



Reporte de Investigación

VARIACIÓN ESTACIONAL DE MÓDULOS

Informe de Avance

Investigadora Principal

Ing. Tracy Gutiérrez Ruiz

Investigador asociado

Ing. Mario Arce

Agosto 2005

VARIACIÓN ESTACIONAL DE MÓDULOS

(INFORME DE AVANCE)

1. INTRODUCCIÓN

La capacidad de soporte de las capas de un pavimento: capa asfáltica, base, sub-base y sub-rasante; se ve afectada por la variación estacional, es decir, por los cambios de humedad, temperatura y precipitación.

El diseño mecanístico de pavimentos, requiere un conocimiento detallado de los cambios en los módulos de rigidez, de las diferentes capas que conforman el pavimento, debidos a la variación estacional (invierno – verano). En Costa Rica no existen estudios que hayan desarrollado el tema, de ahí la necesidad de hacerlo.

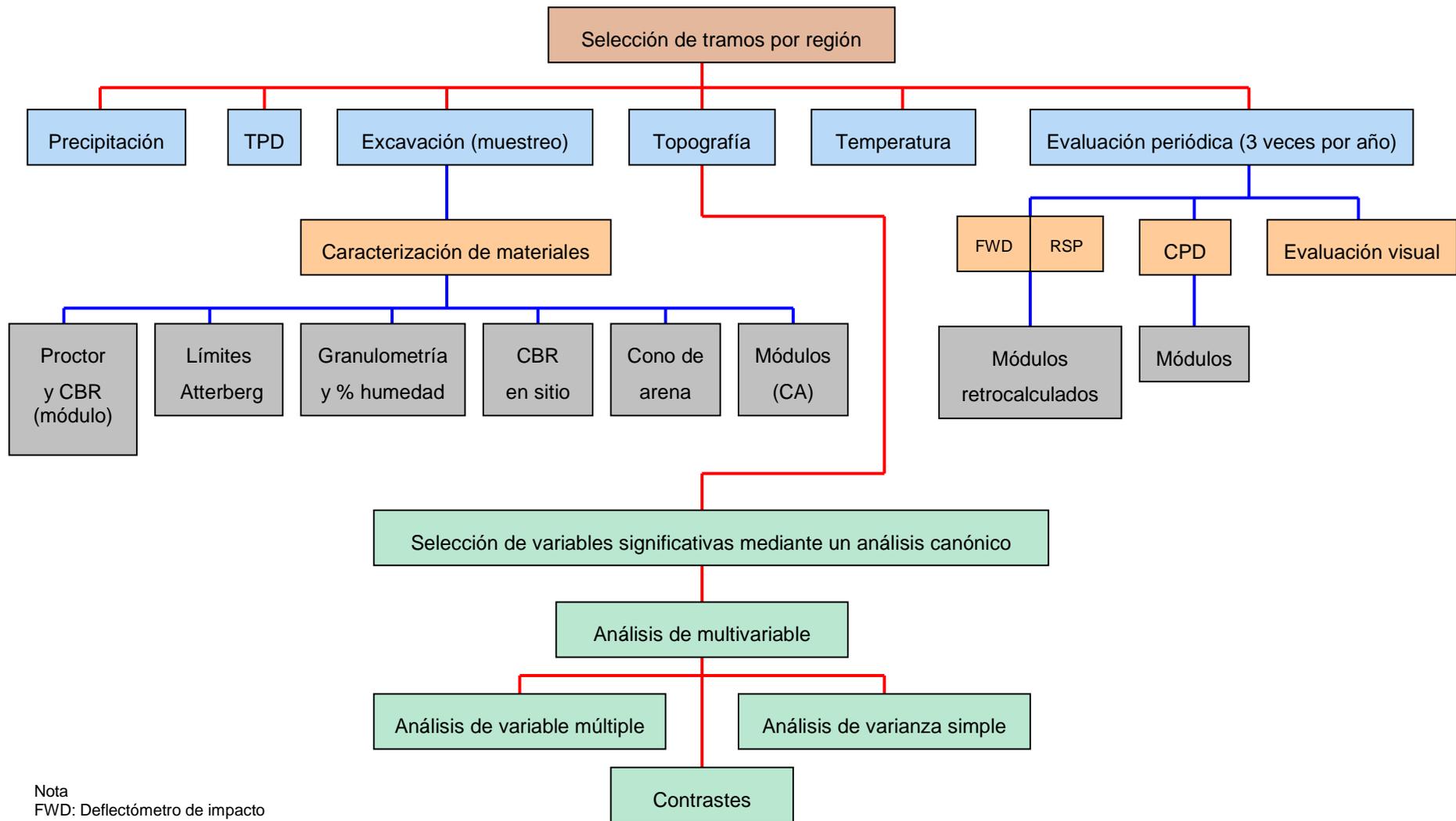
El objetivo de este proyecto, es determinar un factor de ajuste estacional para los módulos de las capas de un pavimento, donde se consideren las variaciones en la respuesta de los materiales ante las condiciones climáticas: invierno - verano, a las que va a estar expuesto.

