



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA

**“DEFINICIÓN DE INDICADORES PARA SELECCIÓN DE RUTAS
UTILIZANDO EL MÉTODO PATTERN. CASO ESTUDIO
AUTOPISTA DEL EJE E-25 ENTREHUAQUILLAS Y LA Y DE
TILLALES.”.**

TESIS DE GRADO
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
MAGISTER EN INGENIERIA DEL TRANSPORTE

ELABORADO POR:

MARIA BELEN SUAREZ GALARZA

QUITO, NOVIEMBRE 2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme fuerza y fe para alcanzar este objetivo, a mi querido jefe y amigo Ing. Milton Torres, que con su guía y cariño, ha sido un ejemplo de profesionalismo, responsabilidad y sabiduría.

A esta prestigiosa Universidad y a mis queridos profesores que hicieron parte de este proceso integral de formación.

A mi Director de Tesis, Ing. Fredi Paredes, por su paciencia, acompañamiento, asesoría y consejos, que me permitieron desarrollar este trabajo de investigación.

A mis revisores de Tesis, Eco. Villagómez y Eco. Herdoiza, quienes colaboraron en este proceso para así desarrollarlo de mejor manera.

Así mismo expreso mis agradecimientos a todas aquellas personas que de alguna forma contribuyeron a que haya llegado hasta aquí.

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mi amado esposo José Dueñas, por su sacrificio y esfuerzo, por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su comprensión y amor.

A mis amados hijos, José y Emilia, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mi madre, quien con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A mis amigos quienes compartieron su conocimiento, alegrías y a todas aquellas personas que durante este tiempo estuvieron apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Gracias a todos.

RESUMEN

Para la construcción de una vía, se incluye trabajos de oficina y de campo, dentro de este proceso tenemos según la normativa NEVI 12 varias etapas, la primera es la formulación de alternativas, en el estudio pre- preliminar de la misma.

Se instauran varias alternativas y para la selección de la mejor, estas se podrán evaluar por varios métodos, uno de ellos es el método Pattern, que analiza todos los criterios dentro de un modelo matemático.

El Método Pattern, cumple un proceso de reconocimiento y análisis técnico de cada una de las alternativas, con la ponderación de las mismas y la selección de la mejor. Es así, que se determinan criterios con sus propios factores de valoración e indicadores característicos; a través de un modelo que reúna todas las valoraciones de las alternativas.

Para la identificación de la mejor alternativa, se consideró el criterio territorial con tres indicadores: conectividad con la red existente, accesibilidad, coordinación con el planeamiento urbanístico.

El criterio funcional se define por dos indicadores: tráfico captado, afección del usuario.

El criterio económico se define por cuatro indicadores: V.A.N., B/C, T.I.R. y Período de recuperación de la Inversión

El criterio ambiental- geotécnico que define una combinación lineal de criterios para argumentar sus puntuaciones dentro de los indicadores.

Para el caso estudio Autopista del Eje E-25 entre Huaquillas y la Y de Tillales, se aplica el Método Pattern, y se presentan estos cuatro criterios

cada uno con su respectiva ponderación y valoración para la selección de la mejor alternativa.

ABSTRACT

For the construction of the road, office and field it is included within this process we accordance with the rules NEVI 12 several stages, the first is the formulation of alternatives, in the pre-preliminary study of it.

Several alternatives are established and the selection of the best, these can be assessed by several methods, one of which is the Pattern method, which analyzes all the criteria in a mathematical model.

The Pattern method plays a recognition process and technical of each of the alternatives, with the same weighting and selection of the best analysis. Thus, what criteria will determine their own evaluation factors and characteristic indicators; through a model that meets all the assessments of the alternatives.

To identify the best alternative, the territorial criterion is considered with three indicators: the existing network connectivity, accessibility, coordination with urban planning.

The functional criterion is defined by two indicators captured traffic condition of the user.

The economic criterion is defined by four indicators: VAN, B / C, TIR Period and Payback

The environmentally geotechnical criteria defining a linear combination of criteria to argue their scores in the indicators.

For Axis Highway E-25 between Huaquillas and Tillales And case study, the Pattern method is applied and these four criteria are presented each with its respective weighting and evaluation for selecting the best alternative.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	iv
CAPITULO I GENERALIDADES	1
1.1. INTRODUCCION.....	1
1.1.1 Caracterización del Territorio:.....	7
1.1.2 Planteamiento de Alternativas:	8
1.1.3 Documento:.....	8
1.1.4 Fase Prefactibilidad	10
1.1.5 Análisis Técnico:	10
1.1.6 Evaluación y Selección de Alternativas:	11
1.1.7 Documentos:.....	11
1.2 METODOLOGIA.....	13
1.2.1 Determinación de los criterios, factores y conceptos	13
1.2.2 Obtención de indicadores	14
1.2.3 Obtención del Modelo	15
1.3 OBJETIVOS DE LA TESIS.....	15
1.3.1 Objetivo general	15
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
1.4 ALCANCE DE LA TESIS	16
1.5 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	16
1.5.1 Método basado en la experiencia personal.....	17
1.5.2 Método ponderativo.	17
1.5.3 Análisis Multicriterio	21
1.6 INFORMACION DE PARTIDA	27
1.6.1 ANTECEDENTES.....	27
1.6.2 METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE TRÁFICO.....	29
1.6.2.1 Trabajos de campo.....	30
1.6.2.2 Determinación de las intensidades de tráfico (TPDA) en la red actual	33
1.6.3 PREVISIONES DE TRÁFICO	34
1.6.3.1 Proyección de la matriz de viajes	34
1.6.3.2 Proceso de modelación del tráfico a la red viaria actual y futura	35
1.6.3.3 Proceso de asignación del tráfico.....	37
1.6.4 VARIABLES SOCIOECONOMICAS DE LA REGION DE ESTUDIO	38
CAPITULO II ANALISIS METODO PATTERN	42
2.1 DEFINICION	42
2.2 CRITERIOS TERRITORIALES	45

2.3	CRITERIOS TERRITORIALES	45
2.3.1	Conectividad con la red existente	45
2.3.2	Accesibilidad	46
2.3.3	Coordinación con el planeamiento urbanístico	48
2.4.	Criterios funcionales	49
2.4.1.	Tráfico captado.....	49
2.4.2.	Afección del usuario	50
2.5.	Criterios económicos	52
2.5.1	Valor Actual Neto (V.A.N.)	54
2.5.2.	Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R.).....	55
2.5.3	Relación Beneficio/Coste	55
2.5.4	Período de Recuperación de la inversión	56
2.6.	Criterios ambientales y geotécnicos	57
2.6.1	Criterio ambiental.....	57
2.7.	Análisis de robustez	73
2.8.	Análisis de sensibilidad	74
CAPITULO III APLICACIÓN METODO PATTERN CON		
INDICADORES AJUSTADOS AL PROYECTO		75
3.1	Escenario de proyectos.....	75
3.2	Análisis de alternativas.....	76
3.3	Objetivos.....	89
3.4	Objetivos territoriales	90
3.5	Objetivo funcional	91
3.6	Objetivo Económico.....	92
3.7	Objetivo ambiental y geotécnico.....	93
3.8	Método Pattern	106
3.9	Análisis de Robustez y sensibilidad	106
CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ...		109
4.1	CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE INDICADORES.....	109
4.2	CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE ALTERNATIVAS	110
4.3	RECOMENDACIONES	110
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		111
ANEXOS		113
ANEXO I.....		113
ANEXO II.....		248

Índice de Tablas

Tabla 1. 1 Factores que afectan en el trazado	18
Tabla 1. 2 Factores que intervienen en el método grafico.....	19
Tabla 1. 3 Selección de alternativas análisis multicriterio.....	22
Tabla 2. 1 Valores de afección y tiempo de retardo	51
Tabla 2. 2 Zonas de capacidad de acogida baja tabla	59
Tabla 2. 3 Zonas de capacidad de acogida media	59
Tabla 2. 4 Zonas de capacidad de acogida alta.....	59
Tabla 2. 5 Matriz de Identificación de Impactos	65
Tabla 2. 6 Zonas de capacidad de acogida baja.....	71
Tabla 2. 7 Zonas de capacidad de acogida media	72
Tabla 2. 8 Zonas de capacidad de acogida alta.....	73
Tabla 3. 1 Puntuaciones obtenidas para cada criterio del objetivo territorial	91
Tabla 3. 2 Puntuación del objetivo territorial para cada alternativa	91
Tabla 3. 3 Indicadores de Tráfico captado u afección al usuario.....	92
Tabla 3. 4 Objetivo funcional para cada alternativa.....	92
Tabla 3. 5 Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno para cada alternativa	92
Tabla 3. 6 Relación Beneficio Coste y el Período de Recuperación de la Inversión para cada alternativa	92
Tabla 3. 7 Objetivo económico para cada alternativa.....	93
Tabla 3. 8 Resultados de la valoración de los “Criterios Ambientales”	94
Impacto demanda necesidades de materiales	94
Tabla 3. 9 Ponderación del Impacto.....	98
Tabla 3. 10 Ponderación del impacto demanda aceptación social	103
Tabla 3. 11 Objetivo geotécnico para cada alternativa.....	105
Tabla 3. 12 Objetivo amb-geotécnico para cada alternativa.....	105
Tabla 3. 13 Objetivo ambiental – geotécnico trabajados en conjunto.....	105
Tabla 3. 14 Ponderación objetivo ambiental – geotécnico	105
Tabla 3. 15 Valoración de las alternativas según el método pattern	106
Tabla 3. 16 Análisis de Robustez y sensibilidad para cada alternativa.....	106

Índice de Figuras

Figura 1. 1 Flujograma de actividades del proyecto	3
Figura 1. 2 Fase I pre-preliminar Dibujo	9
Figura 1. 3 Fase II estudio de prefactibilidad de alternativas.....	12
Figura 1. 4 Selección de ruta	17
Figura 1. 5 Esquema método ponderativo	21
Figura 1. 6 Esquema análisis multicriterio.....	27
Figura 2. 1 Escalado de valores conectividad con la red existente figura.....	46
Figura 2. 2 Escalado de valores accesibilidad	47
Figura 2. 3 Escalado de valores Coordinación con el planeamiento urbanístico	49
Figura 2. 4 Escalado de valores tráfico captado	50
Figura 2. 5 Escalado de valores afección del usuario	52
Figura 2. 6 Escalado de valores valor actual neto (V.A.N.)	54
Figura 2. 7 Escalado de valores tasa interna de rentabilidad (T.I.R.)	55
Figura 2. 8 Relación Beneficio/ Coste	56
Figura 2. 9 Inversión de la Infraestructura.....	56
Figura 3. 1 MTOP, 2013	89
Figura 3. 2 Mapa faltante 3	100

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

El proyecto de una vía incluye los trabajos de campo y de oficina de donde se obtiene la memoria y los dibujos (planos, perfiles, secciones transversales, secciones horizontales, etc). (NEVI, VOLUMEN I Pag.26) Dependerá de los puntos de unión para determinar la magnitud del proyecto, km de distancia y el costo del mismo.

Se establecerá los extremos de la vía, para determinar la mejor ruta posible, una vez identificada se estudiará pendientes, topografía, secciones transversales y demás detalles técnicos, la ruta escogida debe considerar construcción, explotación, operación con la máxima economía, eficiencia y utilidad posible.

En la justificación del proyecto se debe realizar un estudio de factibilidad, mismo que determinará si todos los gastos contemplados construcción, operación y mantenimiento están bien compensados con los beneficios sociales y económicos que producen el servicio.

Se busca trabajar con un equipo interdisciplinario con conocimientos de ingeniería civil, finanzas, administración, para la aprobación del estudio de factibilidad. En el aspecto del diseño de la vía, el ingeniero responsable del proyecto no debe ser solamente un técnico, pues el tipo

de vía que va a resultar tiene una gran influencia en su localización, y cada alternativa va a presentar problemas técnicos y económicos específicos, y es él quien debe proponer soluciones y tomar decisiones en cada oportunidad. (NEVI, VOLUMEN I Pag.26)

El proyecto debe cumplir las siguientes etapas y actúa bajo el siguiente flujograma de actividades de la Figura 1.1. (NEVI, VOLUMEN I, Pag.26-27)

- Exploración o reconocimiento del terreno
- Formulación de Alternativas de Trazado
- Selección de ruta.
- Trazado preliminar.
- Diseño.
- Localización o replanteo.

A continuación se presenta el flujograma de actividades para facilitar y mejorar el diseño y construcción de las vías.

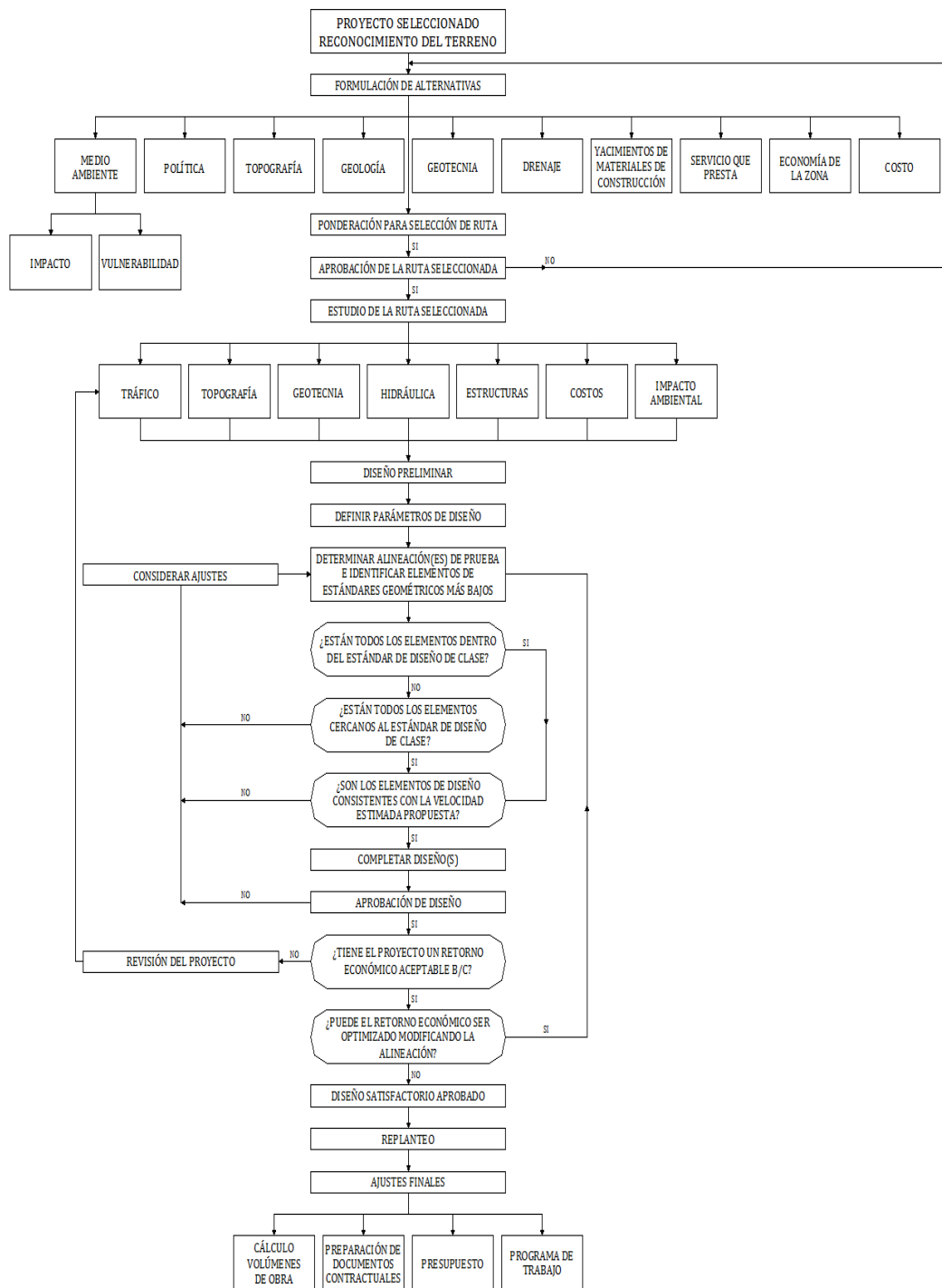


Figura 1. 1 Flujograma de actividades del proyecto
Fuente: (NEVI, VOLUMEN I Pág.27)

Como se conoce los contratos de consultoría para realizar los estudios y diseños viales, hasta antes del 2012 se realizaban en base a términos de

referencia que son elaborados por la Dirección de Estudios del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, los cuales describían el alcance de los trabajos a realizar, en este documento se le daba muy poca importancia o relevancia a la selección de ruta.

Con la elaboración del Plan Estratégico de Movilidad y de las normas NEVI 12, se llegó a establecer que muchos de los defectos y fallas que se encontraban en los diseños aprobados se debían a una deficiente selección de ruta o de alternativas de trazado y se estableció que para mejorar el problema detectado, era conveniente profundizar esta etapa dándole mayor importancia que la de factibilidad y la de diseño definitivo, puesto que en la etapa de factibilidad ya se procedía al diseño geométrico de la alternativa seleccionada, y en el diseño definitivo se afinaba cualquier problema que se había detectado en la fase de proyecto.

En el anexo 1, se establece la secuencia definitiva que debe seguir los estudios y diseños de carreteras de la red estatal.

RECONOCIMIENTO

En la etapa de reconocimiento se analiza los diversos corredores por los cuales será posible plantear el trazado vial, para su selección debe cumplir con el objetivo, alcance y especificaciones del proyecto. El ancho del corredor depende del tipo de terreno y de la importancia de la vía, pero debe satisfacer las necesidades del proyecto. No se debe

favorecer la ruta más fácil sino la que realmente cumpla con las condiciones óptimas del proyecto.

Es importante para el proyecto contar con fotografías aéreas, exploraciones a pie en el terreno, se puede complementar en la oficina, con el estudio estereoscópico de fotografías aéreas de pequeña escala (como 1:25.000) y mapas. (NEVI, VOLUMEN I, Pag28)

El reconocimiento del terreno es una de las etapas más delicadas del proceso, pues de esta dependerá el resultado del trazado, con criterios técnicos recomendables y aceptables, como buenos alineamientos, con pendientes aceptables, con bajos movimientos de tierras y sobre terreno de buenas condiciones geológicas.

Según reglas enunciadas por A.M. Wellington, (1887) para el reconocimiento del terreno. Éstas son las siguientes:

1. No debe hacerse el reconocimiento de una línea sino de toda el área, entre los puntos extremos.
2. Toda opinión preconcebida a favor de una línea en particular debe ser abandonada, especialmente si es en favor de la línea que parece más obvia.
3. Hay que evitar la tendencia a exagerar los méritos de las líneas cercanas a carreteras o a lugares muy poblados.
4. Las desigualdades del terreno, los puntos rocosos, las cuestas empinadas, los pantanos y otros accidentes del terreno ejercen una influencia mal fundada en la mente del explorador.
5. Las líneas difíciles de recorrer a pie o de vegetación muy tupida parecen peores de lo que en realidad son.
6. A medida que avanza el reconocimiento debe hacerse mentalmente un mapa hidrográfico de la región.

7. El ingeniero debe dar como regla invariable, poco crédito a toda información desfavorable, sea cual fuere su origen, que no esté de acuerdo con su criterio.

Mientras se hace la exploración o el reconocimiento del terreno, se debe obtener una serie de datos que después serán de gran utilidad al tomar decisiones (NEVI VOLUMEN I, Pag28)

1. Los puntos de paso obligado (lugares de carácter político, o social).
2. Las alturas relativas de esos puntos.
3. Las pendientes longitudinales resultantes de los diversos tramos.
4. Las características geológicas del suelo y la facilidad de explotación de los materiales.
5. El número, clase y dirección de los cursos de agua y de las serranías.
6. Las condiciones climatológicas, meteorológicas, etc., de la zona.
7. Este proceso nos da como resultado la elección de mejor trazado en cuanto al diseño vial y mejor beneficio social.

SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE DISEÑO

La evaluación de una alternativa de diseño consiste en comparar los recursos empleados con los beneficio a obtener con el proyecto, es así que se determinará si está justificado realizar la actuación, y si existen problemas elegir la alternativa más adecuada.

Los costes de construcción, operación, mantenimiento, se pueden valorar monetariamente así como sus efectos, por ejemplo la variación de los costes de tiempo de viaje, pero en otros es difícil su valoración como en los efectos ambientales y se los considerará de forma separada porque que no se podrán valorar monetariamente.

