles. De acuerdo con Protti et al. (1994), el borde oeste de esta zona sísmica está relacionado con una contorsión del plano de subducción de la placa Coco, en la que el ángulo subducción hacia el este de dicho límite se hace más suave, adquiriendo menor inclinación. Protti et al. (1994) la llamó la contorsión brusca de Quesada y puede ser asociada con el límite oeste de las serranías oceánicas que se está subduciendo bajo el Pacífico Central de Costa Rica.

Zona Sísmica de Quepos–Sierpe (área 3): Esta fuente sísmica se extiende desde Punta Judas hasta la desembocadura del río Sierpe, abarcando entonces la costa pacífica central de Costa Rica. No se ha establecido aún la recurrencia sísmica en esta zona; un evento muy importante sucedió en el año 1952 y tuvo una de magnitud de 7,0 y el último evento grande ocurrido allí fue el del 2 de agosto de 1999, con una magnitud de 6.5 M.

Zona Sísmica Osa–Golfito (área 4): Se extiende de noroeste a sureste, desde la desembocadura del río Térraba hasta punta Burica. Al sur limita con la Fosa Mesoamericana y al norte con la falda sur de la cordillera de Talamanca. Los principales eventos han sido relacionados con el proceso de subducción.

Con relación a la recurrencia de los temblores originados en la zona de subducción, se ha observado que los mismos ocurren en ciclos sísmicos alrededor de cada 40 años (Rojas & Montero, 2000).

Fuente Sísmica Intraplaca: Los temblores intraplaca se originan al interior de la placa del Coco cuando esta se sumerge dentro de la región del manto denominada astenósfera. Tienen profundidades mayores a 50 km. El más reciente que generó algunos efectos menores en la región y que ha sido relacionado con esta fuente sísmica intraplaca fue el del 7 de marzo de 1992 (6.2 M) que se localizó bajo la población de Naranjo a una profundidad de 85 km (RSN, marzo de 1992). Los sismos de gran magnitud de esta fuente sísmica no muestran una ciclicidad como la observada en el caso de los temblores interplaca.

Por la profundidad que tienen los eventos procedentes de esta fuente sísmica, el grado de amenaza sísmica es de mediana a menor.

ii. Zonas Sísmicas Superficiales y Fallamiento Cortical Periférico

De acuerdo con estudios geológicos previos, la zona del Valle Central y alrededores, es un área con fallas con potencial sísmico importantes. En tiempos históricos y recientes éstas han provocado temblores de considerable magnitud.

Zona Sísmica del Fallamiento Candelaria (área 8): Esta área sísmica es donde se encuentra el sistema de falla Candelaria. La traza de la principal falla de este sistema se ubica en los diversos mapas geológicos de Costa Rica; tiene un trazo rectilíneo y se extiende por más de 33 km desde su extremo noroeste, ubicado al oeste de Puriscal hasta la confluencia de los ríos Candelaria y Pirrís. Por su extensión y características geométricas se considera que es un fallamiento capaz de generar eventos de magnitud cercana a 7.0 M.

Zona Sísmica Jaris–Corralillo (área 9): Se extiende a lo largo de 42 km desde la unión de los ríos Jaris y Virilla por el extremo noroeste, hasta cerca de San Pablo de León Cortés en el extremo sureste. Esta falla se puede dividir en varios segmentos, en algunos de los cuales se ha encontrado actividad sísmica (Fernández, 1995). Por la capacidad de la misma de generar eventos de magnitud hasta 7,0 M es importante considerar su amenaza dado que de ocurrir un evento de máxima magnitud.

Zona Sísmica del Macizo Irazú–Turrialba (área 5): Esta es una zona sísmica que comprende el sector este de la Cordillera Volcánica Central y agrupa varias fallas con características geométricas similares, con longitudes cercanas a 20 km. En su mayoría son fallas de desplazamiento horizontal, aunque existen algunas inversas y otras de tipo normal. Entre las fallas de este sistema están la Lara, Río Sucio, Patria, Hondura, Elia y Guápiles, que es inversa.

Zona Sísmica Tablazo–Orosi (área 10): Se localiza al sureste del Valle Central. y comprende las fallas Aguacaliente, Orosi y Navarro. La zona sísmica podría generar sismos máximos de 6.5 y producir intensidades cercanas a VII. Esta zona sísmica presenta una posible recurrencia de eventos máximos de aproximadamente cada 85 años (Rojas et al., 1998).