El país se dividió en 6 regiones: Guanacaste, Zona Norte, Pacífico Central, Zona Sur, Valle Central y Zona Atlántica. En cada zona se seleccionaron puntos de análisis que van a servir como base, para desarrollar los modelos regionales.

2. METODOLOGÍA

2.1 Esquema experimental

El desarrollo del proyecto de investigación, se basa en le esquema experimental mostrado en la Figura N°1.



Nota
 FWD: Deflectómetro de impacto
 CPD: Cono de penetración dinámico
 RSP: Perfilómetro láser

Figura N°1: Esquema experimental

2.2 Variables

Para determinar los factores que afectan los módulos de rigidez de las capas, por variaciones climáticas, se van a considerar las siguientes variables:

Variable	Tipo
Módulo resiliente retrocalculado	respuesta
Módulo resiliente de laboratorio	respuesta
Módulo resiliente en función del CBR	respuesta
Módulo resiliente en función del CPD	respuesta
Deflexiones	independiente
Índice de grupo AASHTO	independiente
Índice plástico	independiente
Límite líquido	independiente
Espesor de capa	independiente
Humedad	independiente
Porcentaje de compactación	independiente
Precipitación	independiente
Temperatura	independiente
Topografía (corte, relleno)	independiente
Tránsito diario de pesados	independiente

2.3 Regiones

Por similitudes geográficas y climáticas, Costa Rica se dividió en 6 regiones, con el objetivo de desarrollar un factor de ajuste estacional para cada una (ver Tabla N°1).

Tabla N°1: Regiones

Región	Nº de puntos de estudio
Zona Norte	4
Zona Sur	5
Zona Atlántica	4
Valle Central	13
Guanacaste	3
Pacífico Central	3

2.4 Períodos de evaluación

Cada uno de los puntos seleccionados, se va a evaluar tres veces por año, tal como se muestra en la Tabla N°2.

Tabla N°2: Períodos de evaluación

Región	Período de evaluación		
	Período 1	Período 2	Período 3
Zona Norte	15 enero - 15 febrero	julio	octubre
Zona Sur	15 febrero - 15 marzo	julio	15 octubre – 15 noviembre
Zona Atlántica	15 enero - 15 febrero	julio	octubre
Valle Central	15 marzo - 15 abril	julio	15 octubre – 15 noviembre
Guanacaste	15 marzo - 15 abril	julio	15 octubre – 15 noviembre
Pacífico Central	15 marzo - 15 abril	julio	15 octubre – 15 noviembre

2.5 Ensayos con FWD y CPD

Los ensayos con el deflectómetro de impacto (FWD, Falling Weight Deflectometer), Perfilómetro láser (RSP) y el cono de penetración dinámico (CPD), se van a realizar en cada punto de estudio, tres veces al año.

La metodología de medición consiste en hacer ensayos con tres niveles de carga: 20 KN, 40 KN y 80 KN, cada 10 metros. Estos ensayos se hacen 120 metros antes del punto donde se realizó la excavación y 120 metros después. Simultáneamente, cada vez que se realizan los ensayos con el FWD, se va a ejecutar un ensayo con el CPD en un punto cercano al de la excavación.