Fase Pre – Preliminar

Es el nivel más primario de un proyecto, cuyo objetivo principal es la identificación de los problemas existentes en infraestructura, y su importancia.

Por lo tanto, el proyecto vial satisface la necesidad existente, aquí se definen el objetivo general y específicos, se realiza la caracterización de alternativas y los planos se presentan en escalas 1:25.00 y 1:50.000.

En esta fase es necesario realizar actividades que ayuden al desarrollo del proyecto, mismas que se detallan a continuación:

1.1.1 Caracterización del Territorio:

En esta actividad se realiza el estudio de cartas topográficas y exploraciones terrestres, el estudio fundamental geológico, geotécnico, impacto ambiental y socioeconómico, aquí se determina el primer planteamiento de alternativa.

1.1.2 Planteamiento de Alternativas:

Se determinan posibles alternativas con los aspectos técnicos del diseño vial, geotécnico, geológico, medio ambiente, climatológico y de tráfico en la zona del proyecto.

1.1.3 Documento:

Se presenta la respectiva memoria y el resumen para consultas.

En el siguiente esquema se detallan las actividades antes ya mencionadas:

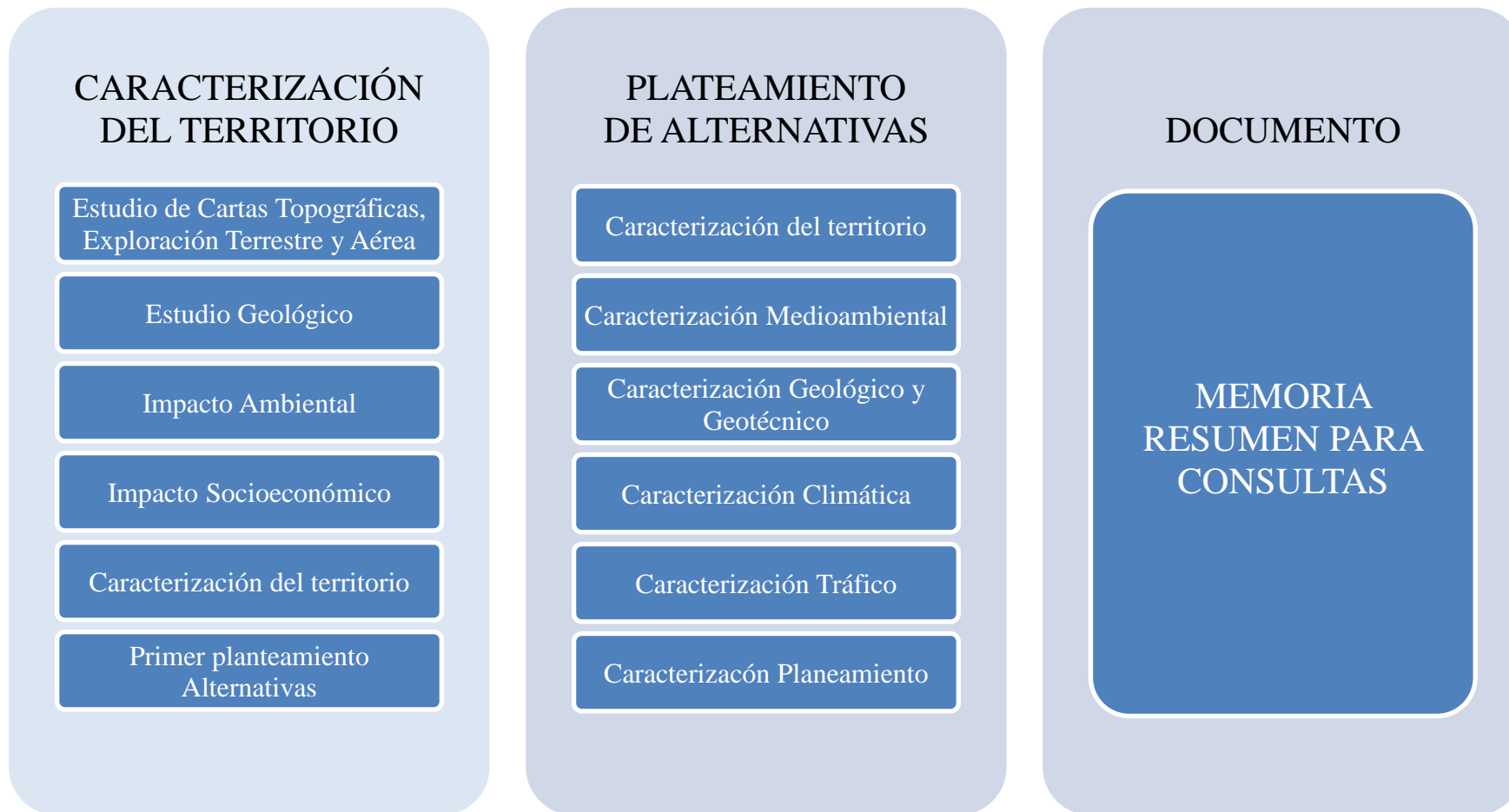


Figura 1. 2 Fase I pre-preliminar Dibujo
Fuente: NEVI, volumen I, página 71

1.1.4 Fase Prefactibilidad

En esta fase, se realiza la compilación de antecedentes y estudios existentes de la zona, para conocer las características del espacio físico, aquí se implantarán las distintas soluciones técnicas y operaciones a nivel pre-preliminares.

El contenido de un proyecto en esta Etapa se establece de la siguiente manera: Definición de alternativas, análisis ambiental, prefactibilidad concesional, recolección de información pública y la respectiva licencia de Impacto Ambiental. Las escalas en las que se debe presentar los planos para esta segunda etapa son 1:5000. Las acciones que se deben cumplir en esta etapa son las siguientes: (NEVI, VOLUMEN I PAGI 72.)

1.1.5 Análisis Técnico:

Se debe analizar la topografía y tener el conocimiento técnico de geología, geotecnia, estudio hidrológico de la zona, previsiones de tráfico, sección típica horizontal y vertical. Movimiento de tierras. Coordinación urbana. Pavimentos. Tipología estructural y túneles. Expropiaciones y reposiciones. Estudio de impacto ambiental.

1.1.6 Evaluación y Selección de Alternativas:

Se debe establecer una evaluación económica y financiera para la selección y valoración de las alternativas.

1.1.7 Documentos:

Los documentos que se deberán proporcionar en esta segunda fase del desarrollo del proyecto son: información pública, el estudio de Impacto Ambiental y la Licencia Medioambiental (NEVI, VOLUMEN I, PAGINA 72)

En el siguiente esquema se detallan las actividades antes ya mencionadas:

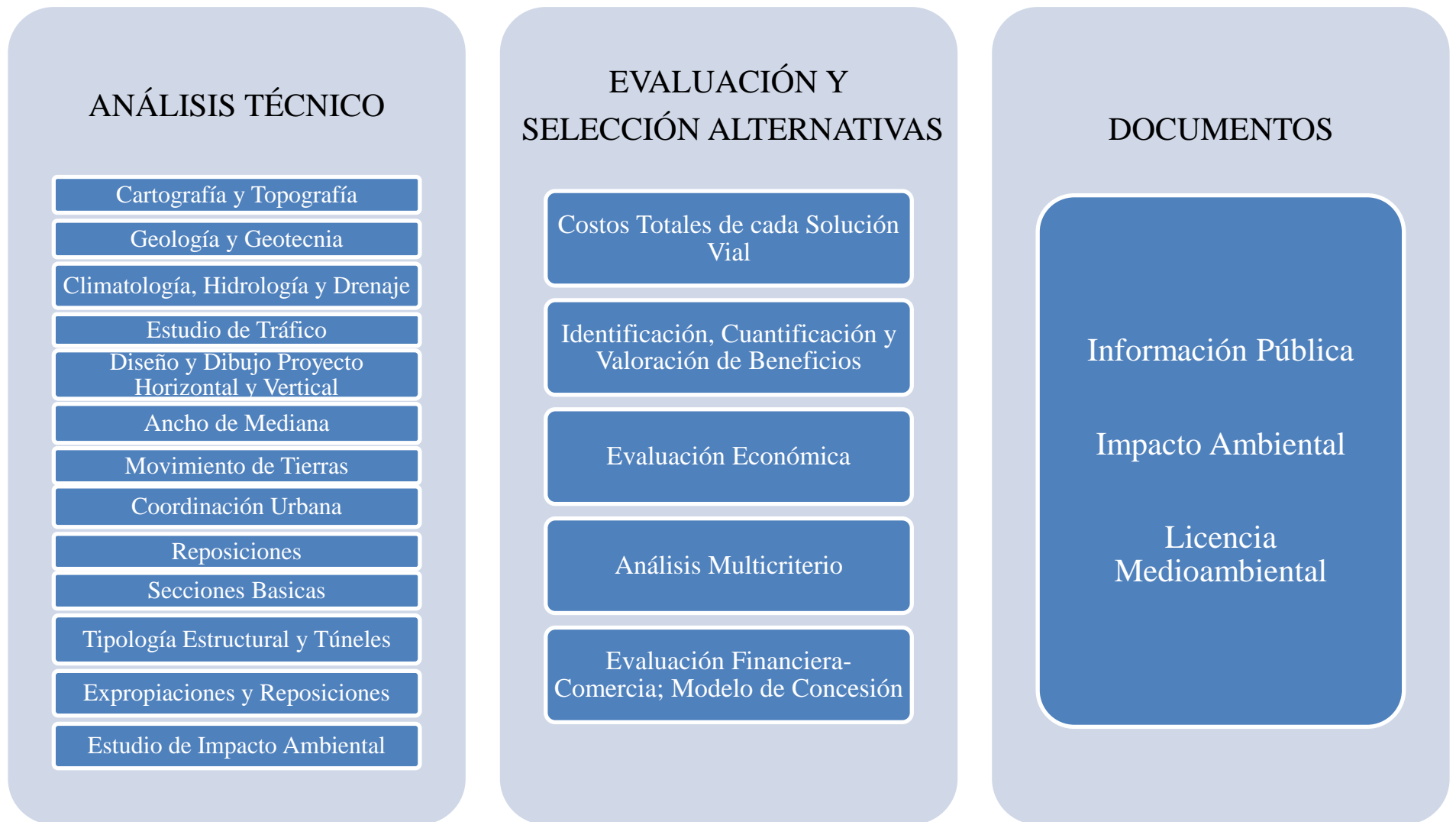


Figura 1. 3 Fase II estudio de prefactibilidad de alternativas
Fuente: NEVI, volumen I página 73

1.2 METODOLOGIA

Una vez cumplido el proceso de reconocimiento y realizando el análisis técnico de cada una de las alternativas, es importante cumplir el proceso de selección de las mismas, para esto se existe el Modelo Pattern, cuya metodología se explicará a continuación:

1. Determinación de los criterios, factores para la valoración del nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación de esta alternativa.
2. Obtención de indicadores característicos que permitan cuantificar las alternativas con respecto de otras.
3. Obtención del modelo matemático que reúna las valoraciones de todas las alternativas.
4. Aplicación del análisis, empleando diversos criterios que permitan evaluar y comparar las alternativas.

1.2.1 Determinación de los criterios, factores y conceptos

Atendiendo a los objetivos marcadas para la actuación, a las características del medio social y ambiental en el que ésta se desarrolla, se ha estimado conveniente valorar las alternativas considerando los siguientes criterios:

- Criterios territoriales
- Criterios funcionales

- Criterios económicos
- Criterios técnicos

Para cada uno de estos criterios se ha obtenido un parámetro único, combinados linealmente para obtener el resultado o la nota de las alternativas, deducido a partir de la evaluación de diversos factores y conceptos simples, escogidos por su representatividad, su importancia y la factibilidad de su valoración por métodos cuantitativos. Los factores y conceptos simples adoptados en cada criterio, haciendo más fácil la comparación entre alternativas.

1.2.2 Obtención de indicadores

La modelización numérica requiere la utilización de unos índices de medida subjetiva, que definan cuantitativamente el comportamiento de las alternativas con respecto a cada criterio. Estos índices suponen una síntesis de la evaluación de diversos factores y conceptos que intervienen en la caracterización, se ha considerado necesario desarrollar la obtención de los indicadores en dos niveles:

Nivel 2: en él se produce la caracterización de los factores a través de su valor deducido o medido (minutos estimados en el caso de tiempos de recorrido) y, cuando el factor es compuesto, a través de un índice que sintetiza las aportaciones de sus conceptos simples.

(<http://www.fomento.gob.es/ferrocarriles/ESTUDIO2>)

Nivel 1: en él se produce la homogeneización de los valores obtenidos para cada factor, situándolos todos en una escala de 1 a 10, tras lo cual, aplicando unos coeficientes de ponderación (elegidos de forma justificada) que regulan la influencia de cada factor en el criterio se obtiene la calificación final, que se escala también para que esté comprendida en el intervalo (1 a 10)(<http://www.fomento.gob.es/ferrocarriles/ESTUDIO2>).

1.2.3 Obtención del Modelo

Tras el análisis y valoración de la aptitud se encuentra la alternativa más viable para la construcción.

Valores que se agrupan en un modelo numérico que sufre algunas modificaciones, como la normalización de su matriz y la obtención del vector de prioridad mismo que será el factor de ponderación para cada uno de los criterios, su posterior verificación y se obtendrá la calificación de cada uno de ellos.

1.3 OBJETIVOS DE LA TESIS

1.3.1 Objetivo general

- Establecer indicadores y pesos de ponderación a ser utilizados, efectuar el análisis de sensibilidad, para mejorar el análisis comparativo y selección de alternativas de rutas.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Analizar cada una de las soluciones propuestas, asignando ponderaciones a cada propuesta.
- Analizar soluciones de carácter territorial, ambiental, económico y técnico
- Verificación funcional y repercusión económica.

1.4 ALCANCE DE LA TESIS

Esta metodología analiza las valoraciones de cada criterio de las diferentes alternativas propuestas, a través de la metodología multicriterio, para adaptarlo a las condiciones particulares del presente estudio.

1.5 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La selección de ruta es una de las etapas más importantes en el diseño geométrico de una vía, pues de una buena elección de la alternativa más conveniente, dependerá el éxito en el trazado y diseño de una vía.

En la etapa de reconocimiento, se establecieron diferentes alternativas por los cuales se podría proceder a realizar el estudio y trazado de la vía.

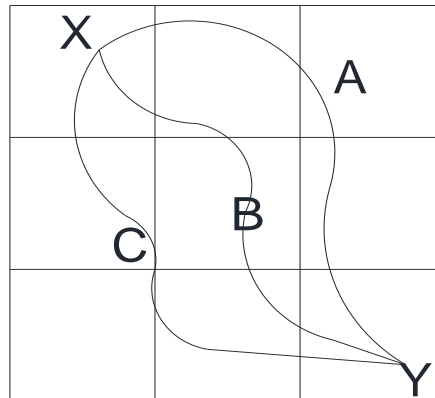


Figura 1. 4 Selección de ruta

- Fuente: (DISEÑO VIAL, MILTON TORRES, PUBLICACION 2008)

Escoger la más conveniente es la incógnita que debemos resolver, para lograr este propósito existen los siguientes procedimientos:

1.5.1 Método basado en la experiencia personal

Es un método expedito que se puede utilizar cuando el proyecto en estudio no reviste de gran importancia (caminos vecinales por ejemplo) y es necesario seleccionar la ruta sobre la marcha, el técnico encargado del estudio basa su elección en un análisis visual de todos los factores que intervienen en el trazado de la vía, y ponderados de acuerdo a su experiencia.

1.5.2 Método ponderativo.

Cuando la elección de la ruta a estudiarse o la importancia de la obra así lo amerite, se debe utilizar procedimientos que basados en la información

recolectada en el proceso de reconocimiento, nos permitan procesarla adecuadamente con el objeto de solucionar la ruta a estudiar de la manera más racional posible.

Los factores que influyen en el trazado y que deben analizarse con detenimiento son los que se indican a continuación:

- Longitud
- Topografía
- Geología
- Geotécnica
- Drenaje
- Materiales de construcción
- Costo
- Servicios que presta (demografía)
- Características económicas
- Políticas (DISEÑO VIAL, MILTON TORRES, PUBLICACION 2008)

Este método se basa en dar valores a los diferentes factores 10 para condiciones excelentes y 0 para las condiciones pésimas y valores intermedios para calificaciones intermedias.

Luego se sumará todas las calificaciones y la mejor alternativa será aquella que tenga mayor porcentaje, para lo cual se establecerá un cuadro tal como el que se indica a continuación:

Tabla 1. 1 Factores que afectan en el trazado

ALTERNATIVA \ FACTORES	1	2	N
Longitud				
Topografía				
Geología				
Geotecnia				
Drenaje				

Método gráfico: para proceder a solucionar la ruta por este método deben seguirse los siguientes pasos:

La zona por donde se proyecta trazar la vía se subdivide en sectores de carreteras homogéneas.

Dicho trabajo se realiza en hojas de papel transparente para cada una de las características enumeradas anteriormente, hojas en las cuales se coloreará los diferentes sectores de acuerdo a una escala de colores, en los cuales se utilizará los colores primarios (amarillo, azul y rojo) y los colores secundarios (anaranjado, violeta, verde).

La escala se arreglará de tal manera que por superposición de los diferentes hojas nos dé una idea de las zonas potencialmente buenas para que la vía pase por ahí, este método tiene gran aplicación en el trazado de vías urbanas.

Tabla 1. 2 Factores que intervienen en el método grafico

ALTERNATIVA \ FACTORES	1	2	N
Mat. Construcción				
Costo				
Demografía				
Económicas				
Políticas				
TOTAL				

Para este estudio se hace imprescindible la toma de decisiones a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG), el cual está compuesto por un hardware, un software y procedimientos para capturar, analizar, modelizar, y representar datos georreferenciados, para de esta manera, resolver problemas de gestión y planificación.

Un SIG está representado por puntos, líneas y polígonos, los cuales, al ser asociados con datos temáticos nos sirve para el análisis y consulta de información geográfica. Ejemplos:

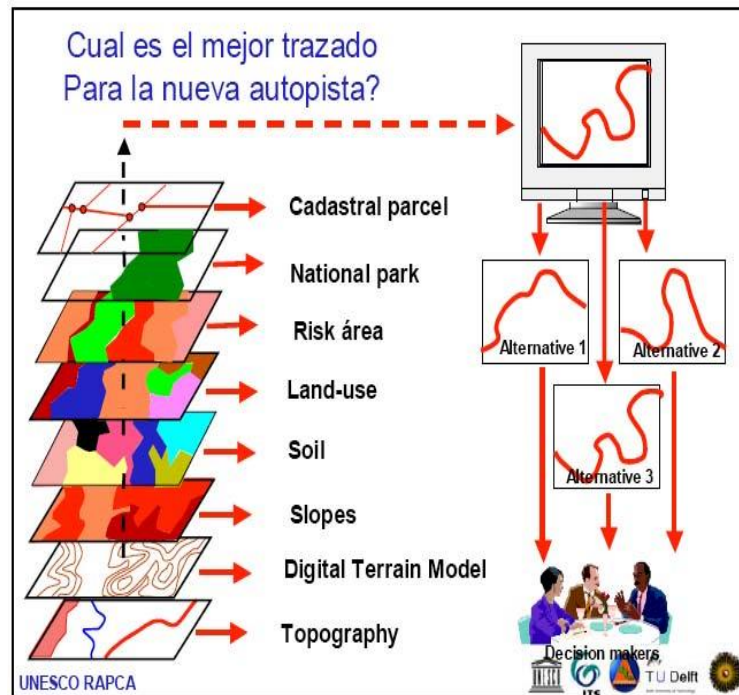


Figura 1. 5 Esquema método ponderativo
Fuente: Consorcio de Consejos Provinciales del Ecuador (CONCOPE)

1.5.3 Análisis Multicriterio

El análisis multicriterio pretende salvar las limitaciones e inconvenientes de los sistemas anteriores (unicriterios).

Es una técnica en que se evalúa un cierto número de alternativas simultáneamente, según diferentes criterios, llegando a varias evaluaciones parciales, generalmente contradictorias, y en donde se intenta agregar estas evaluaciones parciales en una evaluación única.

Características:

- Hace intervenir criterios extraeconómicos, no aplicables a cálculos económicos, junto con criterios económicos y financieros.

- Acepta existencia de objetivos múltiples que pueden ser contradictorios.
- No agrega elementos heterogéneos.
- No pretende definir solución óptima, solo pretende acercarse a ella lo más posible.
- No existe un solo análisis hay una serie de técnicas.