Zona Sísmica Tucurrique–Atirro (área 11): Esta zona sísmica se extiende por el sur de Turrialba, desde Cachí hasta La Suiza. No se conoce actividad histórica con grandes sismos destructivos que se asocien con este sistema. Sin embargo, la tectónica y la sismicidad sugieren que es una fuente activa, como lo evidenció el fuerte temblor de Pejibaye de Turrialba ocurrido el 10 de julio de 1993, con una magnitud 5,3 M. Dicho sismo generó algunos daños en la zona epicentral. La falla más importante de este sistema es la de Atirro.

Zona Sísmica Cerro de La Muerte–Pérez Zeledón (área 12): Comprende la zona del cerro de la Muerte y el norte de Pérez Zeledón; está constituida por grupos de fallas con longitudes inferiores a 15 km, en su mayoría transversales al eje de la cordillera de Talamanca. Tienen un rumbo variable de noroeste a sureste y no se ha determinado con exactitud qué tipo de fallas son, pero aparentemente hay rupturas transcurrentes y normales que obedecen a esfuerzos compresivos en el caso de las primeras, y a esfuerzos tensionales para el caso de las normales. Su período de recurrencia sísmica es indefinido pero podrían esperarse sismos de magnitudes máximas del orden de 6.5 M. El terremoto de 3 de julio de 1983 en Pérez Zeledón fue originado en la falla Buenavista, que forma parte de este sistema (Boschini et al., 1988).

Fuente Sísmica Limón–Bocas Del Toro (área 13): Forma parte del Cinturón Deformado del Norte de Panamá (Astorga et al., 1991). Esta zona sísmica se extiende desde el norte de Panamá hasta el caribe de Costa Rica y se considera que se prolonga hacia el oeste, con la zona de deformación de la parte central de Costa Rica. La zona sísmica de Limón está conformada por fallas inversas de bajo ángulo. Los terremotos

más importantes ocurridos en esta zona fueron los del 07 de mayo de 1822 (7.6 M), 26 de abril de 1916 (7.1 M) y 22 de abril de 1991 (7.7 M). Asociado al terremoto de 1991, se presentaron fenómenos de licuefacción, deslizamientos y un levantamiento promedio de más de un metro a lo largo de 70 km de la costa caribe de Costa Rica. Con los datos históricos disponibles se infiere un período de recurrencia para este sistema de falla, cercano a los 100 años y podría afectar al Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, con intensidades de hasta VII, causando algunos efectos moderados.

iii. Índices Sísmicos de las Zonas Sismogénicas

La estimación de la posible aceleración sísmica que se puede esperar en la zona del proyecto, se ha inferido con base en las características sismotectónicas y en estimaciones de amenaza sísmica. En la determinación de los índices sísmicos de las fuentes sísmicas, se consideran las características sismológicas y tectónicas de las fuentes sísmicas y fallas que han sido descritas previamente, como son la longitud de ruptura, el área mesosísmica, la sismicidad histórica y reciente y aspectos geométricos de las fallas. El cuadro 6 muestra los parámetros sísmicos de las fuentes sísmicas más relevantes.

Cuadro 6
EsIA Corredor Vial San José–Zapote–Cartago
Parámetros de las Zonas Sísmicas. Modificado de Rojas & Montero (2000)

N° Zona	Nombre	Valor a	Valor b	Valor N (4.5 Mw)	Magnitud máxima	Profundidad (km)
1	Sub. Península Nicoya	4.4	0.88	2.7542	7.7	0 – 40
2	Sub. Golfo de Nicoya	3.48	0.74	1.4125	7.1	0 – 40
3	Sub. Quepos–Sierpe	4.57	0.93	2.4266	7.0	0 – 40
4	Sub. Osa–Golfito	3.60	0.71	2.5409	7.4	0 – 35
8	Candelaria	3.08	0.85	0.1798	7.0	2 – 15
9	Jaris–Corralillo	3.05	0.83	0.2065	6.8	2 – 15
11	Turrialba–Atirro	2.08	0.63	0.1758	6.5	2 – 15
12	Pérez Zeledón	3.84	0.83	1.2735	6.2	4 – 15
13	Limón–Changuinola	3.61	0.74	1.9054	7.7	5 – 25
14	Intraplaca del Norte	4.01	0.85	1.5310	7.2	40 – 200
15	Intraplaca Central	4.11	0.88	1.4125	7.2	40 – 125

El valor "a" es de la relación de recurrencia de Gutenberg y Richter (normalizado a un año).
El valor "b" es de la misma relación (número anual de temblores de magnitud mínima 4.4 M).

iv. Aceleración Máxima del Suelo (PGA)

La estimación de la aceleración máxima del suelo, se establece que ésta varía entre 0.20**g** en el área de San José y aumenta hasta 0.45**g** en el área de Cartago.