2.6 Caracterización de materiales

En cada punto de estudio, se realizó una excavación para caracterizar los materiales que conforman al pavimento. Las pruebas por realizar son:

Capa asfáltica

- Porcentaje de vacíos
- Contenido de asfalto
- Granulometría
- Viscosidad a 60°C
- Módulo resiliente por tensión diametral

Base granular y sub-base (se incluyen materiales de relleno)

- Proctor modificado y CBR
- Cono de arena (sólo para bases)
- Límites de Atterberg
- Granulometría

Sub-rasante

- Proctor estándar y CBR
- CBR en sitio
- Límites de Atterberg
- Granulometría

3. PUNTOS DE ESTUDIO

En la Figura N°1 se muestran los puntos seleccionados hasta el momento, en 4 regiones. En el Anexo 1, se presenta en detalle la ubicación de los puntos de estudio en cada región. En el Anexo 2, se presentan fotografías con la referencia de cada punto.

3.1 Zona Norte

En la Zona Norte hay 4 puntos de análisis, los cuales se describen en la Tabla N°3.

Tabla N°3: Ubicación de puntos, Zona Norte.

Punto de estudio	Ruta	Descripción
1	Ruta 4	Monterrey – Jicarito
2	Ruta 140	Aguas Zarcas – Venecia
3	Ruta 141	El Tanque – Florencia
4	Ruta 35	Parque – Los Chiles

3.2 Zona Sur

En la Zona Sur hay 5 puntos de análisis, los cuales se describen en la Tabla N°4.