Requisitos

1. Definir objetivos, puntos de vista o factores que inciden la valoración.
2. Fijar los criterios de calificación o indicadores dentro de cada objetivo.
3. Ponderar los distintos objetivos, según el espíritu del decisor.
4. Establecer un índice que caracterice a cada alternativa según cada objetivo.

Tabla 1. 3 Selección de alternativas análisis multicriterio

Objetivos		1	2	3
Criterios		C1	C2	C3
Ponderación		α_1	α_2	α_3
Alternativa	A	i1a	i2a	i3a
Alternativa	B	i1b	i2b	i3b
Alternativa	C	i1c	i2c	i3c

Fuente: Evaluación económica, MTOP, publicación 2013 Sistemas

a) Análisis multicriterio desagregado

El analista presenta una serie de evaluaciones heterogéneas sin agregarlas, dejando esta tarea al decisor.

b) Técnicas de clasificación

- Ordinal
- Índices de preferencia

c) Método Delphi- iteración

- Elegir experto
- Establecer y partir cuestionario inicial
- Recoger, estudiar y clasificar respuestas
- Establecer cuestionario indicando a cada experto suposición frente a los demás.
- Motivar al experto
- Recoger y clasificar las respuestas
- Tercer cuestionario

Método Electre

Características

- Respecto a la ponderación de criterios basta con establecer una ordenación de los mismos (escala original).
- Respecto a la valoración de cada alternativa en función de cada criterio, existe una escala cardinal.
- Preferencia = una valoración más elevada que otra.
- Consiste en comparar las alternativas dos a dos, según una regla de jerarquización.

$$i > j$$

La regla de jerarquización de alternativas basada en:

- **Indicador de concordancia (Cij):** índice que depende exclusivamente de la ponderación de los criterios de selección.

- **Indicador de discordancia (Dij):** índice que depende exclusivamente de la valoración dada a las alternativas según cada criterio de selección.
- C_{ij} = Cociente de la suma de los pesos de los criterios favorables $i > j$, entre la suma de todos los pesos del conjunto de criterios de selección que interviene en el análisis.
- D_{ij} = Valor relativo de la mayor diferencia existente entre las valoraciones dadas a las alternativas i y j , según los criterios discordantes.
 - Se toman valores de referencia de los indicadores que definirán el grado de garantía de la selección efectuada.(Evaluación ECONOMICA, MTOP, PUBLICACION 2013)
- P = valor referencia del índice de concordancia.

Cuando:

- $i > j$
- $C_{ij} > p$
- $D_{ij} > q$

Se llega a elegir la alternativa preferible según reglas:

- Toda alternativa eliminada debe estar precedida por al menos una alternativa conservada.
- Ninguna alternativa conservada debe proceder jerárquicamente a ninguna otra alternativa conservada.

EFFECTOS Y AGENTES

- En la evaluación de alternativas es importante asegurarse de que se toman en cuenta todos los efectos producidos por los costes pertinentes. Por ello, han de considerarse expropiaciones, zonas afectadas, etc.
- Así, por ejemplo, habría que tener en cuenta los siguientes grupos y efectos: (NEVI VOLUMEN I PAGINA 30)

Usuarios de la carretera y empresarios de transporte

Los efectos a considerarse son:

- Coste del funcionamiento de vehículos.
- Coste del tiempo de viaje.
- Coste de los accidentes.
- Seguridad (aparte del coste de accidentes).
- Comodidad.
- Accesibilidad.
- Coste operacional de la vía hasta su puesta en servicio.
- Coste operacional mantenimiento durante la vida útil de la vía.

No usuarios directamente afectados

- Personas que viven junto a la carretera y empresas relacionadas con ella (estaciones de servicio, hoteles, etc.): (NEVI VOLUMEN I PAGINA 31)

- Coste de terrenos y locales.
- Costes de traslados.
- Daños durante la construcción.
- Pérdida o ganancia de valor en terrenos y negocios.
- Ruptura de relaciones sociales, económicas, etc.
- Modificaciones ambientales.
- Coste de ruido.
- Coste de contaminación.

No usuarios afectados indirectamente

- Se considera:
 - Empresas de transportes alternativas (ferrocarriles).
 - Empresarios afectados directamente por otros itinerarios (hoteles, estaciones de servicio, etc.).
 - Consumidores afectados por el coste del transporte por carretera.
 - Comunidades afectadas por modificaciones ambientales.
- Y los agentes presentados se detallan a continuación:

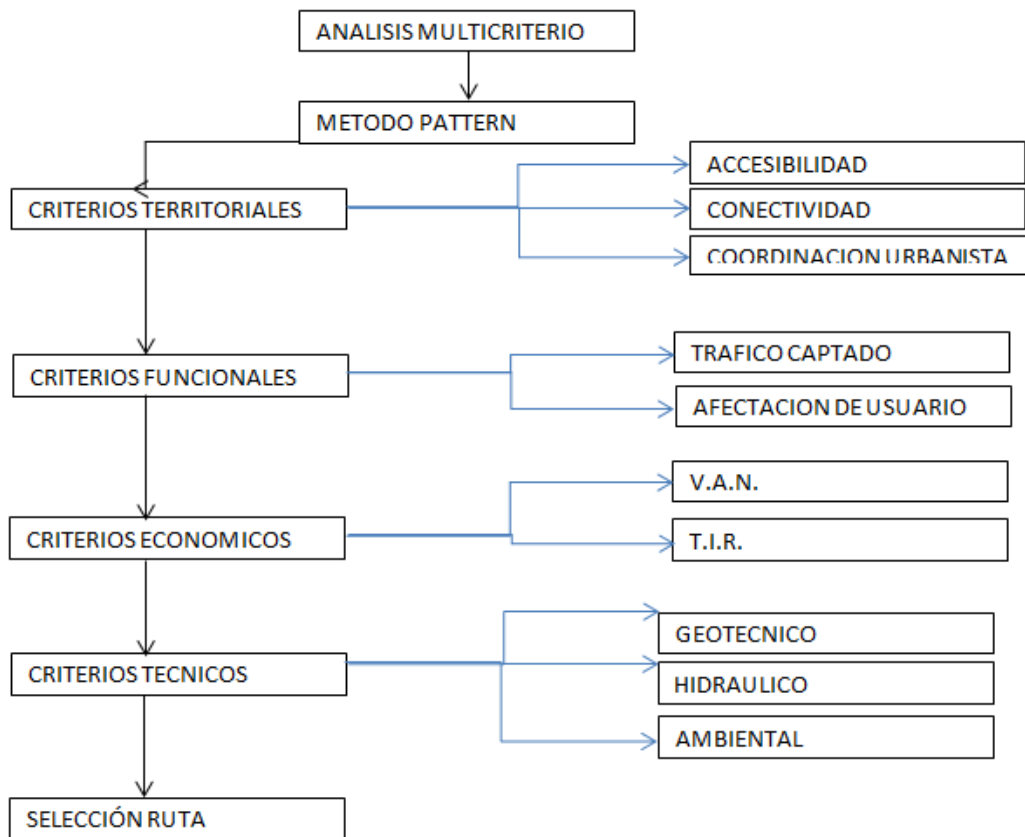


Figura 1. 6 Esquema análisis multicriterio
 Fuente: NEVI VOLUMEN I PAGINA 31

1.6 INFORMACION DE PARTIDA

1.6.1 ANTECEDENTES

Se debe analizar con suficiente grado de detalle las alternativas seleccionadas, para las que habrá que establecer las medidas técnicas, los impactos ambientales residuales, los problemas funcionales y territoriales y los costes de todo tipo (expropiación, construcción, medidas correctas, coste generalizado del transporte, etc.), para cada una de ellas a fin de poder

elegir mediante un Análisis Multicriterio aquella que se estime más conveniente.

Se propondrá un mínimo de cuatro soluciones viales, incluyendo la opción cero-cero, o sea, mantener la situación actual, y la opción cero, consiste en la ampliación y rectificación de la ruta actual existente (en el caso de existir), para el corredor en estudio, buscando las que sean más viables desde el punto de vista medio ambiental y territorial teniendo en cuenta las restricciones del medio físico y socioeconómico.

Se analizarán y se proyectarán todos los parámetros económicos y sociales del tráfico vehicular de carga y pasajeros tales como la población, producción, parque de vehículos, producto interno bruto regional, infraestructura vial complementaria, incentivos a la movilidad, turismo, proyectos de inversión, ZEDES, nodos de movilidad terrestre, y otros.

Se deberá poner énfasis en el estudio de los tráficos inducidos o generados (como diferentes de los tráficos de tendencia) dado que las menores distancias y diferentes estándares de calidad atraerán importantes grupos de nuevos usuarios.

1.6.2 METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE TRÁFICO

Se citarán y analizarán los estudios de tráfico ya existentes sobre el corredor o área de atracción considerada.

En el caso de una vía nueva se localizarán las estaciones de aforo (encuestas origen-destino), situadas en el entorno del tramo de corredor objeto de estudio, representándose en un plano croquis, con indicación de su categoría, e incluyendo la denominación de las carreteras controladas y los tramos concretos donde se efectúan las observaciones.

Para rectificación del trazado vial, se ubicarán las estaciones en los puntos seleccionados y se obtendrá el tráfico registrado (TPDA), además de evaluar el registro en caso de existir de al menos, en los últimos cinco años, con indicación del porcentaje de pesados, incidiendo principalmente en las estaciones permanentes, de las que se obtendrán, aquellos datos que permitan conocer las características más significativas del tráfico: variación mensual, semanal, diaria (de la semana media), así como el diagrama de frecuencias de intensidades horarias que permite determinar la intensidad de tráfico en la hora de proyecto.

A partir de este estudio se procede a identificar los volúmenes de tráfico para cada una de las alternativas, extraído a partir de una serie de matrices Origen- Destino de la zona de estudio. Estas matrices están categorizadas según segmento de vehículo:

Vehículos livianos.

Autobuses de 2 ejes.

Autobuses de 3 ejes.

Vehículos pesados de 2 ejes pequeños.

Vehículos pesados de 2 ejes medianos.

Vehículos pesados de 3 ejes.

Vehículos pesados de 4 o más ejes.

Para estimar los incrementos del nivel de tráfico, se han elaborado una serie de modelos estadísticos de generación, que permitan relacionar la demanda con las variables socioeconómicas. Es así que se emplean los datos históricos existentes, como las estimaciones oficiales socioeconómicas:

- Población del área de influencia.
- Producto Interno Bruto (PIB).
- Producto Interno Bruto per cápita.
- Tasas de motorización de vehículos livianos y vehículos pesados (vehículos por cada 1000 habitantes).

El modelo de generación es predictivo con capacidad para descubrir patrones y asociaciones del total de viajes que sale y llega a cada zona, se obtiene las matrices origen- destino de cada una de las alternativas disponibles, en función de la captación de tráfico de cada una de ellas .

1.6.2.1 Trabajos de campo

El trabajo de campo se dirigirá a complementar la información necesaria para el conocimiento de la configuración del tráfico que afecta al área de

estudio, principalmente en los aspectos relativos a los movimientos origen/destino.

Por la variación de los volúmenes de tráfico vehicular, el estudio de tráfico enfocará su análisis considerando los aspectos siguientes:

Los centros de conteo, se dividirán en sub-tramos: dos como mínimo, que representen por lo menos el 70% del total de la vía. Se entenderá por sub-tramos, a los tramos que compartan tipos de tráfico homogéneos, características de uso o condiciones de construcción similar y que puedan analizarse por separado y cuya solución de diseño sea similar.

Se cuantificará la movilidad de vehículos que crucen a la vía en estudio, esto no solo servirá para ubicar los cruces o soluciones alternativas, sino también para su dimensionamiento.

Los conteos y el estudio de tráfico se harán en la alternativa cero-cero (vía existente) y para las alternativas nuevas o revisión de la alternativa actual (alternativa cero), se deberá analizar el tráfico con respecto al nuevo trazado, que podrán tener diferentes longitudes, características geométricas y diferentes elementos económicos o de otra naturaleza que puedan ser un factor de inducción de nuevos tráficos.

Las actividades a desarrollarse para cada estación de conteos son las siguientes:

- Conteos de tráfico, durante siete (7) días continuos, 24 horas por día utilizando la metodología más segura y eficiente.
- Conteos de clasificación vehicular, durante dos (2) días, 24 horas por día (uno entre semana y otro en fin de semana).
- Estudio de velocidades de circulación y tiempo de viaje.
- Determinación de volumen de hora pico (causales de los más altos tráficos y la determinación de tal hora pico).
- Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), existente.
- Encuestas de origen y destino, durante un (1) día, 24 horas por día.
- Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), desviado al proyecto.
- Asignación del TPDA al proyecto.
- Inventario vial, características geométricas requeridas por el software a utilizar (MTOPI, PUBLICACION TPDA, SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, 2012)

El trabajo de campo se desarrollará siguiendo el esquema siguiente:

- a) Elección de los puntos significativos de la red, para la realización de aforos, encuestas u otro tipo de observación.
- b) Diseño del cuestionario o cualquier otro soporte de recogida de la información.
- c) Elección del sistema de aforo: aparatos registradores, aforos manuales, etc. La información deberá, en todo caso, recogerse de manera que permita una explotación del tráfico horario registrado durante el período aforado.
- d) Elección del sistema de control de movimientos: aforos direccionales en las intersecciones (que para determinadas relaciones aporta suficiente información), encuestas de tráfico en carretera, encuestas de tráfico en estaciones de servicio, u otro método.

e) Calendario de ejecución del trabajo de campo con indicación del mes, días y período horario de realización de las campañas de aforo y de encuestas.

1.6.2.2 Determinación de las intensidades de tráfico (TPDA) en la red actual

a) Tráfico de las estaciones de aforo: se recogerá la evolución del tráfico registrada en los últimos cinco años de los que se disponga de información, con indicación de la tasa de crecimiento anual acumulativa correspondiente a dicho período y el porcentaje de camiones habidos en el último año de referencia.

b) De la estación o estaciones permanentes de aforo afines al área de estudio, se elaborarán tablas y gráficos sobre aquellas características del tráfico que serán posteriormente, utilizadas para la extrapolación de los datos de aforos y encuestas recogidos en el trabajo y la determinación del tráfico en la hora de proyecto (H-50 ó H-100).

c) Tráfico aforado en el trabajo de campo: los registros horarios obtenidos durante el trabajo de campo, serán convenientemente extrapolados al TPDA, mediante aplicación de los coeficientes de transformación correspondiente.

d) Los coeficientes a utilizar dependerán, como es lógico, de las fechas y número de observaciones efectuadas (mes, semana, días de la semana, período horario, etc).

e) Distribución del tráfico de la red básica con referencia al año actual: tanto los tráficos de los tramos controlados por las estaciones de aforo,

como los controlados en las campañas de aforos, se extrapolarán al año en curso, en base a la tendencia evolutiva registrada en el período analizado, u otro criterio suficientemente justificado.

f) Los TPDA obtenidas se representarán en el gráfico codificado en la red básica actual (AO), indicando el número de vehículos totales y el porcentaje de pesados.

1.6.3 PREVISIONES DE TRÁFICO

1.6.3.1 Proyección de la matriz de viajes

Metodología utilizada para proyectar los volúmenes de tráfico a partir de los volúmenes actuales. De acuerdo al tipo de proyecto se encuentra normado la proyección a usarse, intervienen a) corte temporal y b) escenario de crecimiento. Según las NEVI, sección 2A.203.8.6(4) Definiciones, en la etapa pre-preliminar, se recomienda emplear la información obtenida en etapas previas y esta podrá ser complementada, corregida o actualizada.

La prognosis del tráfico futuro se establecerá considerando un período de proyecto de 20 años a partir del previsto para la puesta en marcha de la futura vía.

Los años de referencia para determinar las previsiones serán los números: 0 (actual), 5 (inicio), 10,15, 25 y 30 (horizonte). La proyección de la matriz de tráfico se efectuará, al menos para los años 5 (inicio) y 15, mediante determinación de los valores futuros de las variables explicativas de las

funciones de generación y, consiguientemente, de la variación de la fricción del modelo de distribución del tráfico adoptado.

La proyección del tráfico a los años 15 y 25 (horizonte), podrá efectuarse mediante aplicación directa de tasas de crecimiento homogéneas para los distintos tráficos considerados.

1.6.3.2 Proceso de modelación del tráfico a la red viaria actual y futura

Selección del procedimiento de modelación.

Distribución

Estima los volúmenes de viajes MOD que se intercambian en los pares de las zonas i (producción) y j (atracción) para el año objetivo.

Las zonas j compiten, influidas por el nivel de servicio. Se mide en función del CG, como medida de la dificultad de realizar el viaje, denominada impedancia.

Para el cálculo se utilizará el modelo gravitacional, el número de viajes es proporcional al número de producciones y atracciones de las zonas e inversamente proporcional a la impedancia de realizar el viaje.

$$Q_{ij} = k \frac{P_i A_j}{W_{ij}^c}$$

Q_{ij} = volumen de viajes entre zona i y j.

$P_i A_j$ = Producción zona i y Atracción zona j.

W_{ij}^c = impedancia entre i y j.

C= parámetro del modelo.

Para ajustar el modelo gravitacional a los parámetros socioeconómicos se incluye el factor K_{ij} :

$$Q_{IJ} = P_I \frac{A_i F_{ij} K_{ij}}{\sum A_i F_{ij} K_{ij}} = P_i p_{ij}$$

$$F_{ij} = \frac{1}{W_{ij}^c}$$

Partición Modal

Los viajes se desagregan de acuerdo al hábito de transporte de los usuarios, y se desarrollan modelos de predicción para los tipos de viajes:

- Clasificación por períodos. (invierno, verano)
- Por tipo de transporte (bus, vehículo particular)
- Por propósito (trabajo, turismo, recreación, otros).

Se pueden resolver a través de transformaciones matemáticas, por ejemplo: especificación lineal, translog, cuadrático, log-lineal, Box-Cox, etc.

En la fase pre-preliminar de los proyectos, en los que se espere un impacto moderado a nivel de partición modal, se recomienda realizar una estimación agregada del comportamiento de los usuarios, basada en información histórica o en la experiencia del analista. Si se espera un impacto de consideración en la partición modal, se deberán estimar modelos desagregados en base a encuestas de preferencias reveladas () declaradas. (NEVI 12, VOLUMEN 2A, PAGINA 128).

1.6.3.3 Proceso de asignación del tráfico

Se realizará una asignación en la red viaria actual (A_0) y a las distintas alternativas planteadas de red futura (A_1 , A_2 , etc.), utilizando las matrices de ligeros y pesados o total, (según la incidencia de los pesados en el conjunto de la matriz de tráfico), correspondientes a los años 0 (actual), 5 (inicio), 15 y 25 y horizonte. Los tráficos obtenidos en cada tramo, se representarán en los esquemas gráficos de las distintas redes consideradas.

La elección de la ruta que se empleará para viajar entre el par origen destino depende del nivel de servicio y de los arcos que la componen, para esto se utilizan varios modelos: asignación todo o nada (camino o ruta de mínimo costo), asignación multiruta (Burrell, asignación estocástica) y asignación con restricción de capacidad.

En el supuesto de que las asignaciones se efectúen con la matriz total y la variable de comparación utilizada sea el coste generalizado del transporte, éste se corresponderá con el del vehículo medio. La asignación a la red viaria actual (A_0) de la matriz del año actual (0), permitirá determinar, mediante comparación con la distribución del tráfico, el grado de bondad de la matriz básica utilizada y mejorar, mediante iteraciones, el calibrado de todo el proceso de asignación.

Los resultados obtenidos se presentarán en grados que modelicen la red viaria considerada y contarán con la leyenda adecuada para su comprensión.

En cada una de las conexiones planteadas se señalará la TPDA y la intensidad horaria de proyecto en cada uno de los movimientos permitidos.

Evolución de la distribución de tráfico en la red futura.

Las asignaciones realizadas determinarán la evolución del tráfico en los distintos tramos de la red y, en consecuencia, de la futura vía, en los años indicados, según las distintas alternativas planteadas.

Los resultados obtenidos en relación con la vía objeto de estudio se recogerán, para cada alternativa planteada, en un cuadro resumen en el que se indicarán, para cada tramo, el TPDA correspondiente a cada año del período de proyecto, mediante incorporación de las cifras obtenidas en los años de referencia.

Se resaltarán especialmente los años de referencia y se indicarán las tasas anuales de crecimiento acumulativo resultantes, comparándolas con las nacionales establecidas por el Servicio de Planificación y con las históricas de propio itinerario.

1.6.4 VARIABLES SOCIOECONOMICAS DE LA REGION DE ESTUDIO

Se analizará el territorio de acuerdo con las siguientes variables:

Actividad económica

Analizando la renta, nivel de empleo, mano de obra y salarios, bienes y servicios.