6.7.2 Erosión

En el área del Corredor Vial San José–Zapote–Cartago, existen terrenos en los que las condiciones de pendiente, alteración hidrotermal y tipo de suelo/roca hacen que ocurra amenaza por erosión. Entre las amenazas por erosión se tiene:

- Derrumbes de tierra en zonas con alteración hidrotermal, principalmente en fallas localizadas en Ochomogo.

- Deslizamientos en las partes altas de los cursos de agua tributarios del Río Reventado con potencial para rebalsar el río y generar avalanchas.

- Ocurrencia de lahares principalmente en el área de Taras.

6.7.3 Mapa de Susceptibilidad

La lámina 11 muestra el mapa de susceptibilidad para el área del proyecto, área de influencia directa y área de influencia indirecta.

5 28

5 29

5 30

2 12

2 11

Plaza Viquez

Rotonda Zapote

SOLEDAD

Tribunal Supremo de Elecciones

OBTENCION

LUJAN

PACIFICO

Liceo Costa Rica

Piscina

Centro Deportivo

Piscina

Esc. Rosario Jiménez

Estadio Antonio Escarré

VASCONIA

SAN CAYETANO

GUELL

LA CRUZ

Parque

MONTEALEGRE

Colegio Nocturno

NACIONES UNIDAS

Plaza

Piscina

GARCIA MONGE JIMENEZ

