

## CAPITULO VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los resultados de las investigaciones realizadas y el análisis de la información obtenida a nivel de campo, demuestran que el tramo a rehabilitarse cuenta con condiciones naturales difíciles y complicadas, y requiere la aplicación de una serie de medidas de estabilización y protección de la carretera en estudio.
2. Dentro de las principales condiciones naturales que determinan los problemas de la carretera deben indicarse las siguientes:
  - ▶ La morfología del valle del río Utcubamba con presencia de tramos de ladera empinadas y secciones tipo cañón y la estructura geológica de la zona formada por sistemas de fallas tectónicas, plegamientos de las rocas y movimientos neotectónicos.
  - ▶ El buzamiento predominante de los estratos de las rocas con direcciones NE (desde la margen izquierda hacia la margen derecha del río Utcubamba), lo que determina en general la inestabilidad de la margen izquierda, por donde está trazada la carretera.
  - ▶ Amplia distribución de los depósitos geológicos poco resistentes mayormente arcillosos, en primer lugar la Fm. Celendín, constituida por capas finas de arcillas, lutitas, limolitas fácilmente alteradas y meteorizadas, y los depósitos cuaternarios con matriz arcillo-limosa que determinan su potencial de inestabilidad de gran magnitud.
  - ▶ Amplios procesos de deformación del lecho del Río Utcubamba relacionados con la dinámica fluvial, determinada por la variación de gradientes en curso del mismo, erosión predominante de la margen izquierda del Río Utcubamba (margen occidental) por efecto de Coriolis.

- ▶ Amplia extensión de los procesos geodinámicos activos como consecuencia de los factores indicados líneas arriba. Son grandes deslizamientos, derrumbes y escombros, cuyo desarrollo se presenta independiente de la actividad humana y se amplía con la ejecución de obras.
3. Las condiciones naturales de la zona determinan la aplicación de diferentes métodos de estabilización y protección de la carretera en grandes volúmenes (grandes magnitudes de obras de estabilización y protección) de dos grupos o tipos principales:
- ▶ Medidas de primer orden para la estabilización de deslizamientos activos y para la protección de deslizamientos actualmente semiestables; las mismas que incluyen obras de protección de la margen izquierda del Río Utcubamba contra la erosión fluvial.
  - ▶ Medidas de segundo orden para los tramos locales de inestabilidad de taludes, erosión de riberas, destrucción de obras de arte, etc.
4. Entre los tramos con mayor dificultad, se encuentra el tramo Km 259+000 - Km 270+000 (Puerto Naranjito – La Caldera) zona de extensión de los depósitos de la Formación Celendín, con amplios procesos geodinámicos que afectan las laderas naturales independientemente de la existencia de la y/o obras de ingeniería. Para estabilizar las orillas del río y proteger la estabilidad de la carretera es necesario efectuar ciertas medidas en todo el largo del tramo, las mismas que comprenden: encauzamiento del río, defensa ribereña, colocación de contrafuertes de gaviones y de suelo armado, colocación de drenaje superficial y subterráneo, etc.

Considerando lo indicado se recomienda contemplar como alternativa más apropiada la reubicación de este tramo de carretera desde la zona de deslizamientos (Fr. Celendín) y procesos activos de erosión de riberas del río Utcubamba (Tramo Puerto Naranjitos – La Caldera), hacia las zonas de afloramiento de rocas más competentes como en la margen derecha del río Utcubamba.

Esta variante se ubica en areniscas de la Formación Chota y prácticamente evita los problemas potenciales de inestabilidad y se evita la Formación Celendín, pero tiene una longitud de 20 Km. mayor en comparación con el tramo existente.

5. La mayor parte del tramo entre el puente Caldera y el puente Corontachaca (Km. 270+00 - Km. 299+00) requiere la aplicación de diferentes medidas de estabilización y protección de los intervalos locales de carretera con inestabilidad de taludes, erosión de riberas, deformación de pavimento y obras de arte.

Los intervalos Km. 273+00, Km. 275+00 – Km 276, Km. 289+00 – Km. 291+00 y Km. 294+00 – Km. 296+00, donde se presentan deslizamientos activos y semiestabilizados requieren la aplicación de dos tipos de medidas: De primer orden para estabilizar y proteger los deslizamientos y de segundo orden para solucionar problemas locales.

Considerando el alto costo que significaría la aplicación de estas medidas y la imposibilidad de garantizar en forma completa la solución del problema a largo plazo, se presenta conveniente la reubicación de ciertos intervalos de la carretera a zonas con condiciones más estables, esto es: Desviar el intervalo Km. 275+00 – Km. 279+00, a la parte alta de la margen izquierda; reemplazar los tramos actuales Km. 289+00 – Km. 291+00 y Km. 294+00 – Km. 296+00 por dos túneles (Túnel en el fondo de la margen izquierda en el primer caso y en la margen derecha del río Utcubamba en el segundo caso).

6. Considerando los graves problemas del tramo de la carretera marginal de la Selva comprendido entre Bagua – Pedro Ruiz, cuya solución requiere de una serie de medidas no convencionales, asimismo que el desarrollo de los procesos naturales de la zona no permiten garantizar por largo plazo la estabilidad y la protección de la carretera, se hace conveniente recomendar analizar la posibilidad de encontrar otra dirección del acceso hacia la Selva Nor Oriental la que puede contar con condiciones más favorables desde el punto de vista geotécnico y con una mayor seguridad de operación.

Como alternativas para el cambio de ruta, se podrían analizar las siguientes:

- ▶ Chiclayo – Santa Cruz – Cutervo – Lonya Grande – Lamud, con prolongación hacia Chachapoyas, Moyobamba y Juanjui.
  - ▶ Chepen – Cajamarca – Celendín – Balzas – Leymebamba – Chachapoyas, con prolongación hacia Juanjui y Moyobamba.
  - ▶ Olmos – Corral Quemado – Cumba – Yamos – Lonya Grande – Lamud, con prolongación hacia Chachapoyas y Moyobamba.
7. Dada la existencia de algunos tramos críticos de la carretera que están en peligro de colapso, como consecuencia del periodo de lluvia próximo, es recomendable que se adopten medidas inmediatas de protección contra la acción erosiva del río Utcubamba, así como el mantenimiento y limpieza de cunetas y alcantarillas, para evitar de esta manera la interrupción total del tránsito.

El desarrollo de los procesos geotécnicos naturales pueden originar nuevos tramos de emergencia, razón por la cual deberá ejercerse un permanente control de todo el tramo con la aplicación de medidas para mantener la operatividad de la carretera.