Análisis demográfico

Este análisis se refiere a la cuantificación de la población en toda la zona del proyecto y sus centros poblados importantes, su estructura según características relevantes para los fines del proyecto, dinámica poblacional, población económicamente activa por rama de actividad económica, y otras variables. Además se cuantificará la población beneficiaria en forma directa más la beneficiada indirectamente por el proyecto bajo el objetivo de que estos elementos sean integrados a los estudios de proyección de tráfico y demandas del servicio.

El análisis demográfico deberá incluir un componente de descripción y categorización de grupos de usuarios beneficiarios/afectados: población, parque automotor, actividades principales, centros laborales, planes de desarrollo zonal, ZEDES o Zonas de Apoyo Logístico (ZAL), planes, y programas de inversión existentes.

Infraestructura social

Se analizará la dotación de infraestructura no vial, pero complementaria a los fines del proyecto en estudio, disponible en la zona en lo que se relaciona a: salud, educación, vivienda, comunicaciones, infraestructuras de transporte,

energía eléctrica, servicios a la producción, obras de riego, centros de comercialización entre los más importantes.

Estructura y actividades agrarias

Se analizará la situación existente en lo relacionado a la propiedad, distribución y estructura de utilización de la tierra, formas de tenencia y uso del suelo. Se completará esta información con datos sobre obras de riego, zonas inundables, tipo y niveles de producción, modalidades de intercambio y transporte utilizadas, entre los más relevantes.

Otras actividades económicas

Complementariamente, se establecerá los principales sectores o actividades económicas desarrollados en el área de influencia del proyecto y los aportes o ayuda que el proyecto podría dar a cada actividad, así como nuevas actividades económicas que podrían surgir debido al proyecto, como turismo, comercio, servicios, nuevos proyectos, entre los principales.

El análisis de estas variables permitirá zonificar el territorio según

- Actividad económica
- Efectos de la carretera sobre la economía de los asentamientos urbanos.
- Influencia sobre el empleo.
- Estructura social y carácter de la Comunidad, cambios de actividad.

- Aceptabilidad social de la carretera.
- Planificación existente.

CAPITULO II ANALISIS METODO PATTERN

2.1 DEFINICION

Se realiza el estudio individual de cada alternativa planteada, y definir la comparación entre ellas, como la que mejor se adapta los objetivos cumplidos establecidos, resaltando la importancia relativa de cada uno de los criterios adoptados para basar tal decisión, mediante la generación de diferentes pesos.

Esta metodología analiza automáticamente las valoraciones de las distintas alternativas y realiza el análisis de la sensibilidad y robustez de cada una de ellas de forma analítica. Esta metodología ha sido la utilizada en el análisis multicriterio, adaptándolo a las condiciones particulares del presente Estudio. Tiene en cuenta la importancia que el decisor da a cada criterio, debe expresarse datos en escalas cardinales.

Pertinencia.- medida relativa de la contribución de una alternativa a la consecución del objetivo.

Índice de pertinencia.- suma de los productos de la ponderación de cada criterio (factor o punto de vista) por el índice o valoración de cada alternativa.

$$A \rightarrow \sum_{n=1}^n i_A^n \cdot \alpha$$

$$B \rightarrow \sum_{n=1}^n i_B^n \cdot \alpha_n$$

$$C \rightarrow \sum_{n=1}^n i_C^n \cdot \alpha_n$$

Si $\sum_n \alpha = 1$ y $\sum_{M=A,B,C} i_M^n = 1 \rightarrow \sum_n \text{Indices pertinencia} = 1$

En este caso el índice de pertinencia es la probabilidad de que esa alternativa alcance todos los objetivos.

Se han distinguido cuatro objetivos, cada uno de ellos integrado a su vez por un conjunto de criterios, de manera que cada uno de ellos representa un % de la puntuación total de cada alternativa. A los que se les ha asignado a su vez pesos relativos dentro de su grupo.

El procedimiento para cuantificar los objetivos sobre la importancia de cada uno de los criterios en el proceso de toma de decisión, consiste en las siguientes etapas:

1. Descomponer el caso en pares: objetivos, criterios (i), y alternativas (j).
2. Se elaborará una matriz de alternativas para cada criterio y la puntuación entre las alternativas es la siguiente del 1 igualmente preferida hasta el 9 extremadamente preferida.

3. Extraer la matriz normalizada (el número de cada columna dividido para la suma de su columna)
4. Se obtiene el vector de prioridad para cada criterio, calculado mediante el promedio de cada fila.

El decisor será el encargado de las iteraciones en los pesos de acuerdo a cada criterio.

Se clasifican las alternativas por orden decreciente de sus índices de pertinencia:

1. Criterios territoriales

- Conectividad con la red existente
- Accesibilidad.
- Coordinación con el planeamiento urbanístico

2. Criterios funcionales

- Tráfico captado.
- Afección del usuario

3. Criterios económicos

- V.A.N. Valor Actual Neto del Proyecto.
- B/C Relación Beneficio / Coste.
- T.I.R. Tasa Interna de Retorno de la inversión.
- P.R.I. Período de Recuperación de la Inversión

4. Criterios ambientales y geotécnicos

- Indicador ambiental
- Indicador de geología y geotecnia

2.2 CRITERIOS TERRITORIALES

Con la consideración de este objetivo, se desea obtener la alternativa más beneficiosa para el desarrollo territorial del área por la que transcurre.

Los criterios que se han considerado han sido los siguientes:

- Conectividad con la red existente.
- Accesibilidad.
- Coordinación con el planeamiento urbanístico.

Con los valores de cada uno de estos criterios se asignan valores de ponderación, obteniéndose así las puntuaciones de cada una de las alternativas estudiadas según este objetivo.

2.3 CRITERIOS TERRITORIALES

2.3.1 Conectividad con la red existente

Se mide a través del número de horas, días (pie, espera, transporte) que se demora en el recorrido del proyecto.

Este ahorro de tiempo se calculará obteniendo el tiempo de recorrido en la situación actual, y a partir de este tiempo, se calculará el ahorro de tiempo en los recorridos de las diferentes alternativas y una vez

obtenidos se obtendrá el indicador siguiente: (METODO PATTERN INECO, MTOP, 2013)

Indicador = TPD* (ΔT alternativa)

Siendo:

TPD la Intensidad Media Diaria una vez implantada la nueva infraestructura.

ΔT alternativa variación de tiempo de recorrido de cada alternativa con respecto al tiempo de recorrido inicial.

A partir de este indicador se obtiene el valor de este criterio mediante un escalado que presenta la siguiente forma:



Figura 2. 1 Escalado de valores conectividad con la red existente figura Fuente: Pattern INECO, MTOP, 2013.

2.3.2 Accesibilidad

El nivel de accesibilidad es el valor dado a la distancia entre el punto origen y el punto destino (distancia entre centroides) partido por el tiempo invertido en transporte público en trasladarse entre dos diferentes putnos.

La accesibilidad se puede considerar desde varios puntos de vista:

- Entre núcleos de población

- Entre núcleos de producción, agraria, industrial, etc.
- Entre infraestructura de transporte

Fundamentalmente se ha considerado las matrices origen destino entre poblaciones, al ser los puntos más relevantes en la zona de estudio, considerando la distancia de recorrido entre poblaciones. (METODO PATTERN INECO, MTOP, 2013)

$$A_i = \sum_j A_{ij} = \sum_j O_j f(d_{ij})$$

A_i = accesibilidad desde i a todas las zonas.

A_{ij} = accesibilidad de zona j desde zona i

O_j = oportunidades de zona j

$f(d_{ij})$ = Función de resistencia al desplazamiento

d_{ij} = distancia i-j

$$f(d_{ij}) = 1/d_{ij}^2$$

O_j = residencia P_j , empleo E_j

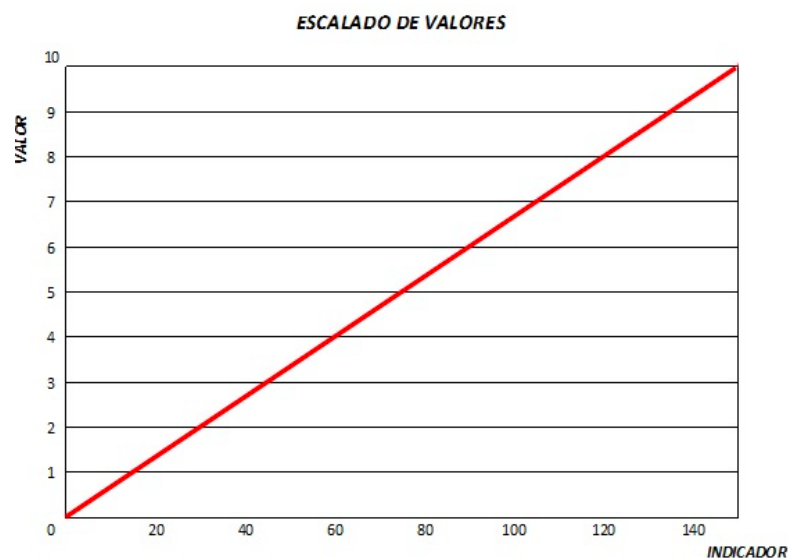


Figura 2. 2 Escalado de valores accesibilidad

Fuente: método Pattern INECO, MTOP, 2013.

2.3.3 Coordinación con el planeamiento urbanístico

Para tener en cuenta el planeamiento urbanístico en la decisión de adoptar un trazado u otro de las alternativas se considera la afección que se produce a tres tipos de tipos de suelo diferentes:(
<http://www.miliarium.com/Proyectos/Urbanismo/Planeamiento/diccionario.htm>)

S.U. Superficie afectada de Suelo Urbano según el planeamiento

S.U.N.P. Superficie afectada de Suelo No Urbanizable Protegido según el planeamiento

S.U.N.C. Superficie afectada de Suelo No Urbanizable Común

Se ha formulado un indicador que arroja valores mayores cuanto más sea la superficie de Suelo Urbano o Urbanizable, o también de Suelo No Urbanizable Protegido. La función que lo define se puede ver a continuación:

$$\text{Indicador} = 1 * \text{S.N.U.C.} + 5 * \text{S.N.U.P.} + 10 * \text{S.U.}$$

Los coeficientes de ponderación por afectación, se obtienen del cociente de los diversos usos e intensidades dentro de un área de reparto y el valor del uso característico o predominante es la unidad para suelo común, 10 para el aprovechamiento urbanístico polígono que es de carácter máximo para el sector o unidad de actuación y 5 para áreas protegidas.

Dado que cuanto mayor sea el indicador menor será la compatibilidad con el planeamiento, se va a definir un escalado inversamente proporcional al valor del indicador.

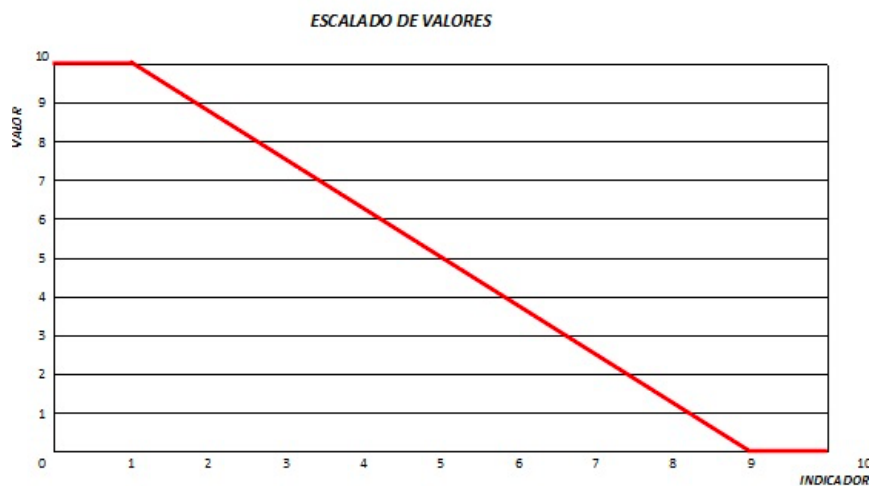


Figura 2. 3 Escalado de valores Coordinación con el planeamiento urbanístico
Fuente; Pattern INECO, MTOP, 2013.

2.4. Criterios funcionales

Es importante medir la funcionalidad de la carretera, valorando por tanto en mayor medida aquellas que mejor resuelven el funcionamiento de la misma.

Se han buscado los indicadores que de una forma objetiva revelen de modo claro y conciso el comportamiento funcional de la carretera. Los indicadores elegidos han sido los siguientes:

- Tráfico captado
- Afección del usuario

2.4.1. Tráfico captado

Con el Análisis de Tráfico, desarrollado, se realiza la asignación de tráficos en las distintas alternativas que se plantean, materializándose en los valores correspondientes de I.M:D. (Intensidad Media Diaria). El indicador escogido es:

(<http://www.miliarium.com/Proyectos/Urbanismo/Planeamiento/diccionario.htm>)

$$INDICADOR = \frac{TPD}{10.000}$$

A partir de este indicador se obtiene el valor de este criterio mediante un escalado que presenta la siguiente forma:

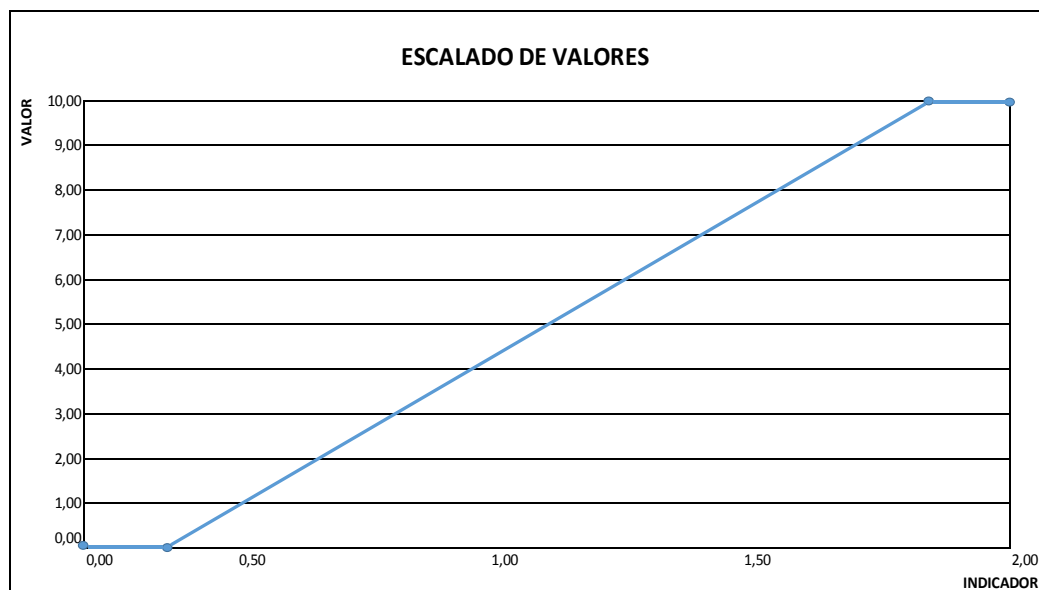


Figura 2. 4 Escalado de valores tráfico captado
Fuente: Pattern INECO, MTOP, 2013.

2.4.2. Afección del usuario

El último criterio a tener en cuenta en la búsqueda del objetivo funcional es el de afección al usuario. Con él se pretenden tener en cuenta las demoras ocasionadas al usuario de la carretera existente durante la construcción de la carretera. Para todos los casos posibles, y siguiendo la metodología general, se evalúa el tiempo de retraso y el plazo durante el cual se produce el mismo. El número de usuarios afectados TPD actual en cada tramo.

Según el tipo de afección, el tiempo de retraso y la duración, se han contemplado los siguientes casos:

Tabla 2. 1 Valores de afección y tiempo de retardo

Incidencia	Retardo (s)
Puntual - A	60
Puntual - B	10
Lineal (10 km)	120

Las afecciones puntuales pueden ser de dos tipos, según el retardo que produzcan y siempre se producen en un p.k. determinado. La afección lineal se supone que será de en torno a 120 s por cada 10 km recorridos.

Con estos tres tipos va a ser posible clasificar todas las incidencias que puedan aparecer en el trazado. Si se multiplica el retardo, por la longitud afectada en el caso de las incidencias lineales, por la TPD. (Intensidad Media Diaria de vehículos) da como resultado el retraso total acumulado que se produce durante la ejecución de las obras en cada incidencia (aparece expresado en horas/día). La suma de todas las incidencias dará como resultado el retraso total por día de trabajo.

$$Indicador = \sum_{i=1}^n Retraso = \sum_{i=1}^n IMD \cdot Retardo$$

Para equiparar los valores obtenidos en una escala comprendida entre uno y diez se aplica el siguiente escalado. Hay que tener en cuenta que cuanto

menor es el retraso total acumulado mayores van a ser las valoraciones de la alternativa bajo este criterio.

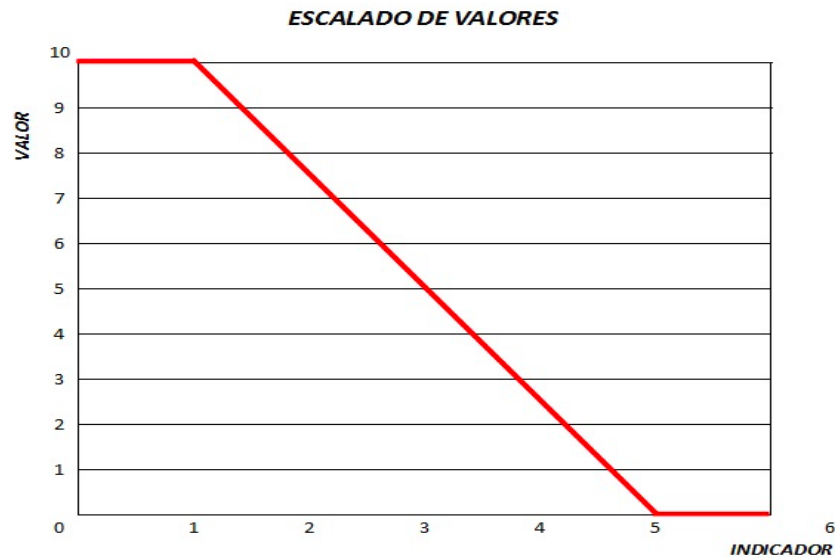


Figura 2. 5 Escalado de valores afección del usuario
Fuente: Pattern INECO, MTOP, 2013.

2.5. Criterios económicos

La evaluación económica de cada alternativa se realizará de acuerdo con los siguientes conceptos:

- VIDA ÚTIL: Se adoptará como período de vida útil un total de 30 años incluyendo la obra.
- COSTES. Sus componentes serán:
 - De proyecto, distribuidos en los dos años anteriores al de la puesta en servicio
 - De rehabilitación y explotación, distribuidos uniformemente a lo largo del período de vida útil. (1,5% anual de los costes de inversión)
 - De inversión, como sumatorio de costes de diseño, inspección, ejecución (incluso medidas correctoras), expropiaciones y reposición de servicios afectados.

- BENEFICIO. Sus componentes serán:

- Ahorrar en costes de funcionamiento. Amortización, consumo de combustible, desgaste de neumáticos, conservación.
- Ahorrar en coste de accidentes.
- Ahorrar en coste de tiempo de recorrido.

La evaluación económica se obtendrá como diferencia de los costes generalizados del transporte en la situación actual y cada una de las propuestas, elaborándose éstos, para vehículos ligeros y pesados, en función de la velocidad respectiva, generando las matrices de costes por unidad de vehículo en la relación origen-destino, siguiendo los costes mínimos para cada una de las soluciones presentadas y determinando los costes diarios mínimos mediante producto de las matrices de costes y la matriz de viaje.

Así, la diferencia de costes generalizados entre la situación actual y la futura, son los beneficios diarios que la propuesta proporciona al usuario.

- RENTABILIDAD: Una vez calculados los flujos anuales de costes y beneficios, para cada una de las soluciones presentadas se realizará una evaluación de rentabilidad de las mismas, mediante la consideración de los siguientes indicadores económicos:

- V.A.N. Valor Actual Neto del proyecto.
- B/C Relación Beneficio / Costo
- T.I.R. Tasa interna de Retorno
- Período de Recuperación de la Inversión.