TABACALERA

MANGOS

DOS PINOS

Colegio El Rosario

MONTEALEGRE

Parque

Colegio Abogados

Piscina

Centro Recreativo

Plaza

Parque

Convento

JARDIN

Presidencia de La República

Esc. Cirilo Jiménez Quesada

Liceo Rodrigo Facio

Plaza

AUTOPISTA ESCAZU-DESAMPARADOS

CALDERON MUÑOZ

Parque

Seminario

CORDOBA

Plaza

Centro Educativo José Castro

UJARRAS

QUESADA DURAN

SAN DIMAS

LUISAS

MORENO CAÑAS

GLORIA

5 31

5 32

5 33

5 34

ZAPOTE

Plaza de Toros

Plaza

Plaza

Plaza

Estadio

MIRAMONTES

Parque

MARIA AUXILIADORA

CUBILLABAT

CIPRESES

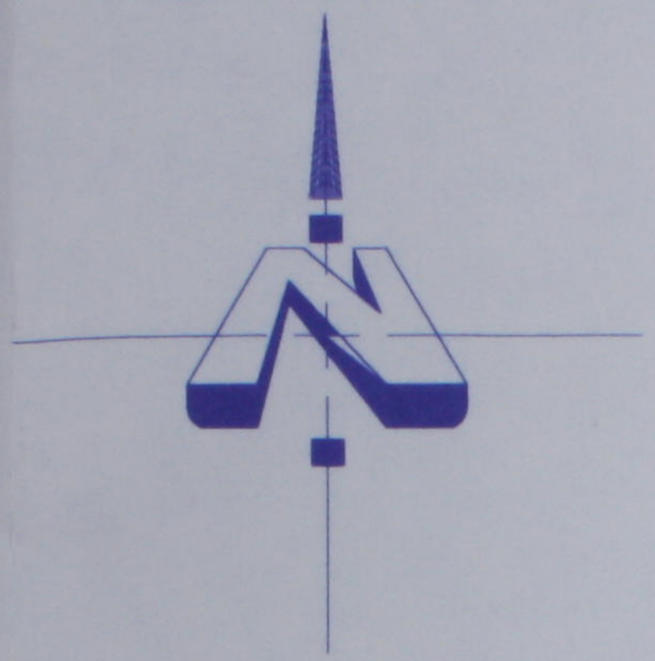
Piscina

Plaza

LOMAS DE MARCO NORTE

35

5 36



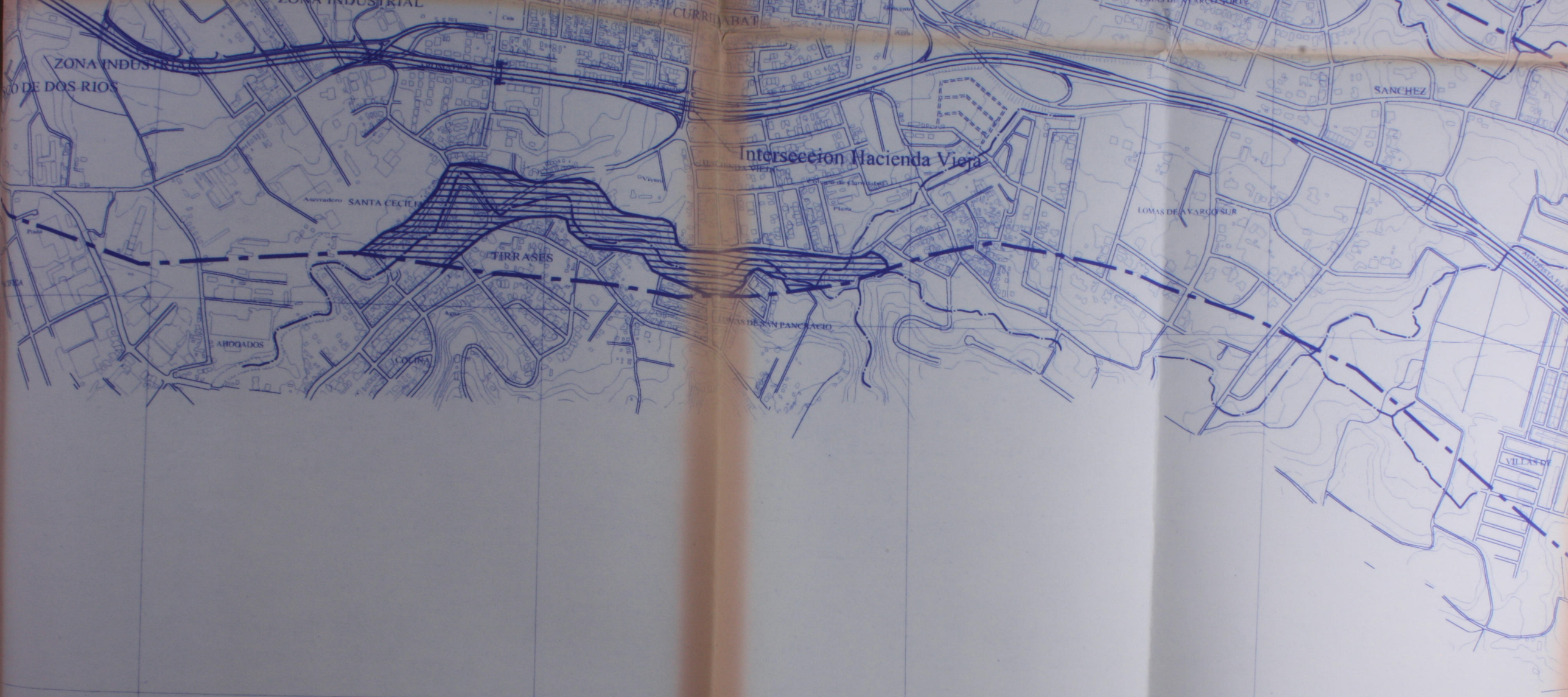
2 12

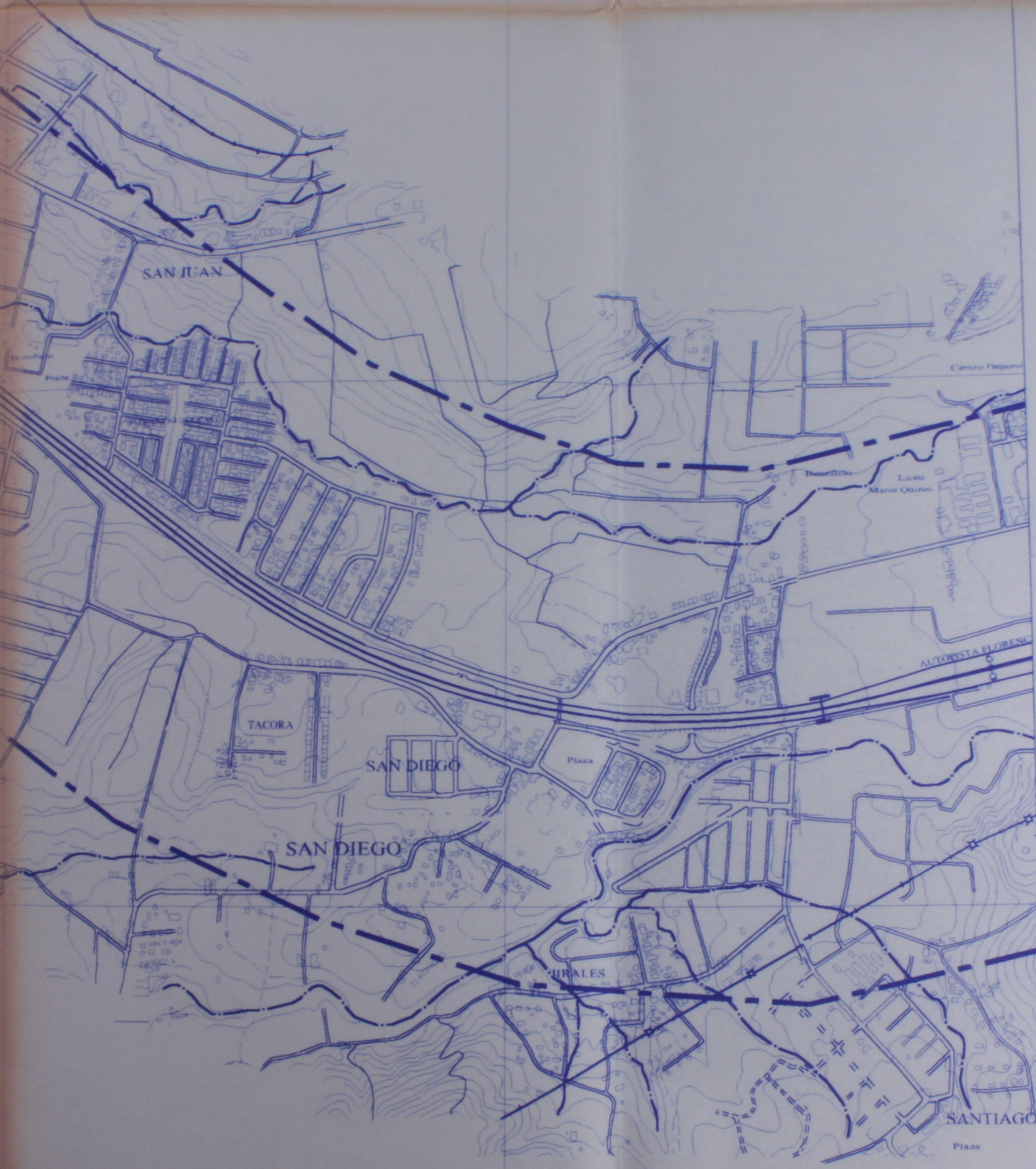
2 11


HISPANO
Parque
FATIMA
Escuela Rep.
Parque
SAN FRANCI
EQUITATIVA
ARRAZA
Centro Deport
LINCOLN

2 10

2 09


ZONA INDUSTRIAL
ZONA INDUSTRIAL
O DE DOS RIOS
CURRUABAT
Interseccion Hacienda Viera
SANCHEZ
Aserradero
SANTA CECILIA
TIRRASES
AHOGADOS
COLINA
LOMAS DE SAN PANCRACIO
LOMAS DE MARCO SUR
VILLAS DE


SAN JUAN
Plaza
Centro Deport
Beneficio
Liceo
Mario Otero