Variación Estacional de Módulos

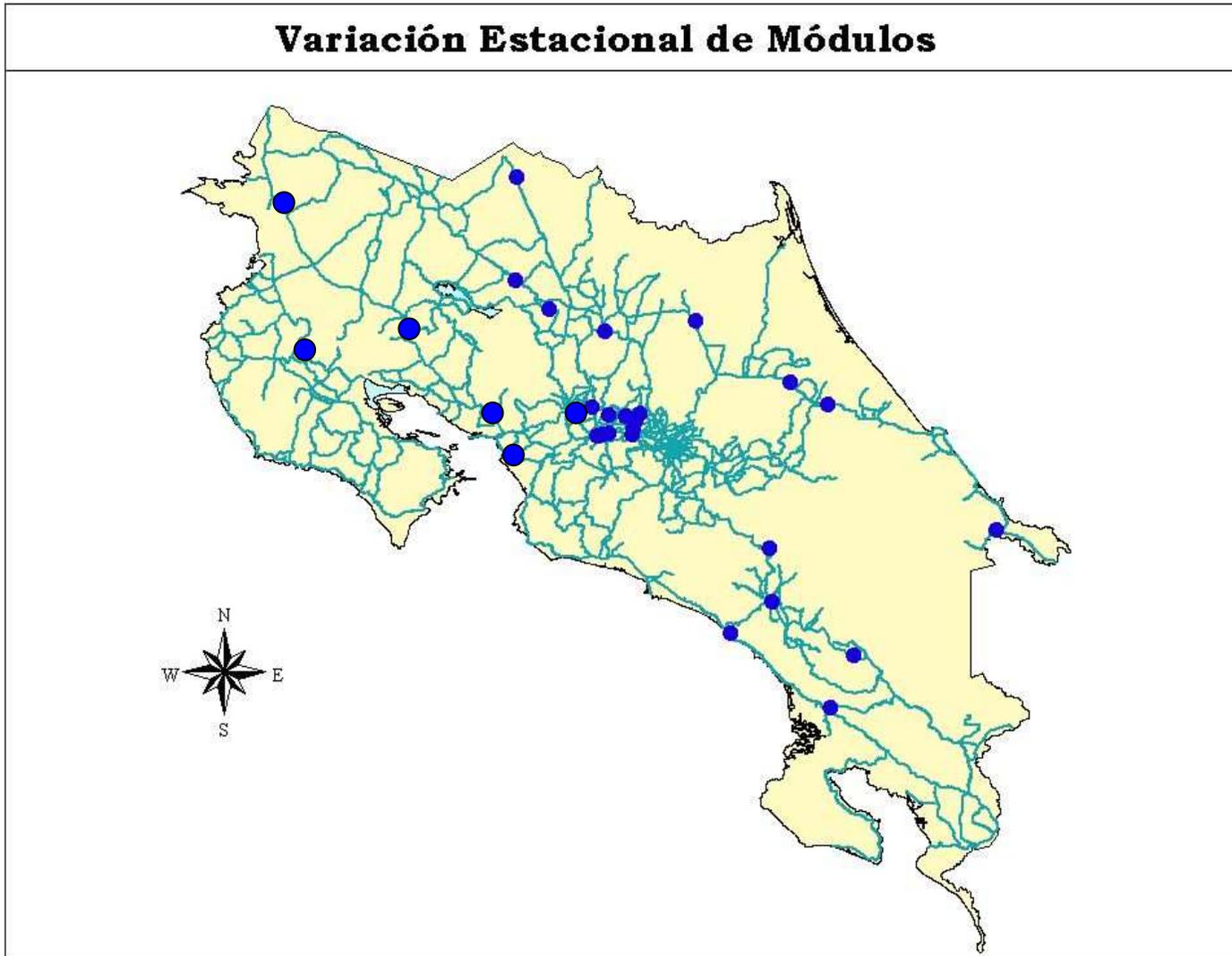


Figura N°1: Ubicación de puntos de estudio.

Tabla N°4: Ubicación de puntos, Zona Sur.

Punto de estudio	Ruta	Descripción
5	Ruta 2	Cerro de la Muerte, km 56.
6	Ruta 34	Barú – Dominical
7	Ruta 2	Juntas del Pacuar – San Isidro
8	Ruta 2	Buenos Aires – Juntas del Pacuar
9	Ruta 34	Río Claro – Palmar Norte

3.3 Zona Atlántica

En la Zona Atlántica hay 4 puntos de análisis, los cuales se describen en la Tabla N°5.

Tabla N°5: Ubicación de puntos, Zona Atlántica.

Punto de estudio	Ruta	Descripción
10	Ruta 4	Guápiles – Sarapiquí
11	Ruta 32	Siquirres – Guácimo
12	Ruta 32	Siquirres – Limón
13	Ruta 36	Bribí – Sixaola

3.4 Valle Central

En el Valle Central hay 13 puntos de muestreo, los cuales se describen en la Tabla N°6.

Tabla N°6: Descripción de los puntos, Valle Central.

Punto de estudio	Ruta	Descripción
14	Ruta 3	Manolos – La Garita
15	Ruta 3	La Garita – Bajo Garita
16	Ruta 3	Bajo Garita – Atenas
17	Ruta 107	Cacao – San Pedro de Poás
18	Ruta 118	Tacares – Grecia
19	Ruta 124	Alajuela – San Antonio
20	Ruta 122	San Rafael – San Antonio
21	Ruta 130	Alajuela – Itiquís
22	Ruta 130	Itiquís – San Isidro
23	Ruta 141	San Miguel - Naranjo
24	Ruta 1	Intersección a San Ramón
25	Ruta 2	Florencio del Castillo
26	Ruta 27	Próspero Fernández

3.5 Guanacaste

En Guanacaste hay 3 puntos de análisis, los cuales se describen en la Tabla N°7.

Tabla N°7: Ubicación de puntos, Guanacaste.

Punto de estudio	Ruta	Descripción
27	Ruta 21	Nicoya
28	Ruta 1	La Cruz
29	Ruta 1	Arizona

3.6 Pacífico Central

En el Pacífico Central hay 3 puntos de análisis, los cuales se describen en la Tabla N°8.

Tabla N°8: Ubicación de puntos, Pacífico Central.

Punto de estudio	Ruta	Descripción
30	Ruta 23	Cárcel, Puntarenas
31	Ruta 1	Cambronero
32	Ruta 27	Caldera

4. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

4.1 Zona Norte

En el Anexo N°3 se presentan los resultados de las excavaciones realizadas en cada punto de estudio.

4.2 Zona Sur

En el Anexo N°3 se presentan los resultados de las excavaciones realizadas en cada punto de estudio.

4.3 Zona Atlántica

En el Anexo N°3 se presentan los resultados de las excavaciones realizadas en cada punto de estudio.

4.4 Valle Central

En el Anexo N°3 se presentan los resultados de las excavaciones realizadas en cada punto de estudio.

4.5 Guanacaste

En el Anexo N°3 se presentan los resultados de las excavaciones realizadas en cada punto de estudio.