2.5.1 Valor Actual Neto (V.A.N.)

Es la diferencia entre el beneficio actualizado neto (B.A.N.) y el coste actualizado neto (C.A.N.): (NEVI, VOLUMEN I, PAGINA 12)

$$V.A.N. = B.A.N. - C.A.N. = \sum_1^n \frac{b1}{(1+r)^i} - \sum_{-t_0}^n \frac{ci}{(1+r)^i}$$

Se han calculado todos estos parámetros para cada una de las alternativas, si bien, para la clasificación de las mismas, se ha observado únicamente el valor alcanzado por uno de ellos, en este caso, el valor actual neto de la inversión (VAN) en millones de dólares. Tras la determinación de su valor se procederá a su correspondiente transformación a una escala comprendida entre el 0 y el 10 cuya distribución es la indicada en la siguiente gráfica:

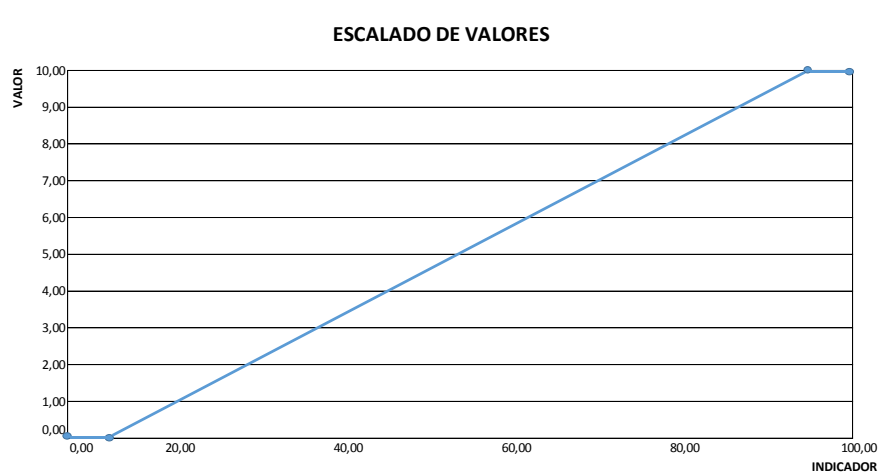


Figura 2. 6 Escalado de valores valor actual neto (V.A.N.)
Fuente: Pattern INECO, MTOP, 2013.

2.5.2. Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R.)

Tras la determinación de su valor se procederá a su correspondiente transformación a una escala comprendida entre el 0 y el 10 cuya distribución es la indicada en la siguiente gráfica:

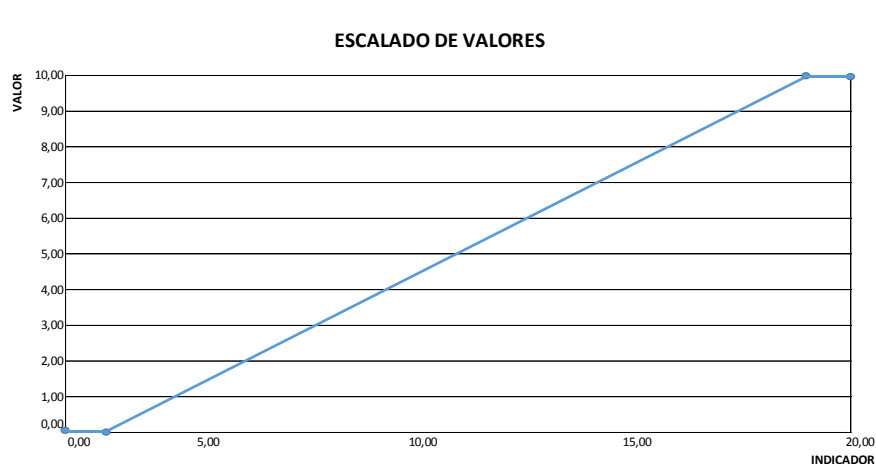


Figura 2. 7 Escalado de valores tasa interna de rentabilidad (T.I.R.)
Fuente: Pattern INECO, MTOP, 2013

Escalado de valores de forma que cuanto mayor es la rentabilidad de la inversión, mayor será la puntuación de la alternativa.

2.5.3 Relación Beneficio/Coste

Relación entre el beneficio actualizado neto y el coste actualizado neto. [B/C]

Tras la determinación de su valor se procederá a su correspondiente transformación a una escala comprendida entre el 0 y el 10 cuya distribución es la indicada en la siguiente gráfica:

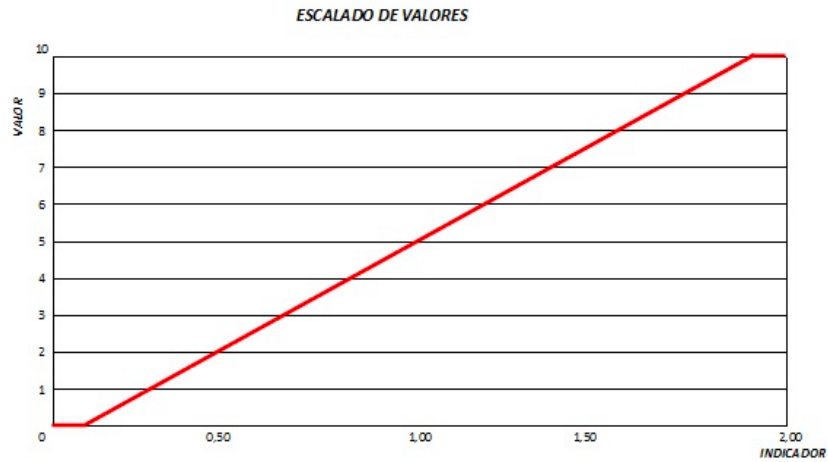


Figura 2. 8 Relación Beneficio/ Coste
Fuente: Pattern INECO, MTOP, 2013.

2.5.4 Período de Recuperación de la inversión

Permite medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo o inversión inicial. Igualmente, tras su cálculo se procederá a su transformación a una escala comprendida entre el 0 y el 10 según la siguiente gráfica:



Figura 2. 9 Inversión de la Infraestructura
Fuente: INECO, MTOP, 2013.

2.6. Criterios ambientales y geotécnicos

2.6.1 Criterio ambiental

En primer lugar, destacar que el estudio de alternativas desde el punto de vista ambiental se va a realizar teniendo en cuenta los siguientes puntos de partida: (Publicación método Pattern INECO, MTOP, 2013)

- Medio físico o abiótico:
 - Hidrología y áreas de inundación.
 - Pendientes.
 - Suelo.
- Medio biótico:
 - Espacios Naturales Protegidos (Área protegida perteneciente al Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SNAP-, Bosques Protectores (BP), Patrimonio Forestal del Estado (PFE).
 - Fauna.
 - Vegetación y usos del suelo.
 - Paisaje.
 - Medio sociocultural:
 - Datos demográficos.
 - Comunidades indígenas.
 - Bienes culturales: inmuebles, muebles y restos arqueológicos.

Toda esta información se ha tratado mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) dando origen a planos temáticos del ámbito de estudio, a escala 1:75.000.

Posteriormente, tras el análisis de los condicionantes ambientales existentes y teniendo en cuenta las alternativas de trazado planteadas, se clasifica el territorio en función de su capacidad de acogida. La capacidad de acogida se define como la aptitud o grado de idoneidad del mismo en función de los elementos físicos, ambientales y sociales que lo conforman para admitir distintas actividades, teniendo en cuenta las características del proyecto.

Los niveles de acogida establecidos en el presente estudio son los siguientes:

- Capacidad de acogida baja.
- Capacidad de acogida media.
- Capacidad de acogida alta.

A continuación se establecen los elementos ambientales que se han considerado para los distintos niveles de capacidad de acogida.

Las zonas de capacidad de acogida baja corresponden con: (Publicación método Pattern INECO, MTOP, 2013)

Tabla 2. 2 Zonas de capacidad de acogida baja tabla

ELEMENTO	CAPACIDAD DE ACOGIDA MEDIA
PENDIENTE	Zonas de pendientes entre 25 - 70 %
ESPACIOS NATURALES DE INTERES	Reserva ecológica de...
VEGETACIÓN, USOS DEL SUELO Y BIOTOPOS FAUNÍSTICOS	Bosques naturales Manglares Cuerpo de agua
HIDROLOGÍA Y ÁREAS DE INUNDACIÓN	Zonas inundadas permanentemente

Fuente: Pattern INECO, MTOP, 2013.

Las zonas de capacidad de acogida media corresponden con:

Tabla 2. 3 Zonas de capacidad de acogida media

ELEMENTO	CAPACIDAD DE ACOGIDA MEDIA
PENDIENTE	Zonas de pendientes entre 12 - 25 %
EDAFOLOGÍA	Alfisoles + Inceptisoles
VEGETACIÓN, USOS DEL SUELO Y BIOTOPOS	Pastos naturales Bosques intervenidos
HIDROLOGÍA Y ÁREAS DE INUNDACIÓN	Zonas propensas a inundaciones (desbordamiento de ríos o fuertes precipitaciones)

Fuente: Pattern INECO, MTOP, 2013.

Las zonas de capacidad de acogida alta corresponden con:

Tabla 2. 4 Zonas de capacidad de acogida alta

ELEMENTO	CAPACIDAD DE ACOGIDA ALTA
PENDIENTE	Zonas de pendientes entre 0 - >12 %
EDAFOLOGÍA	Inceptisoles Inceptisoles + Entisoles Inceptisoles + Oxisoles Entisoles Aridisoles

VEGETACIÓN, USOS DEL SUELO Y BIOTOPOS FAUNÍSTICOS	Cultivos (banano, cacao, café, arroz, cultivos de ciclo corto, arboricultura tropical) Pastos cultivados, camaronerías, áreas urbanas
HIDROLOGIA Y AREAS DE INUNDACIÓN	Zonas sin problemas de inundación

Fuente: Pattern INECO, MTOP, 2013.

Conocidas las características del entorno en que se desarrolla la actuación y su capacidad de acogida, y como paso previo para la evaluación de la alternativa menos impactante, se han identificado las acciones del Proyecto que definen todas aquellas características y situaciones derivadas de las actuaciones que son susceptibles de ejercer alteraciones sobre el medio ambiente. Estas acciones vienen definidas diferenciando las diferentes fases del proyecto, diseño, construcción y explotación para las dos alternativas planteadas en los términos de referencia. Estas acciones son las siguientes.

Fase de Diseño:

En esta fase la principal acción generadora de impacto es el propio diseño y localización de las alternativas.

Esta acción genera un impacto sobre la respuesta social al proyecto y sus alternativas, tanto por parte de particulares como por parte de los organismos y grupos sociales afectados. Este impacto se materializa en los siguientes aspectos:

- Diseño del trazado y localización de los campamentos e instalaciones auxiliares. necesarias para la instalación, montaje y operación de la infraestructura necesaria para el desarrollo del proyecto en cada frente de obra.

- Gestión socio-predial: Se refiere por una parte, al proceso de indemnización o adquisición de terrenos que debe hacer la entidad contratante, y, por otro lado a la compra de predios titulados o de infraestructuras a ser afectadas por el proyecto vial. La adquisición de los mismos será con anticipación al inicio del proceso constructivo.
- Contratación de mano de obra y recursos humanos: La compañía contratista, informará a la comunidad sobre la necesidad de contratar personal (cualificado y no cualificado) de la zona, así como de los requisitos exigidos según el cargo a desempeñar. La contratación de personal se efectuará directamente por la compañía contratista.

Fase de Construcción:

Las principales acciones generadoras de impacto durante la fase de construcción son las que se citan a continuación:

- Ocupación de suelo por la carretera, vías de servicio y otras zonas que implican "consumo" de suelo: Esta acción genera impacto sobre los usos del suelo existentes actualmente y sobre el viario existente por la interrupción de caminos o por la variación de su trazado al coincidir con las alternativas planteadas.
 - Explicaciones y desvío de servicios
 - Desbroce y despeje: desbroce, destronque, limpieza y retiro de restos vegetales dentro del ámbito de las alternativas previstas.
 - Movimiento de tierras (excavaciones y conformación de taludes): esta acción de proyecto se refiere tanto a la realización de excavaciones necesarias para alcanzar los niveles previstos en las especificaciones de campo o planos, como a la posterior conformación de taludes (nivelación, conformación y compactación del terreno o del afirmado con material clasificado, de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas).

- Uso de explosivos: en el caso de que sea necesario realizar algún tipo de voladura en alguna zona.
- Fuentes de materiales y escombreras previstas: comprende tanto las actividades de extracción de materiales para su utilización en la obra (empleando fundamentalmente aquellas zonas que cuenten con los respectivos documentos legales - ambientales pertinentes) como las actividades de disposición de material sobrante en zonas degradadas cercanas al ámbito de actuación, incluyendo la adecuación morfológica y paisajística de estas áreas al terminar su uso.
- Desvíos y reposiciones: debido al efecto barrera producido. Esta acción de proyecto puede generar la necesidad de realizar desvíos de cauces produciendo modificaciones del régimen hídrico y alterando la calidad de las aguas superficiales, se afectará al viario alterando la accesibilidad del territorio, la seguridad de la población, continuidad de infraestructuras, servicios, equipamientos, etc.
- Afirmado o Colocación de la estructura del pavimento (base, sub-base): Esta actividad consiste en el suministro, colocación y compactación de los materiales que conforman la base, sub-base, trabajos de colocación del hormigón o pavimento; tratamientos superficiales; lechadas; bacheos y reciclados.
- Construcción de parterre central: implementación de infraestructura de hormigón que separa los sentidos de la vía, en la cual se colocarán lateralmente cunetas y bordillos, así como material de mejoramiento y vegetación de menor tamaño.
- Estructuras: Construcción de puentes: ejecución de estructuras para cruzar los diferentes arroyos y ríos que salpican el territorio garantizando la usabilidad de la vía aun en condiciones hidrológicas adversas, como crecidas.
- Construcción de pasarelas peatonales: para permitir el paso peatonal en áreas donde existan asentamientos humanos, con el objetivo de prevenir algún contingente

- Construcción de obras de arte: construcción de obras de drenaje circulares o en cajón para el manejo de aguas, en el cruce de cursos de agua naturales o para encauzar y conducir los afloramientos superficiales de aguas.

Obras y trabajos auxiliares: se engloban en esta acción de proyecto tanto las instalaciones y actividades auxiliares necesarias para la ejecución de las obras proyectadas (parques de maquinaria, talleres, plantas de machaqueo, asfalto, depósitos de combustible, etc.) como el uso de maquinaria y circulación de vehículos de obra necesarios para la ejecución de las actuaciones proyectadas, así como la señalización horizontal y vertical para delimitar y señalar las áreas de trabajo para asegurar que no se producen afecciones al entorno exterior.

Retiro, desmantelamiento v recuperación de áreas degradadas: son las acciones tendentes a mejorar las características ambientales de las alternativas planteadas, tales como, retiro de todas las instalaciones auxiliares, frentes de trabajo, maquinaria y vehículos de obra, limpieza de todas las zonas de obras, actuaciones de restauración e integración al paisaje de todas las áreas alteradas por las obras.

Fase de Explotación

Durante esta fase se contemplan las acciones a llevar a cabo para su correcto funcionamiento y mantenimiento.

- Uso y circulación de vehículos:
- Presencia de la vía (y funcionamiento).
- Mantenimiento: se realizará un mantenimiento rutinario y preventivo

(limpieza de obras de drenaje, cunetas, etc.) para lo cual se requerirá el uso de maquinaria, vehículos, equipos, herramientas, personal, etc.

Mejoramiento en el flujo vehicular de la zona: Disminución de los riesgos ocasionados por el flujo de vehículos públicos y privados por la zona.

Una vez establecidas las acciones de proyecto susceptibles de generar afecciones ambientales, se han identificado las interacciones existentes entre estas y los condicionantes ambientales considerados, reflejándose en la correspondiente "Matriz de Identificación de Impactos"

Tabla 2. 5 Matriz de Identificación de Impactos

FACTORES AMBIENTALES	ACCIONES DE PROYECTO																		
	FASE DE DISEÑO		FASE DECONSTRUCCIÓN										FASE DE EXPLOTACIÓN						
	DISEÑO DEL TRAZADO Y LOCALIZACIÓN DE LOS CAMPAMENTOS E INSTALACIONES AUXILIARES	GESTIÓN SOCIO-PREDIAL	CONT	OCUPACIÓN DE SUELO	EXPLANACIONES Y DESVÍO DE SERVICIOS					AFIRMACIÓN	ESTRUCTURAS	OBRAS Y TRABAJOS AUXILIARES			RETIRO	USO DE LA AUTOPISTAY CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS	PRESENCIA DE LA VIA Y FUNCIONAMIENTO	MANTENIMIENTO	MEJORAMIENTO EN EL FLUJO VEHICULAR DE LA ZONA
		Plan de Afectaciones			Desbroces	Movimiento de tierras	Uso de explosivos	Fuentes de materiales y escombros previstas	Desvíos y reposiciones	Colocación de pavimento	Construcción de estructuras	Obras de arte	Instalaciones auxiliares	Uso de maquinaria y circulación de vehículos					
ATMÓSFERA																			
GEOLOGÍA Y GEOMORFO																			
HIDROLOGÍA																			
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA																			
SUELOS																			
CONFORTS																			
PAISAJE																			
VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO																			
FAUNA																			
ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS																			
POBLACIÓN Y VIVIENDA																			

INFRAESTR UCTURA Y SERVICIOS																			
ACTIVIDADE S																			
ORDENAMI ENTO TERRITORIA																			

Fuente: Publicación documento técnico acciones de proyecto por fases, MTOP 2013.

De todos los impactos identificados en la matriz de arriba se han determinado los principales impactos demandas ambientales de las alternativas de trazado planteadas teniendo en cuenta la fase de estudio en la que nos encontramos y también la escala de trabajo fijada. Las principales demandas ambientales de las alternativas son:

- Ocupación del suelo: la construcción de la carretera hace necesaria la ocupación permanente de la superficie por la que discurre la misma, así como una serie de superficies de ocupación temporal durante la ejecución de las obras.
- Necesidad de materiales: existirán demandas de material que deben ser cubiertas con material ajeno al trazado, así como excedentes que deben ser vertidos de una manera controlada e integrada en el entorno.
- Desbroce de superficie: el despeje y desbroce de superficies arbolada y con vegetación arbustiva se realizará a lo largo de la alternativa elegida, procurando restringir su afección a la zona de ocupación.
- Aceptación social: se valora la aceptación o rechazos que suscitan las alternativas para las poblaciones próximas, de acuerdo con las conexiones existentes, tiempos de recorrido, etc.

Estos impactos demandas se evaluarán para cada una de las alternativas planteadas, de manera que estas puedan compararse, de acuerdo con la superficie de ocupación del suelo, el volumen de materiales necesarios, de la superficie de desbroce, la aceptación social que puedan suscitar, etc.

Algunos de estos impactos demandas se valorarán de manera cualitativa debido a la falta de datos concretos en esta fase de trabajo; este es el caso de los impactos demandas “necesidad de materiales “y” aceptación social“. El procedimiento para la evaluación de dichos impactos demandas es el siguiente:

1. El Impacto demanda ocupación de suelo se cuantifica a partir del Plano de Capacidad de Acogida Ambiental
 2. Por otra parte, el impacto demanda “desbroce de superficie” se cuantifica a partir del plano de Capacidad de Acogida de Vegetación, teniendo en cuenta las superficies de expuestas para el impacto demanda “ocupación de suelo”: que será más fácil desbrozar zonas de cultivo que zonas arbustivas y que zonas arboladas.
 3. La valoración de cada alternativa en relación a la necesidad de materiales y a la aceptación social se realizará de manera cualitativa, aunque se aporte a un valor numérico que sirva para el cómputo global de las alternativas.
 4. Esta vulnerabilidad se ha representado gráficamente en el Plano de Vulnerabilidad. Este plano se ha realizado a partir del plano de Capacidad de Acogida Ambiental.
 - Vulnerabilidad Alta= Capacidad de acogida baja 10
 - Vulnerabilidad Media= Capacidad de acogida media =5
 - Vulnerabilidad Baja = Capacidad de acogida alta =1
1. Cada uno de los 3 valores surgidos para cada impacto demanda producido uno por cada categoría de vulnerabilidad establecida, para los impactos “ocupación del suelo” y desbroce de superficie se

multiplicará por la valoración de la vulnerabilidad (alta=10, media=5, baja=1) que le corresponda a cada una y los valores resultantes se sumarán surgiendo valor total de impacto demanda del efecto que se deberá normalizar tal y como se expone en el paso siguiente:

2. El valor total de cada impacto demanda del efecto por alternativa será normalizado de acuerdo la siguiente fórmula, para obtener una valor de impacto demanda entre 0 y 1.
3. El valor total de cada impacto demanda del efecto por alternativa será normalizado de acuerdo la siguiente fórmula, para obtener una valor de impacto demanda entre 0 y 1.

$$\text{Impacto normalizado} = \frac{+ \text{Impacto del efecto} - \text{Impacto mínimo}}{-\text{Impacto máximo} - \text{Impacto mínimo}}$$

Siendo el impacto máximo el producido por la alternativa más larga suponiendo que Tras la obtención de cada valor de impacto demanda normalizado para cada alternativa, se procederá a su ponderación en función de la relevancia.