AUTOPISTA FLORENC
TACORA
SAN DIEGO
Plaza
SAN DIEGO
PIRALES
SANTIAGO
Plaza

2 10

2 09

2 08

Estudio de Impacto Ambiental Corredor

Susceptibilidad Ambiental

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Curvas de Nivel @ 5.m
- Infraestructura
- Rios y Quebradas
- Calles
- Límite del área de influencia
- Ferrocarril y Tendido electrico
- Carretera
- Cobertura vegetal riparia protección
- Riesgo de contaminación de acuífero superficial
- Riesgo por avalanchas, flujos de lodo, lahares
- Terrenos inestables por fallamiento contraza en superficie
- Terrenos inestables por pendiente fuerte
- Riesgo de inundaciones

Víal San Jose - Zapote - Cartago

Elaborado por:

DEPPAT

URS

Contratado por:

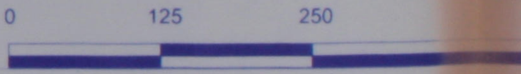
Consejo Nacional de Concesiones

Solicitado por:

setena

Profesional Responsable
Nombre Geól. Guido Sibaja Rodas
Firma_____N° de Reg 0208-97

11A



OCHOMOGO.REV

2 08

ESCALA GRÁFICA

500 750 1250 m

2 07

PARTE DE LAS HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN
EVENTADO,CARPINTERA, TRES RIOS, MARIA AGUILAR, CURRIDABAT
ESC: 1: 10 000