4.6 Pacífico Central

En el Anexo N°3 se presentan los resultados de las excavaciones realizadas en cada punto de estudio.

5. EVALUACIÓN PERIÓDICA CON EL DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO

Cada punto de estudio se va a evaluar tres veces por año, como ya se explicó. A continuación se presentan los resultados para cada región. En el Anexo 4 aparecen los resultados de las deflexiones para todos los puntos de estudio.

5.1 Zona Norte

Tabla N°9: Evaluaciones con FWD, Zona Norte.

Punto de estudio	Descripción	Evaluación N°1	Evaluación N°2	Evaluación N°3	Evaluación N°4
1	Monterrey – Jicarito	Octubre 2003	Enero 2004	Octubre 2004	Enero 2005
2	Aguas Zarcas – Venecia	Octubre 2003	Enero 2004	Octubre 2004	Enero 2005
3	El Tanque – Florencia	Octubre 2003	Enero 2004	Octubre 2004	Enero 2005
4	Parque – Los Chiles	Octubre 2003	Enero 2004	Octubre 2004	Enero 2005

5.2 Zona Sur

Tabla N°11: Evaluaciones con FWD, Zona Sur.

Punto de estudio	Descripción	Evaluación N°1	Evaluación N°2	Evaluación N°3
5	Cerro de la Muerte, km 56.	-	Noviembre 2004	Abril 2005
6	Barú – Dominical	Octubre 2003	Noviembre 2004	Abril 2005
7	Juntas del Pacuar – San Isidro	Octubre 2003	Noviembre 2004	Abril 2005
8	Buenos Aires – Juntas del Pacuar	Octubre 2003	Noviembre 2004	Abril 2005
9	Río Claro – Palmar Norte	Octubre 2003	Noviembre 2004	Abril 2005

5.3 Zona Atlántica

Tabla N°13: Evaluaciones con FWD, Zona Atlántica.

Punto de estudio	Descripción	Evaluación N°1	Evaluación N°2	Evaluación N°3
10	Guápiles – Sarapiquí	Enero 2004	Octubre 2004	Febrero 2005
11	Siquirres – Guácimo	Enero 2004	Octubre 2004	Febrero 2005
12	Siquirres – Limón	Enero 2004	Octubre 2004	Febrero 2005
13	Bribri – Sixaola	Enero 2004	Octubre 2004	Febrero 2005

5.4 Valle Central

Tabla N°15: Evaluaciones con FWD, Valle Central.

Punto de estudio	Descripción	Evaluación N°1	Evaluación N°2	Evaluación N°2	Evaluación N°2
14	Manolos – La Garita	Marzo 2002	Octubre 2003	Octubre 2004	Febrero 2005
15	La Garita – Bajo Garita	Marzo 2002	Octubre 2003	Octubre 2004	Febrero 2005
16	Bajo Garita – Atenas	Marzo 2002	Octubre 2003	Octubre 2004	Febrero 2005
17	Cacao – San Pedro de Poás	Agosto 2002	Octubre 2003	Octubre 2004	Febrero 2005
18	Tacares – Grecia	Agosto 2002	Octubre 2003	Octubre 2004	Febrero 2005
19	Alajuela – San Antonio	Agosto 2002	-	Octubre 2004	Febrero 2005
20	San Rafael – San Antonio	Agosto 2002	-	Octubre 2004	Febrero 2005
21	Alajuela – Itiquís	Marzo 2002	Octubre 2003	Octubre 2004	Febrero 2005
22	Itiquís – San Isidro	Marzo 2002	Octubre 2003	Octubre 2004	Febrero 2005
23	San Miguel - Naranjo	Agosto 2002	Octubre 2003	Octubre 2004	Febrero 2005

5.5 Guanacaste

Punto de estudio	Descripción	Evaluación N°2	Evaluación N°3
27	Nicoya	Octubre 2004	Abril 2005
28	La Cruz	Octubre 2004	Abril 2005
29	Arizona	Octubre 2004	Abril 2005

5.6 Pacífico Central

Punto de estudio	Descripción	Evaluación N°2	Evaluación N°3
30	Cárcel, Puntarenas	Octubre 2004	Abril 2005
31	Cambronero	Octubre 2004	Abril 2005
32	Caldera	Octubre 2004	Abril 2005