1. Por último se sumarán los valores obtenidos de los 4 impactos demandas establecidas, obteniendo un único valor para cada una de las alternativas de trazado.

Este valor numérico único para cada una de las alternativas propuestas indicará cuál de ellas, es la alternativa más idónea desde el punto de vista ambiental y será el valor que se integre en el análisis multicriterio, facilitando

una cifra comparable con el resto de variables que se introducen en el modelo.

Criterios Geológicos y geotécnicos

Riesgos geológicos y naturales

- Volcánico
- Sísmico
- Tsunamis
- Movimientos en masa
- Inundaciones

Condiciones geotécnicos

- Excavabilidad
- Erosionabilidad
- Hidrogeología
- Aprovechamiento de los materiales
- Estabilidad de desmontes
- Capacidad portante

Posteriormente, tras el análisis de los condicionantes geológicos y geotécnicos existentes y teniendo en cuenta las alternativas de trazado planteadas, se clasifica el territorio en función de su capacidad de acogida. La capacidad de acogida se define como la aptitud o grado de idoneidad del mismo en función de los elementos físicos, ambientales y sociales que los

conforman para admitir distintas actividades, teniendo en cuenta las características del proyecto.

Los niveles de acogida establecidos en el presente estudio son:

- Capacidad de acogida baja.
- Capacidad de acogida media.
- Capacidad de acogida alta.

Se establecen los elementos geológicos y geotécnicos que se han considerado para los distintos niveles de capacidad de acogida.

Las zonas de capacidad de acogida baja corresponde con:

Tabla 2. 6 Zonas de capacidad de acogida baja

ELEMENTO	CAPACIDAD ACOGIDA ALTA
Riesgo volcánico	Peligro volcánico alto
Riesgo sísmico	Susceptibilidad sísmica crítica y alta
Riesgo de Tsunami	Riesgo alto de maremoto
Riesgo Movimiento en Masa	Alta y moderada susceptibilidad de movimientos en masa.
Riesgo de inundaciones	Zonas inundadas permanentemente
Excavabilidad	Baja
Erosionabilidad	Alta
Hidrogeología	Nivel freático superficial o a escasa profundidad
Aprovechamiento de los materiales	Aprovechamiento bajo de los materiales
Estabilidad de desmontes	Desmontes inestables. Exigen pendientes bajas
Capacidad de Carga	Baja. Asientos altos y cimentación profundas.

Fuente Pattern INECO, MTOP, 2013.

Estas zonas se han asociado a los elementos de importancia elevada, por los que sería no deseable que la infraestructura discurra atravesándolos. Esto no quiere decir que la carretera no pueda discurrir por estas zonas, sino que se debe; ya que desde el punto de vista geotécnico plantea problemas importantes que requieren tratamientos y soluciones de costes elevados.

Las zonas de capacidad de acogida media corresponden con:

Tabla 2. 7 Zonas de capacidad de acogida media

ELEMENTO	CAPACIDAD DE ACOGIDA MEDIA
Riesgo Volcánico	Peligro volcánico medio
Riesgo Sísmico	Susceptibilidad sísmica media
Riesgo de Tsunami	Riesgo medio bajo de maremoto
Riesgo Movimiento en masa	Moderada susceptibilidad de movimientos en masa
Riesgo de Inundaciones	Zonas propensas a inundaciones (desbordamiento de ríos o fuerte precipitaciones)
Excavabilidad	Media
Erosionabilidad	Media
Hidrogeología	Nivel freático a profundidad media (puede llegar a afectar en algún punto a la cota de la explanación).
Aprovechamiento de los materiales	Aprovechamiento medio de los materiales.
Estabilidad de desmontes	Desmonte estable con pendientes medias.
Capacidad de Carga	Media. Asientos medios y cimentación directa o semiprofunda

Fuente: Pattern INECO, MTOP, 2013.

Las zonas de capacidad de acogida alta corresponde con:

Tabla 2. 8 Zonas de capacidad de acogida alta

ELEMENTO	CAPACIDAD DE ACOGIDA ALTA
Riesgo volcánico	Peligro volcánico bajo o inexistente
Riesgo sísmico	Susceptibilidad sísmica baja
Riesgo de Tsunami	Riesgo inexistente de maremoto
Riesgo Movimiento en masa	Susceptibilidad baja o inexistente de movimientos en masa
Riesgo de Inundaciones	Zonas no inundables
Excavabilidad	Alta
Erosionabilidad	Baja
Hidrogeología	Nivel freático profundo (no afecta a la cota de la explanación).
Aprovechamiento de los materiales	Aprovechamiento alto de los materiales
Estabilidad de desmontes	Desmontes estables con pendientes altas
Capacidad de carga	Alta. Asientos bajos y cimentación directa.

Fuente: Pattern INECO, MTOP, 2013

2.7. Análisis de robustez

El análisis de robustez consiste en obtener para cada alternativa las combinaciones de ponderación de los 4 criterios básicos: medioambiental, económico, funcional y territorial en las que son la más favorable y representar gráficamente de una forma explícita el resultado.

Para ello se realizan todas las combinaciones posibles de valoración de las alternativas obteniendo para cada una de ellas la más favorable.

Se obtiene a continuación en forma de porcentaje el n de combinaciones con respecto al total para el cual cada alternativa es más favorable.

Es evidente que independientemente del criterio al que se quiera dar más peso, aquellas alternativas cuyo índice sea mayor serán mejores en el conjunto.

2.8. Análisis de sensibilidad

Consiste el análisis de la sensibilidad en limitar las combinaciones anteriores a aquellas que se encuentren dentro de un intervalo determinado de valoraciones al que llamaremos valor objetivo, y al intervalo de tolerancia de dicho valor objetivo.

El índice de sensibilidad de cada alternativa vendrá dado por el porcentaje en que cada una de ellas obtiene la máxima nota con respecto al número de casos totales posibles.

CAPITULO III APLICACIÓN METODO PATTERN CON INDICADORES AJUSTADOS AL PROYECTO

En este capítulo como aplicación del método Pattern y de la teoría desarrollada en los capítulos anteriores, vamos a definir los indicadores para el análisis comparativo en la selección de ruta en el caso de estudio para la autopista entre Huaquillas y la Y de Tillales en la provincia del Oro.

3.1 Escenario de proyectos.

Con el objetivo de seleccionar la mejor alternativa que solucione las necesidades del corredor, está previsto el análisis de las dos alternativas o corredores de trazado siguientes:

- Alternativa 1: Aprovechamiento del actual corredor con la conversión de la carretera en una autopista de características geométricas y sección tipo homogéneas.
- Alternativa 2: Con un primer tramo aprovechando el actual corredor hasta la localidad de Santa Rosa, coincidiendo hasta ese punto con el trazado de la alternativa 1, el tramo restante se extiende hasta Huaquillas a modo de variante al norte del corredor actual con conexión a la localidad de Arenillas.

3.2 Análisis de alternativas.

Alternativa 1

Tomando como origen la frontera de Ecuador con Perú, en el cantón de Huaquillas, la Alternativa 1 se corresponde con el corredor de la carretera E-50 hasta la cabecera cantonal de Arenillas, y a partir de este núcleo y hasta la “Y” de Tillales, la alternativa sigue el corredor de la carretera E-25. Su longitud aproximada es de 70.171 km.

En su recorrido atraviesa, en primer lugar el cantón de Huaquillas sin afectar al desarrollo de su planeamiento urbanístico al discurrir por el predeterminado corredor internacional con Perú. Se prevén intercambiadores a proyectar en la Conexión CEBAF Retorno a Arenillas y Santa Rosa y en Huaquillas.

A continuación, penetra en el cantón de Arenillas, recorriendo la parroquia rural de Chacra, donde se localizaría un nuevo intercambiador, la parroquia urbana de Arenillas, con dos intercambiadores al oeste y este de la población (conexión con la continuación de la vía E-25 hacia el sur). En el caso de esta cabecera cantonal, tampoco se produce afección al futuro desarrollo urbano porque el trazado se ciñe al del proyecto previo del paso Lateral de Arenillas.

El trazado continúa por la parroquias rurales de San Antonio y Bellevista, ambas pertenecientes al cantón Santa Rosa. En este tramo se proyectarán dos intercambiadores: el de la “Y” del Jobo y el de La Avanzado, por donde se deriva la carretera E-50. A continuación se atraviesa la parroquia urbana de Santa Rosa, donde se diseñarán tres intercambiadores, el Sur, conectando con la carretera del Aeropuerto Regional, el Centro Puerto Jeli y el Norte. En Santa Rosa tampoco se afecta al desarrollo urbano de la población, porque el nuevo trazado se circunscribe al ya definido en la variante de Santa Rosa.

El cantón Machala recibe a la infraestructura en la parroquia rural de El Retiro, donde se prevé un intercambiador en la confluencia con la carretera E- 584 a Buenavista Pasaje, en la parroquia rural de Buenavista (Cantón pasaje). A continuación, y ya en la parroquia urbana de Machala, se prevén dos nuevas conexiones, una en la “Y” de Corralitos (enlace con vía E-59) y otra en Machala, desde donde se accede también a Puerto Bolívar a través de la vía E-583.

Los desarrollos urbanísticos de Machala, Pasaje y El Guabo no resultarán afectados por la infraestructura, pues ésta discurre lo suficientemente alejada de dichos núcleos urbanos.

Finalmente, tras recorrer la parroquia rural de La Iberia y la urbana de El Guabo, el trazado concluye en la “Y” de Tillales, próxima a la cabecera

cantonal de El Guabo, donde se rediseñará y adaptará, como en los casos anteriores, el enlace para adaptarlo a las nuevas condiciones de autopista.

Desde el punto de vista ambiental, esta alternativa presenta las siguientes características:

Entre Huaquillas y el final de la variante de Arenillas:

- Pendientes: en esta zona, las pendientes predominantes son entre 0-5% y 5-12%, presentando un relieve prácticamente plano o de inclinación suave. En las proximidades de la variante de Arenillas, la pendiente comienza a elevarse presentando pendientes entre el 12-25%, 50-70% e incluso mayores al 70%.
- Edafología: en esta zona los suelos mayoritarios son los Alfisoles junto con la asociación de Alfisoles + Inceptisoles, que son los suelos que cuentan con un mayor desarrollo. El resto de la zona está ocupada por Inceptisoles y Aridisoles.
- Aptitud agrícola: en esta zona, la mayor parte del trazado se sitúa sobre áreas que presentan aptitud agrícola pero con limitaciones ligeras o muy importantes para desempeñar esta actividad. En las proximidades de Arenillas existen zonas aptas para la forestación, reforestación y mantenimiento de la cobertura vegetal natural.
- Vegetación y usos del suelo: en esta zona, la Alternativa 1 se sitúa mayoritariamente sobre pastos cultivados y vegetación arbustiva, existiendo pequeñas parcelas de cultivos de ciclo corto y pastos naturales, junto con vegetación de área urbana coincidiendo con el área urbana de Huaquillas.
- Hidrología y áreas de inundación, esta parte del trazado se sitúa sobre las cuencas hidrográficas del Río Zamurilla y del Río Arenillas, siendo los cauces principales la Quebrada de Barbasco y el Río Arenillas,

junto con cauces de menor entidad afluentes de estos. En lo referente a las áreas de inundación, todas ellas se deben a inundaciones por desbordamiento de los cauces existentes como consecuencia de episodios de fuertes precipitaciones.

- Espacios naturales de interés: en esta zona, la Alternativa 1 cruza la Reserva Ecológica de Arenillas, en una longitud aproximada de 5,66 km.
- Paisaje: en esta zona, el trazado de esta alternativa se sitúa mayoritariamente sobre la Unidad de Glacis ferruginizados del Sur y en menor medida sobre sedimentos marinos cuaternarios.
- Entre el final de la variante de Arenillas y Santa Rosa:
- Pendientes: en este tramo las pendientes predominantes son entre 0-5% y 5-12% presentando un relieve prácticamente plano o de inclinación suave.
- Edafología: en este tramo los suelos mayoritarios son los Alfisoles, existiendo pequeñas proporciones de la asociación de Alfisoles+ Inceptisoles.
- Aptitud agrícola: en este tramo, la mayor parte del trazado se sitúa sobre áreas que presentan aptitud agrícola pero con limitaciones muy importantes para desempeñar esta actividad. Existen zonas minoritarias que no presentan limitaciones y otras sin uso agropecuario.
- Vegetación y usos del suelo: en este tramo, la Alternativa 1 se sitúa sobre un mosaico de diferentes tipos de vegetación y usos de suelo. Este mosaico está formado por pasto cultivados, cultivos de ciclo corto y vegetación arbustiva.
- Hidrología y áreas de inundación: este tramo se sitúa sobre la Cuenca hidrográfica del río Arenillas, y termina en el límite de esta Cuenca con la del Río Santa Rosa siendo el río Saladillo el cauce principal, afluente del Río Santa Rosa y Buenavista, junto con varios afluentes del Río

Arenillas y lagunas, canales, etc. En lo referente a las áreas de inundación, todas ellas se deben a inundaciones por desbordamiento de los cauces existentes como consecuencia de episodios de fuertes precipitaciones.

- Espacios naturales de interés: en esta zona, no existe ningún espacio de interés natural.
- Paisaje: en esta zona, el trazado de esta alternativa se sitúa mayoritariamente sobre las Unidades de Glacis ferruginizados del Sur y, en menor medida, sobre la Unidad de Ondulaciones bajas sobre sedimentos marinos cuaternarios.
- Entre Santa Rosa y el Guabo (este tramo es común a ambas alternativas), presenta las siguientes características:
 - Pendientes: en esta zona, las pendientes son del 0-5%, presentando un relieve débil, plano o casi plano.
 - Edafología: en esta zona los suelos mayoritarios son los Entisoles, existiendo pequeñas apariciones de Inceptisoles.
 - Aptitud agrícola: en esta zona, la mayor parte del trazado se sitúa sobre áreas que presentan aptitud agrícola sin limitaciones o con limitaciones ligeras para desempeñar esta actividad. En las proximidades de Santa Rosa existen zonas marginales para la agricultura.
 - Vegetación y usos del suelo: este tramo se sitúa en su práctica totalidad sobre cultivos de banano existiendo pequeñas teselas de cultivos de ciclo corto, pastos cultivados, camaroneras y vegetación arbustiva en una pequeña proporción en las proximidades de Santa Rosa.
- Hidrología y áreas de inundación: esta parte del trazado se sitúa sobre las Cuencas Hidrográficas del Río Jubones, Estero Guajabal y Río Santa Rosa, siendo los cauces principales el Río Jubones en la primera

y el Rio Santa Rosa, Buenavista y el Motuche en la Ultima Cuenca, junto con cauces de menor entidad afluentes de estos. En lo referente a las áreas de inundación, todas ellas se deben a inundaciones por desbordamiento de los cauces existentes como consecuencia de episodios de fuertes precipitaciones. Sin embargo, al norte de Santa Rosa existen pequeñas zonas permanentemente inundadas por la presencia de las camaroneras.

- Espacios naturales de interés: en esta zona, no existe ningún espacio de interés natural.
- Paisaje: en esta parte, el trazado se sitúa en primer lugar entre las Unidades de Nivel inferior plano y la Baja Llanura de piedemonte Sur y en las proximidades de Santa Rosa se sitúa sobre la unidad de Ondulaciones bajas sobre sedimentos marinos cuaternarios.

La alternativa 1 discurre desde su inicio, en la frontera con Perú, hasta unos 7 km antes de alcanzar Arenillas, por depósitos cuaternarios indiferenciados. Se trata de una zona con morfología poco acusada, derivándose de este hecho que sea propensa a inundaciones esporádicas en épocas de lluvia y por desbordamientos de los ríos. Así mismo, debido a su relieve relativamente llano no es previsible que se realicen desmontes importantes y, por tanto, su construcción presente un importante déficit de tierras. Los terraplenes sufrirán asentamientos diferenciales significativos y las estructuras tendrán que construirse mediante cimentación profunda.

A continuación y hasta pasar Arenillas aproximadamente 8 km, el trazado se desplaza por una zona suavemente alomada de colinas plio- cuaternales,

seccionadas por algunos valles fluviales transversales a la traza. Prácticamente en Arenillas se corta a los únicos alforameintos del basamento existente en todo este tramo, correspondientes a materiales metamórficos de las estribaciones de la sierra de Tahirín. Este subtramo está exento de inundaciones y el movimiento de tierras estará en cierta medida compensado, debido a los desmontes que tendrán que excavarse y al aprovechamiento de los materiales extraídos de los mismos. La estructura geológica en paralela al trazado, con buzamientos superiores a los 600 hacia el N, lo cual indica que zonas de trinchera el talud derecho puede proyectarse con pendientes pronunciadas, mientras que el izquierdo puede dar lugar a inestabilidades por vuelco o toppling. Los materiales plio-cuaternarios se estima que pueden presentar una capacidad de carga baja media, dando lugar a asientos medios en los rellenos y precisando cimentaciones profundas o semiprofundas en las estructuras.

Desde este punto hasta Santa Rosa, donde se une con la Alternativa 2, el corredor discurre nuevamente por depósitos cuaternarios indiferenciados, cuyas características geotécnicas son las mismas que las mencionadas en el primer subtramo de esta Alternativa.

El tramo común de las dos alternativas vuelve a transcurrir por terrenos muy poco accidentados ocupados por suelos cuaternarios indiferenciados, excepto un tramo de unos 4.5 km de longitud, próximo a Santa Rosa, donde se cruzan terreno pliocenos de formación Puná, constituidos por arcillas de

color pardo oscuro, limos y areniscas de grano fino y tonos claros, con evidente estratificación cruzada. Estos materiales terciarios muestran unas características más óptimas que los suelos cuaternarios, principalmente en cuanto a la capacidad portante se refiere, siendo moderada y con asientos prácticamente inexistentes.

Alternativa 2.

Tomando como origen la frontera de Ecuador con Perú, en el cantón de Huaquillas, presenta una longitud menor que la Alternativa 1, aproximadamente 64,875 km incluyendo la conexión de Arenillas, al ser de nuevo trazado más directo entre Huaquillas y Santa Rosa. Discurre por el norte del ámbito de estudio evitando la amplia región de esteros conformada principalmente por el Estero Grande y los esteros tributarios de su área de influencia.

Se prevén intercambiadores a proyectar en la Conexión CEBAF Retorno a Arenillas y Santa Rosa y en Huaquillas. en su recorrido, tras dejar el cantón de Huaquillas, penetra en el cantón de arenillas por su zona más septentrional, atravesando el norte de la parroquia de Arenillas de oeste a este. Se diseña una conexión de aproximadamente 10 km de longitud con Chacras y Arenillas. Esta conexión parte desde a mitad de trazado entre Huaquillas y Santa Rosa y ha sido diseñada de manera que el desarrollo urbanístico de Arenillas no resulta afectada por el nuevo trazado.

A continuación, atraviesa la parroquia de Santa Rosa, perteneciente al cantón homónimo, donde se diseñarán tres intercambiadores, el Sur, conectando con la carretera del Aeropuerto Regional, el Centro Puerto Jeli y el Norte.

A partir de Santa Ros, el trazado de la Alternativa 2 es coincidente con el de la Alternativa 1, siguiendo el corredor de la vía E-25, por lo que la descripción de lo siguientes tramos es idéntica, no obstante lo cual, la incluimos a continuación:’

El cantón Machala recibe a la infraestructura en la parroquia rural de El Retiro, donde se prevé un intercambiador en la confluencia con la carretera E-584 a Buenavista Pasaje, en la parroquia rural de Buenavista Cantón Pasaje. A continuación, y ya en la parroquia urbana de Machala, se prevén dos nuevas conexiones, una en la “Y” de Corralitos (enlace con vía E-59) y la otra en Machala, desde donde se accede también a Puerto Bolívar a través de la vía E-583.

Los desarrollos urbanísticos de Machala, Pasaje y El Guabo no resultarán afectados por la infraestructura, pues ésta discurre lo suficientemente alejada de dichos núcleos urbanos.

Finalmente, tras recorrer la parroquia rural dela Iberia y la Urbana de El Guabo, el trazado concluye en la “Y” de Tillales, próxima a la cabecera

cantonal de El Guabo, donde se rediseñará y adaptará, como en los casos anteriores, el enlace para adaptarlo a las nuevas condiciones de autopista.