5 36

5 37

5 38

SAN JUAN

TACORA

SAN DIEGO

SAN DIEGO

TRES RIOS

CARPINTERA

AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO

2 10

2 09

5 39

5 40

5 41

5 42

N RAFAEL

ARICA

SAUCEDO

SAUCEDO

PIERRO

Centro Experimental El Alto

Estacion Experimental

Plaza

ZONA INDUSTRIAL

ALTO OCHOMOGO

5 43

5 44

2 10

2 09

SANTIAGO DEL MONTE

Plaza

2 08

2 07


ZONA INDUSTRIAL
ZONA PROTECTORA
LA CARPINTERA
ALTO TARAS
VIOLIN

OCHOMOGO

QUITEOT

CARACOL

TARAS

SAN NICOLAS

ROSAS

0 125 250 500 750 1250 m

PARTE DE LAS HOJAS CARTOGRAFICAS DEL IGN
OCHOMOGO,REVENTADO,CARPINTERA, TRES RIOS, MARIA AGUILAR, CURRIDABAT
ESC: 1: 10 000

2 06

Estudio de Impacto Ambiental Corredor V

Susceptibilidad Ambiental

2 05

SIMBOLOGÍA

- Coordenadas Lambert
- Curvas de Nivel @ 5.m
- Infraestructura
- Rios y Quebradas
- Calles
- Límite del área de influencia
- Ferrocarril y Tendido electrico
- Carretera
- Cobertura vegetal riparia protección
- Riesgo de contaminación de acuífero superficial
- Riesgo por avalanchas, flùjos de lodo, lahares
- Terrenos inestables por fallamiento contraza en superficie
- Terrenos inestables por pendiente fuerte
- Riesgo de inundaciones

ía l San Jose - Zapote - Cartago

Elaborado por:

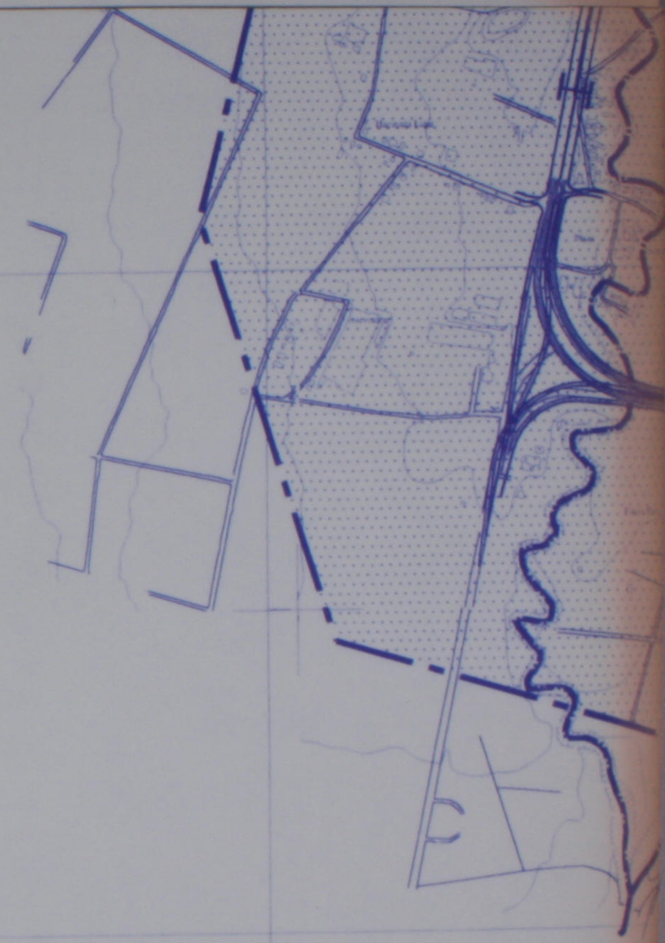
PAT URS

Contratado por:

Consejo Nacional de Concesiones

Solicitado por:

setena



Profesional Responsable

Nombre Geól. Guido Sibaja Rodas

Firma_____N° de Reg 0208-97

11B


FATIMA
ASILO
CINCO ESQUINAS
CRUZ
NAZARETH
Cartago
MOLINO
JOYA
JOYA
MOLINO
SANKAYETANO
LABORIO
ARENILLA
Plaza
Escuela Carlos Peralta
GUADALUPE

2 06

2 05



DEPPAT S.A.

URS