Desde el punto de vista ambiental, esta alternativa presenta las siguientes características:

- Pendientes: en esta zona, las pendientes existentes son entre 0-5% presentando un relieve plano o casi plano. La conexión, mediante carretera convencional, hasta Arenillas también presenta pendientes entre 0-5% en todo su recorrido, salvo en las proximidades de Arenillas donde sube ligeramente hasta valores de 5-12%.
- Edafología: La mayor parte de Esta Alternativa se sitúa sobre Aridíoles, existiendo una pequeña proporción de Inceptisoles y Entisoles en las proximidades de Santa Rosa. La conexión, mediante carretera convencional hasta Arenillas, se sitúa Aridíoles y Entisoles y una muy pequeña proporción de Alfisoles.
- Aptitud agrícola: en esta alternativa, la aptitud agrícola presenta diversidad de tipologías, existiendo zonas con limitaciones ligeras, zonas que no tienen uso agropecuario, etc. Llegando a Santa Rosa, existen parcelas sin limitaciones. La conexión, mediante carretera convencional hasta Arenillas, se sitúa sobre zonas aptas para la agricultura con limitaciones ligeras y sin limitaciones. En las proximidades de Arenillas existen zonas aptas pero con limitaciones muy importantes (debidas a la pendiente fundamentalmente).

- Vegetación y usos del suelo: la vegetación sobre la que se asienta esta Alternativa está compuesta por un mosaico de diferentes tipos de usos del suelo. Dominan los pastos cultivados, cultivos de ciclo corto, banano y vegetación arbustiva. Existe una pequeña tesela de manglar. La conexión, mediante carretera convencional hasta Arenillas, se sitúa sobre pastos cultivados, cultivos de ciclo corto, cultivos de arroz y bananos.
- Hidrología y áreas de inundación: esta Alternativa se sitúa mayoritariamente sobre la Cuenca Hidrográfica del Río Zamurilla y del Río Arenillas, finalizando en el límite con la Cuenca del Río Santa Rosa. Los cauces principales son la Quebrada de Barbasco, junto con varios Esteros (Cayancas, del Mate y El Caldero) y otras Quebrada de Barbasco de menor entidad en la primera cuenca, el Río Arenillas en la segunda y el Saladillo en la tercera, junto con otros cauces de menor entidad afluentes de estos y destacando la presencia de las camaroneras. La conexión mediante carretera convencional hasta Arenillas, se sitúa entre la Cuenca del Río Zarumilla y la del Río Arenillas, siendo el río Arenillas el más importante.

En lo referente a las áreas de inundación abundan las áreas inundadas temporalmente por desbordamiento de los cauces existentes como consecuencia de episodios de fuertes precipitaciones, existiendo una zona permanentemente inundada debido al Estero Cayancas. La conexión,

mediante carretera convencional hasta Arenillas, se sitúa sobre áreas inundadas temporalmente.

- Espacios naturales de interés: en esta zona, la Alternativa 2 cruza la Reserva Ecológica de Arenillas, en una longitud aproximada de 4,89 km. La conexión, mediante carretera convencional hasta Arenilla no cruza ningún espacio de interés.
- Paisaje: esta alternativa se sitúa mayoritariamente sobre la unidad de ondulaciones bajas sobre sedimentos marinos cuaternarios, coexistiendo en algunas zonas con la unidad de Valles fluviales y limitando al norte con la unidad de Manglar y salitral. La Unidad de Valles fluviales y limitando al norte con la unidad de Manglar y salitral. La conexión, mediante carretera convencional hasta Arenillas, se sitúa sobre la unidad de Ondulaciones bajas sobre sedimentos marinos cuaternarios, pasando después por la unidad de Valles fluviales y finalizando en la unidad de Glacis ferruginizados del Sur.

Tal y como se ha descrito anteriormente, entre Santa Rosa y el Guabo, el trazado es común a ambas alternativas.

La Alternativa 2 discurre enteramente desde su inicio hasta la unión con la Alternativa 1 por una amplia planicie ocupada por depósitos cuaternarios indiferenciados, excepto en algunas pequeñas zonas donde se disponen aluviales de esteros. Estos últimos aluviales son terrenos geotécnicamente

muy problemáticos, debido a que se encuentra inundados por la acción de las mareas y a que presentan una capacidad portante muy baja y una deformabilidad muy elevada, siendo problemática la construcción de terraplenes y estructuras sobre ellos. En cuanto a los terrenos cuaternarios la construcción de terraplenes y estructura sobre ellos. En cuanto a los terrenos cuaternarios indiferenciados, se trata de áreas propensas a inundaciones esporádicas en épocas de lluvia y por desbordamientos de los ríos. Así mismo, debido a su relieve relativamente llano no es previsible que se realicen desmontes importantes y, por tanto, su construcción presente un importante déficit de tierras. los terraplenes sufrirán asientos diferenciales significativos y las estructuras tendrán que construirse mediante cimentación profunda.

Por último, el resto del trazado corresponde al tramo común de las dos Alternativas, cuyas características ya han sido expuestas anteriormente.

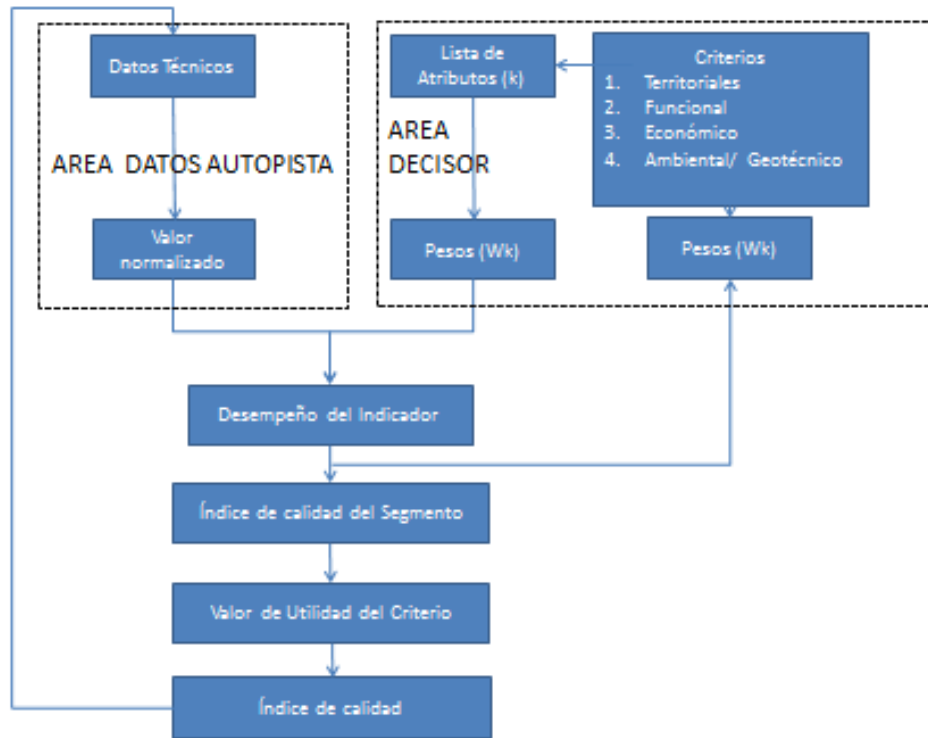
A continuación se adjunta el plano general de las alternativas estudiadas.



Figura 3. 1 MTOP, 2013

3.3 Objetivos

La determinación de la puntuación de cada uno de los objetivos a partir de los diferentes indicadores se presenta en este capítulo. A través de la metodología se puntuará y evaluará los resultados.



Fuente: <http://www.bitstream/handle/10803/6175/TNVF1de1.pdf>

3.4 Objetivos territoriales

El objetivo territorial se ha obtenido teniendo en cuenta los indicadores de Conectividad con la red existentes, accesibilidad y coordinación con el planeamiento urbanístico. Las puntuaciones que se han obtenido para cada uno de los criterios que conforman el objetivo territorial se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3. 1 Puntuaciones obtenidas para cada criterio del objetivo territorial

Alternativa	Conectividad con la red existente			Accesibilidad			Coordinación con el planeamiento urbanístico		
	Valor	Ponde	Total	Valor	Ponde	Total	Valor	Ponde	Total
Alternativa 1	7.05	0.40	3.17	6.53	0.40	2.61	9.60	0.20	1.92
Alternativa 2	4.67	0.40	2.10	2.13	0.40	0.85	9.55	0.20	1.91

A partir de estos valores se obtiene, para cada una de las alternativas, el valor de este objetivo.

Tabla 3. 2 Puntuación del objetivo territorial para cada alternativa

Alternativa	Objetivo territorial
Alternativa 1	7.71
Alternativa 2	4.87

En consecuencia, la Alternativa 1 se sitúa como primera clasificada bajo el punto de vista territorial.

3.5 Objetivo funcional

Al no disponerse de trazado definitivo este objetivo ha sido evaluado mediante la obtención de los indicadores de Tráfico captado u afección al usuario, descritos anteriormente:

Tabla 3. 3 Indicadores de Tráfico captado u afección al usuario

Alternativa	Tráfico captado			Afección del usuario		
	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total
Alternativa 1	5.25	0.70	3.68	5.24	0.30	1.57
Alternativa 2	2.95	0.70	2.07	7.13	0.30	2.14

A partir de estos valores se obtiene, para cada una de las alternativas, el valor de este objetivo:

Tabla 3. 4 Objetivo funcional para cada alternativa

Alternativa	Objetivo funcional
Alt. 1	5.25
Alt.2	4.21

3.6 Objetivo Económico

En este objetivo se tiene en cuenta cuatro indicadores, el Valor Actual Neto, la Tasa Interna de Retorno, la relación Beneficio Coste y el Período de Recuperación de la Inversión.

Tabla 3. 5 Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno para cada alternativa

Alternativa	V.A.N.			T.I.R.		
	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total
Alternativa 1	6.40	0.25	1.60	8.32	0.25	2.08
Alternativa 2	2.14	0.25	0.53	5.99	0.25	1.50

Tabla 3. 6 Relación Beneficio Coste y el Período de Recuperación de la Inversión para cada alternativa

Alternativa	B C			Período de Rec.Inversión		
	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total
Alternativa 1	8.22	0.25	2.06	4.34	0.25	1.08
Alternativa 2	6.00	0.25	1.50	1.59	0.25	0.40

Con ambos indicadores, y con una ponderación igual para ambos indicadores se obtienen los siguientes valores del objetivo económico:

Tabla 3. 7 Objetivo económico para cada alternativa

Alternativa	Objetivo económico
Alternativa 1	6.82
Alternativa 2	3.93

Económicamente se deduce que la Alternativa 1 es más adecuada con respecto a la 2.

3.7 Objetivo ambiental y geotécnico

Impacto demanda ocupación del suelo

La ocupación de suelo deriva del establecimiento de la nueva infraestructura que conlleva la imposibilidad de aprovechamiento del suelo en la superficie afectada por la propia carretera, los taludes de desmonte y terraplén asociados caminos de servicio y de enlace, canteras y escombreras, etc.

Esta pérdida producirá un impacto permanente, irrecuperable, localizado e irreversible. La ocupación definitiva afecta tanto a los úselos, como a la cobertura vegetal y usos del suelo, hábitats faunísticos, espacios de interés natural, patrimonio cultural, población, etc.

Cabe destacar que la Alternativa 1 se ha diseñado sobre la carretera existente actualmente, que se duplica en capacidad de un carril por sentido para pasar a tener dos carriles por sentido por lo que la afección producida se reduce significativamente de la que podría producirse si la carretera se hiciera completamente desde cero. Además, se ha tenido en cuenta que desde Santa Rosa hasta la variante de Arenillas y desde Chacras hasta Huaquillas la duplicación ya se ha ejecutado, por lo que en esas zonas las actuaciones quedan relegadas a la creación de caminos de enlace y de servicio, contabilizando una afección de menor relevancia. Se ha estimado que la reducción de la afección es superior al 50%.

A continuación, se aplica la metodología expuesta en el apartado “Criterios Ambientales”, para valorar las alternativas planteadas y los resultados de la valoración se exponen en la siguiente tabla:

**Tabla 3. 8 Resultados de la valoración de los “Criterios Ambientales”
Impacto demanda necesidades de materiales**

	ALTERNATIVAS		VALOR DE VULNERABILIDAD	
	ALTERNATIV A 1	ALTERNATIV A 2	ALTERNATIV A 1	ALTERNATIV A 2
SUPERFICIE DE OCUPACION DEL SUELO (m2) SOBRE VULNERABILIDAD ALTA	222.341	277.782	2.223.410	2.777.820

SUPERFICIE DE OCUPACION DEL SUELO (m2) SOBRE VULNERABILIDAD MEDIA	569.220	1.590.221	2.846.100	7.951.105
SUPERFICIE DE OCUPACION DEL SUELO (m2) SOBRE VULNERABILIDAD BAJA	7.649	16.573	7.649	16.573
IMPACTO DEL EFECTO A NORMALIZAR = \sum (SUPERFICIE DE OCUPACION DEL SUELO PARA CADA VALOR DE VULNERABILIDAD (m2) x VALOR DE VULNERABILIDAD)			5.077.159	10.745.498

La extracción de materiales del subsuelo o su depósito producirán un cambio radical en la configuración morfológica del mismo, al modificarse las pendientes y la continuidad del relieve. Esto produce un efecto destacado de interrupción de las formas naturales y una aparición de formas artificiales.

Para la aplicación de la fórmula de normalización del impacto se han tomado los siguientes valores:

- Impacto máximo: es la superficie de ocupación de la Alternativa 2 por ser la que presenta mayor superficie suponiendo que toda ella se sitúa sobre zonas de vulnerabilidad alta.

Impacto máximo= superficie de ocupación (=1.884.576 m²) x Valor de Vulnerabilidad Alta (=10) = 18.845.760 m².

- Impacto mínimo: es la superficie de ocupación de la Alternativa 1 (por ser la que presenta menor superficie) suponiendo que toda ella se sitúa sobre zonas de vulnerabilidad baja.

Impacto mínimo= Superficie de ocupación (=799.210,00 m²) x Valor de Vulnerabilidad Alta (=1) = 799.210,00 m².

Los efectos se producen principalmente como consecuencia de los movimientos de tierras necesarios para “encajar” el nuevo trazado en la topografía del terreno, canteras y escombreras. Los condicionantes de trazado, respecto a las pendientes y a los radios de curvatura, limitan su adaptación a las formas del relieve y condicionan la alteración con la aparición de taludes de desmonte y de terraplén cuya altura y pendiente dependen de las características del terreno y de las cotas de trazado.

Los desmontes suponen unos excedentes de tierras que será necesario trasladar a escombrera mientras que la construcción de terraplenes implica la extracción de los volúmenes de tierra necesarios para su creación. Aunque la solución óptima consiste en utilizar los excedentes de los desmontes para la construcción de los terraplenes, esto no siempre es posible por motivos técnicos, debido a que los materiales no sean los apropiados o a que los materiales no sean los apropiados o a que los excedentes de tierras se produzcan en zonas alejadas de donde se requieren los materiales. Asimismo, parece razonable utilizar, para el vertido, zonas de escombreras ya existentes y, para la extracción de los préstamos, canteras ya en explotación. Sin embargo, estas condiciones no siempre se dan en las proximidades del trazado. Así, la aparición de nuevas formas en el relieve, como consecuencia de la necesidad de escombreras y de canteras, incrementa el impacto de la infraestructura respecto a este factor del medio.

El impacto sobre el modelado geomorfológico supondrá un efecto permanente, irrecuperable, localizado e irreversible para los movimientos de tierras en las taludes de desmonte y de terraplén, en las canteras y en los vertederos. En las pistas de acceso temporal, siempre se prevea su posterior acondicionamiento, se considera el impacto sinérgico, temporal, recuperable, localizado e irreversible.

Dada la escala de trabajo empleada en esta fase no se han estimado los volúmenes concretos que requerirán ambas alternativas pero teniendo en cuenta las cualidades de los terrenos por los que ambas transcurren se estima que la Alternativa 2, al situarse, entre Huaquillas y Santa Rosa, sobre zonas propensas a la inundación y cercanas a los manglares, esteros y camaroneras, se requerirá la creación de grandes terraplenes que aseguren la viabilidad de esta alternativa requiriendo elevadas cantidades de materiales procedentes de canteras.

En lo referente a la Alternativa 1, cabe destacar que parte de la carretera existente actualmente y que desde Santa Rosa hasta la variante de Arenillas y desde Chacras hasta Huaquillas ya se ha realizado la duplicación. Además esta alternativa, dadas las características del terreno, requerirá menores movimientos de tierras puesto que los materiales son más estables desde el punto de vista geotécnico.

Con lo expuesto anteriormente, se concluye que desde el punto de vista del impacto demanda de las necesidades de materiales, la Alternativa 1 es más idónea que la Alternativa 2. Aunque la valoración realizada a este respecto es cualitativa, se han proporcionado los siguientes valores numéricos para el cómputo global de las alternativas.

Tabla 3. 9 Ponderación del Impacto

Ponderación del Impacto (30%)	
Alternativa 1= 0.20	Alternativa 2=0.60
0.060	0.180

IMPACTO DEMANDA DESBROCE DE SUPERFICIE

Como consecuencia de los movimientos de tierra y de la inserción de la infraestructura en el territorio, es necesario eliminar la cobertura vegetal existente en el ámbito de actuación mediante desbroce superficial de todas las superficies afectadas por el proyecto. La destrucción de la vegetación tendrá lugar tanto en la superficie de ocupación del nuevo trazado como en los caminos auxiliares de obra, en los escombreras, en las canteras y , en general, en todos los lugares en los que se haga necesaria la creación de infraestructuras de apoyo y de mantenimiento, incluso si son temporales.

Como necesidad propia de la actuación para facilitar las obras, desplazamiento de maquinaria y materiales, así como la preparación de emplazamientos de las instalaciones de obra y necesidades de material canterable y áreas de escombreras, y por supuesto el eje de la traza, se

procederá a realizar la retirada de la cobertera vegetal de las zonas afectadas.

La naturaleza de esta alteración en las zonas de ocupación definitiva será permanente, irrecuperable, localizada e irreversible siendo permanente, recuperable, localizada y reversible en aquellos puntos que se abandonen una vez acabas las obras siempre que se realicen las correspondientes tareas de revegetación.

Tal y como se ha indicado anteriormente, se tiene en cuenta que la Alternativa 1 se ha diseñado sobre la carretera existente actualmente, reduciéndose significativamente la afección. Esta reducción se ha estimado superior al 50%. Además, se ha tenido en cuenta que desde Santa Rosa hasta la variante de Arenillas y dese Chacras hasta Huaquillas la afección se debe a la creación de caminos de enlace y de servicio, contabilizando una afección de menor relevancia.

A continuación, se aplica la metodología expuesta en el apartado “Criterios ambientales”, para valorar las alternativas planteadas y los resultados de la valoración se exponen en la siguiente tabla. Cabe recordar que esta valoración se ha realizado sobre el Plano de Capacidad de Acogida de vegetación, asignándole a cada categoría de capacidad de acogida (alta, media y baja) el valor de vulnerabilidad correspondiente (baja, media y alta, respectivamente).

Para la aplicación de la fórmula de normalización del impacto se han tomado los siguientes valores:

- Impacto máximo: es el superficie de desbroce de la Alternativa 2 (por ser la que presenta mayor superficie) suponiendo que toda ella se desbroza y que además se sitúa sobre zonas de vulnerabilidad alta.

Impacto máximo= superficie de desbroce (= 1.884.576 m²) x valor de vulnerabilidad alta (=10)= 18.845.760 m².

- Impacto mínimo: es la superficie de desbroce de la Alternativa 1 (por se la que presenta menor superficie) suponiendo que toda ella se desbroza y que además se sitúa sobre zonas de vulnerabilidad baja.

Impacto mínimo = Superficie de desbroce (799.241 m²) x Valor de vulnerabilidad alta (= 1) = 799.241 m².

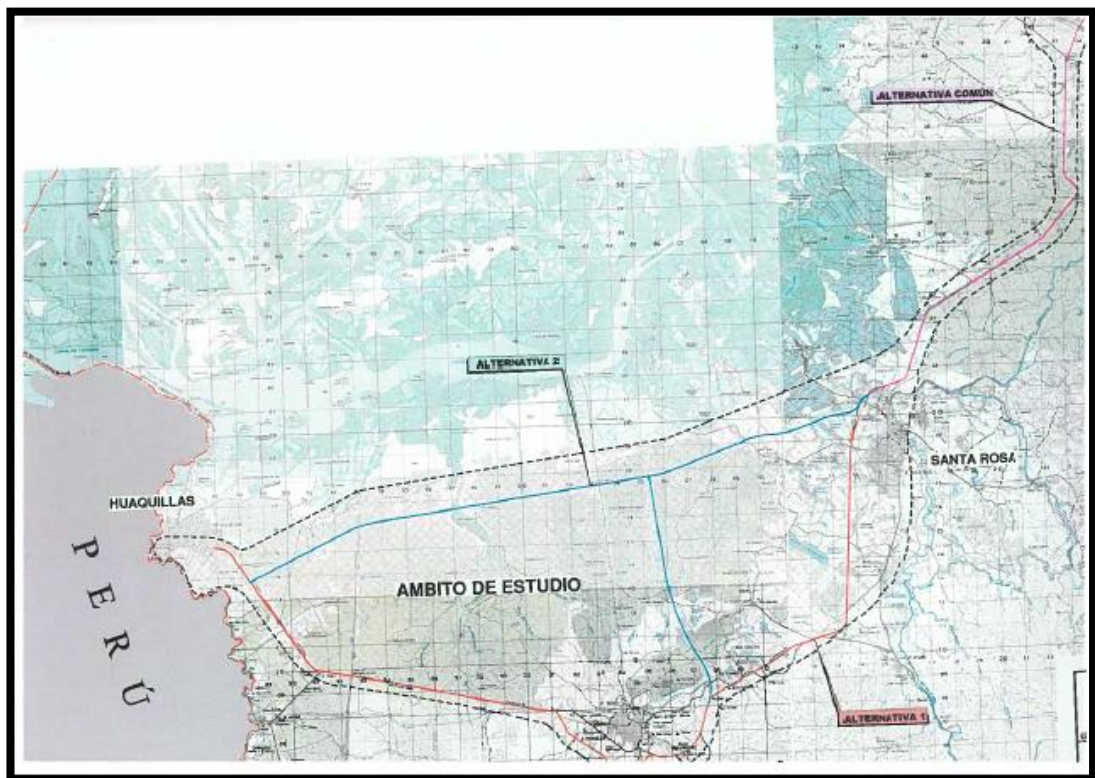


Figura 3. 2 Mapa faltante 3

IMPACTO DEMANDA ACEPTACION SOCIAL

Las principales afecciones sobre la población existente en el ámbito de estudio se deben a las potenciales alteraciones en la estructura demográfica, el incremento de la población activa y a las expropiaciones (gestión socio-predial, plan de afectaciones).

En cuanto a las potenciales alteraciones sobre la estructura demográfica, la demanda de mano de obra ocasionará desplazamientos entre los individuos que se encuentren espacialmente alejados del lugar de la construcción ocasionalmente la posible migración para cubrir los nuevos empleos, podrá alterar la estructura demográfica de la población de los cantone en los que se sitúa el ámbito de estudios.

Como consecuencia también de la ejecución de las obras de construcción se ocasionará una demanda de mano de obra que podrá ser más o menos cubierta por los individuos residentes en el área. Además de los empleos directos que puedan generarse en el sector de la construcción, las obras ocasionarán una demanda en el sector servicios encaminadas a cubrir las necesidades de los trabajadores de la obra.

A este respecto, dado que la Alternativa 2 se realiza nueva en su totalidad requerirá mayor demanda de mano de obra que la Alternativa 1 que ya parte de la carretera existente y de algunos tramos en los que ya se ha duplicado

la capacidad de la carretera existente. Sin embargo, cabe destacar que esta demanda de mano de obra está ligada a la fase de construcción, siendo un efecto positivo aunque temporal.

Por otra parte, la necesidad de suelo para la construcción de la carretera implica proceder a la expropiación de los terrenos sobre los que se discurre la misma con la consiguiente destrucción en numerosos casos de viviendas y otras construcciones.

La Alternativa 2, producirá un impacto mayor puesto que requiere mayores expropiaciones que la Alternativa 1 al realizarse nueva en su totalidad.

Además, la población también se verá afectada por las alteraciones en el tráfico durante la fase de obras, la afección al confort ambiental (ruido, contaminación atmosférica, etc.).

En cuanto a este impacto, la Alternativa 2 también será mas desfavorable que la Alternativa 1, ya que requerirá una mayor período de construcción durante el cual se producirán afecciones tanto al tráfico como al confort ambiental.

Por otro lado, cabe destacar que de cara al funcionamiento de ambas alternativas la Alternativa 1 conecta Huaquillas, Arenillas, Santa Rosa y El Guabo (aunque el tramo en estudio finaliza en la “Y” de Tillales), y desde Santa Rosa también existen conexiones con Machala. Además, al duplicarse

su capacidad, con dos carriles por sentido, el tiempo de recorrido entre estas poblaciones se reduce significativamente por lo que desde el punto de vista de la aceptación social, se considera que esta Alternativa sería ampliamente aceptada por la mayor parte de la población.

En cuanto a la Alternativa 2, a pesar de que conecta los mismo núcleos poblacionales que la Alternativa 1, los tiempos de recorrido son mayores entre Huaquillas y Arenillas que se conectan mediante una carretera convencional, con un carril por sentido.

Con lo expuesto anteriormente, se concluye que desde el punto de vista del impacto demanda de la aceptación social, la Alternativa 1 es más idónea que la Alternativa 2. Aunque la valoración realizada a este respecto es cualitativa, se han proporcionado los siguientes valores numéricos para el cómputo global de las alternativas:

Tabla 3. 10 Ponderación del impacto demanda aceptación social

PONDERACION DEL IMPACTO DEMANDA ACEPTACION SOCIAL	
ALTERNATIVA 1 = 0.30	ALTERNATIVA 2=0.50
0.090	0.150

RESULTADOS GLOBALES PARA EL OBJETIVO AMBIENTAL

Los resultados obtenidos para cada impacto demanda considerado, se suman para cada una de las alternativas, obteniendo los siguientes valores:

Alternativa 1 = 0.204

Alternativa 2 = 0.472

De estos resultados se concluye que la Alternativa 1 produce un impacto ambiental total inferior al producido por la Alternativa 2, siendo por tanto más favorable.

Para estos valores se puedan introducir en el análisis multicriterio global se debe realizar el tanto por 10 para los valores resultantes, obteniendo los siguientes resultados:

Alternativa 1 = 0.204

Alternativa 2 = 5.28

Considerando que en el análisis multicriterio global se ha establecido que la alternativa más favorable presenta un valor de 10 y la menos favorable un valor de 1, se debe restar la cifra del impacto ambiental total producido por cada alternativa obteniendo los siguientes valores totales:

Alternativa 1 = 7.96

Alternativa 2 = 4.72

Por tanto, se concluye que la Alternativa 1 es más favorable que la Alternativa 2.

Impacto geotécnico

Se ha valorado el impacto geotécnico en:

Tabla 3. 11 Objetivo geotécnico para cada alternativa

Alternativa	Objetivo Geotécnico
Alt 1	133,00
Alt 2	87,00

Y de acuerdo con su indicador se obtiene:

Tabla 3. 12 Objetivo amb-geotécnico para cada alternativa

Alternativa	Objetivo Amb- Geotécnico
Alt 1	7,06
Alt 2	4,19

Impacto ambiental- geotécnico

Trabajando conjuntamente con ambos objetivos y ponderándolos se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 3. 13 Objetivo ambiental – geotécnico trabajados en conjunto

Alternativa	Objetivo Ambiental			Objetivo Geotécnico		
	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total
Alt 1	7.96	0.70	5.57	7.06	0.30	2.12
Alt 2	4.72	0.70	3.30	4.19	0.30	1.26

A partir de estos valores se obtiene, para cada una de las alternativas, el valor de este objetivo:

Tabla 3. 14 Ponderación objetivo ambiental – geotécnico

Alternativa	Objetivo Amb- Geotécnico
Alt1	7.69
Alt2	4.56

Del análisis ambiental, geológico y geotécnico se deduce que con la alternativa mejor valorada es la Alternativa 1.

3.8 Método Pattern

Integrando los cuatro objetivos de manera que cada uno de ellos represente un 25% de la puntuación total de cada alternativa se obtiene:

Tabla 3. 15 Valoración de las alternativas según el método pattern

	AMBITO				
Alternativa	Territorial	Funcional	Económico	Amb-Geote	Pattern
Alt 1	7.71	5.25	6.82	7.69	6.87
Alt 2	4.87	4.21	3.93	4.56	4.39

3.9 Análisis de Robustez y sensibilidad

La alternativa 1 demuestra una robustez del 100% , es decir que en todas las posibles combinaciones de pesos de las 4 criterios básicos: territorial, funcional, económico, y ambiental-geotécnico es favorable la Alternativa 1.

En cuanto a la sensibilidad, dentro del valor objetivo, la Alternativa 1 tiene una sensibilidad también del 100%. Para su comprobación se utiliza software para la misma ponderación

Tabla 3. 16 Análisis de Robustez y sensibilidad para cada alternativa

Conversión en Autopista del Eje E-25 entre Huaquillas y la Y de Tillales	
Objetivo ambiental geotécnico	0.25
Objetivo económico	0.25

Objetivo funcional	0.25		
Objetivo territorial	0.25		
Variación admitida	10.00		
Alternativa	Zona de sensibilidad		
1	100		
2	0		
Alternativa	Volumen del tetraedro		
1	100		
2	1		
Alternativa 1	1		
Valoración ambiental geotécnica	7.69		
Valoración Económica	6.82		
Valoración Funcional	5.25		
Valoración Territorial	7.71		
Casos en la que es más favorable	1.373.701		
Casos dentro del objetivo favorable	45.961		
Volumen en tetraedro en %	100		
Intersección con objetivo en %	100		
Ambiental	Económico	Funcional	Territorial
100	0	0	0
0	100	0	0
0	0	100	0
0	0	0	100
Alternativa 2	2		
Valoración ambiental geotécnica	4.56		
Valoración Económica	3.93		
Valoración Funcional	4.21		
Valoración Territorial	4.87		
Casos en la que es más favorable	0		
Casos dentro del objetivo favorable	0		
Volumen en tetraedro en %	0		
Intersección con objetivo en %	0		

ANALISIS COMPARATIVO

Parámetro	Metodología Tradicional	Metodología Propuesta	Caso Estudio
Medio Ambiente	Estudio de cartas topográficas, no muy definido	Indicador ambiental: hidrología, pendientes, suelo, espacios naturales protegidos, bosques protectores, patrimonio forestal del Estado y medio sociocultural.	Fueron estudiados en la metodología propuesta en la Tesis considerados todos los

		Indicador ambiental: hidrología, pendientes, suelo, espacios naturales protegidos, bosques protectores, patrimonio forestal del Estado y medio sociocultural.	parámetros que se requieren para establecer la mejor alternativa de trazado. Se establece un criterio territorial que define tres indicadores: accesibilidad, coordinación con el planeamiento, sin embargo, la coordinación con el planeamiento urbano, para favorecer la alternativa que consiga mayores ahorros de tiempos totales. El criterio funcional, selecciona el tráfico captado y la afección del usuario, el cual indica el de mayor importancia. El criterio económico define costos de operación, construcción, operación y mantenimiento cuyos indicadores se basan en VAN, B/C, TIR, de los costos respectivos. Los objetivos técnicos son una combinación lineal fundamentados en la agrupación técnica.
Política	Se realiza el estudio en base a unión de puntos de control prestablecidos, la accesibilidad de la ruta generalmente no estaba definida y la coordinación con el planeamiento urbanístico se establece en los términos de referencia.	Accesibilidad: se mide a través del tiempo de recorrido entre puntos de atracción de viajes, núcleos de población, producción agraria.	
		Coordinación con el planeamiento urbanístico: afección que se produce a estos tres tipos de suelo SU, SUNP, SUNC.	
		Conectividad con la red existente: número de horas, días que se demora en el recorrido del proyecto.	
Topografía	Estudio de cartas topográficas, exploración terrestre y aérea.	Estudio de cartas topográficas, exploración terrestre y aérea.	
Geología y Geotecnia	Estudios someros mediante recorridos o en cartas.	Indicador de Geología y Geotecnia: riesgos geológicos y naturales; volcánico, sísmico, tsunamis, movimientos en masa, inundaciones, condiciones geotécnicas, excavabilidad, erosionabilidad, hidrogeología, estabilidad de desmontes, capacidad portante.	
Drenaje	Estudio de cartas topográficas, no muy definido	Estudio de cartas topográficas, exploración terrestre y aérea.	
Funcional	De acuerdo a TPDA $F = TI(1+i)^n$	Tráfico captado: asignación de tráficos en las distintas alternativas que se plantean.	
	No definido	Afección del usuario: mide demoras ocasionadas al usuario durante la construcción de la carretera.	
Economía de la Zona	Predeterminado	Caracterización del territorio, impacto socioeconómico.	
Costo	Costos de construcción, operación, mantenimiento aproximados.	En base a cantidades de obra se calculan costos de construcción, operación y mantenimiento y se extraen los siguientes datos:	
		V.A.N. Valor Actual Neto del Proyecto: es la diferencia entre el B.A.N. y el C.A.N.	
		B/C Relación Beneficio/ Costo: relación entre el beneficio/ coste actualizado neto.	
		T.I.R. Tasa Interna de Retorno de la Inversión	
		P.R.I. Período de Recuperación de la Inversión	

CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE INDICADORES

- La metodología de términos de referencia del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, daba mínima importancia a la selección de ruta, debido a que se prefijaba el trazado entre dos puntos.
- Muchas de las deficiencias de los proyectos viales que los constructores señalaban se debe a una inadecuada selección de ruta, ya que no se analizaban con profundidad los diferentes problemas técnicos que se podían presentar en la ejecución del proyecto.
- El método de selección de alternativas multicriterio es muy apropiado para este tipo de trabajo pues en su análisis selecciona la mejor alternativa de trazado en la cual se debe realizar el proyecto y el estudio definitivo del mismo.
- En el criterio territorial se definen tres indicadores: conectividad con la red existente, accesibilidad, coordinación con el planeamiento; sin embargo, la conectividad de la red existente tiene mayor peso ponderativo que la coordinación con el planeamiento urbanístico, para favorecer la alternativa que consiga mayores ahorros de tiempo totales.
- En el criterio funcional se definen dos indicadores: tráfico captado y afección del usuario; se propone que el indicador del tráfico captado

es más importante que la posible afección de obras, es así como se pondera para la combinación de criterios.

- En el criterio económico se definen cuatro indicadores V.A.N., B/C, T.I.R. y Período de recuperación de la Inversión de la Infraestructura, se propone que se pondere cada uno de estos con el mismo porcentaje.
- El objetivo ambiental- geotécnico se define en una combinación lineal de criterios ambientales y geotécnicos, sin embargo, el de mayor peso es el ambiental.

4.2 CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE ALTERNATIVAS

- Como en el ejemplo desarrollado se puede observar las bondades de la aplicación del Método Pattern para la Selección de alternativas más conveniente de la Autopista Huaquillas- Tillales.

4.3 RECOMENDACIONES

- Recomendar que en los futuros estudios de ingeniería de vías se tome en consideración que la fase de selección de ruta se la desarrolle con mucho mayor detenimiento y sea considerada la base fundamental en el diseño y trazado de las vías terrestres.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- NEVI, VOLUMEN I PAGINA 26
- NEVI, VOLUMEN I PAGINA 26
- NEVI, VOLUMEN I, PAGINA 26 Y PAGINA 27
- NEVI, VOLUMEN I, PAGINA 28
- A.M. WELLINGTON.
- NEVI VOLUMEN I, PAGINA 28.
- NEVI, VOLUMEN I PAGI 72.
- NEVI, VOLUMEN I, PAGINA 72.
- <http://www.fomento.gob.es/ferrocarriles/ESTUDIO2/Doc.%201-Memoria%20y%20Anejos/15%20Ident.%20y%20seleccion%20de%20alternativas.pdf>
- <http://www.fomento.gob.es/ferrocarriles/ESTUDIO2/Doc.%201-Memoria%20y%20Anejos/15%20Ident.%20y%20seleccion%20de%20alternativas.pdf>
- DISEÑO VIAL, MILTON TORRES, PUBLICACION 2008.
- EVALUACION ECONOMICA, MTOP, PUBLICACION 2013.
- NEVI VOLUMEN I PAGINA 30
- NEVI VOLUMEN I PAGINA 31
- NEVI VOLUMEN I PAGINA 31

- MTOP, PUBLICACION TPDA, SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, 2012.
- PUBLICACION METODO PATTERN INECO, MTOP, 2013.
- ROMERO C., Análisis de las Decisiones Multicriterio. Alianza Editorial S.A. Madrid. 1997
- PUBLICACION METODO PATTERN INECO, MTOP, 2013.
- <http://www.miliarium.com/Proyectos/Urbanismo/Planeamiento/diccionario.htm>
- Publicación método Pattern INECO, MTOP, 2013.
- NEVI, VOLUMEN I, PAGINA 12.
- Publicación método Pattern INECO, MTOP, 2013.
- Publicación método Pattern INECO, MTOP, 2013.
- <http://www.fomento.gob.es/ferrocarriles/ESTUDIO2/Doc.%201-Memoria%20y%20Anejos/15%20Ident.%20y%20seleccion%20de%20alternativas.pdf>)

ANEXOS

ANEXO I

TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA ESTUDIOS DE INGENIERIA PRELIMINAR

ANTECEDENTES

ANTECEDENTES GENERALES

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas, MTOP, en respuesta a la problemática vial del país y con el objeto de proceder a ampliar y modernizar la infraestructura vial y el servicio que prestan los principales corredores de la Red Vial Estatal, ha decidido emprender un Programa Nacional de Carreteras que, en el contexto de los objetivos del actual Plan Nacional Para el Buen Vivir sirvan como red principal de enlace entre los grandes centros urbanos, nodos logísticos y las Zonas Especiales de Desarrollo Económico y Social, ZEDES, conformados por: puertos, aeropuertos, ciudades principales, parques industriales, pasos internacionales principales, entre los más relevantes.

La Empresa Consultora deberá conocer y aplicar en todo lo pertinente los principales aspectos de la Política Nacional del Sector Transporte legales con el fin de alinear aspectos básicos como la profundidad, orientación general, y resultados de los estudios de cada área de trabajo dentro del Proyecto. El Director Responsable del equipo de consultoría será el encargado de coordinar de manera efectiva todas las actividades concernientes a objetivos generales y específicos planteados en estos Términos de Referencia, buscando asegurar que los resultados, recomendaciones, diseños, trazados y demás elementos de los Informes y/o Entregables, cumplan con los objetivos y normativas de la Política Nacional antes señalado.

A continuación se explica, al respecto, los principales aspectos a considerar por todo el Equipo Consultor en el desarrollo del estudio.

Constitución de la República (RO 449; 20-oct 2008)

Especial atención al Capítulo V: Sectores Estratégicos, Servicios y Empresas Públicas. Especial atención al artículo 314 el cual dispone que el Estado será responsable, de acuerdo a los principios establecidos en el mismo, de la provisión de servicios públicos entre los que se incluyen Vialidad; y al artículo 316 el cual señala que el Estado podrá, de forma excepcional, delegar a la iniciativa privada y a la economía popular y solidaria, el ejercicio de los servicios públicos.

Especial atención a la Sección Novena: Gestión del riesgo, artículo 389 el cual dispone que el Estado protegerá a las personas, las colectividades y la

naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objeto de minimizar la condición de vulnerabilidad.

Plan Nacional Para el Buen Vivir 2009-2013, PNBV

Especial atención al Capítulo 7; Objetivos Nacionales Para el Buen Vivir así como el Capítulo 8, Estrategia Territorial Nacional; considerar principalmente los numerales 8.2.2: Espacio Geográfico Ecuatoriano; 8.2.3: Hacia la Reconfiguración del Territorio Nacional; el 8.5: Jerarquizar y Hacer Eficiente la Infraestructura de Movilidad, Energía y Conectividad; y el 8.6.4: Gestión Integral y Reducción de Riesgos.

Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (RO 395; 4 –ago 2008)

Especial atención podrá prestarse a la Sección II: Sobre la Contratación de Consultoría, del Capítulo I parte del Título III

Reglamento de La Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (RO 399; 8 –ago 2008)

Revítese la Sección I: Normas Comunes a Todos los Procedimientos de Contratación de Consultoría constante en el Capítulo II, Título 3

Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (RO 351; 29-dic 2010)

Revítese sus capítulos principales y entre ellos el artículo 5, el cual indica que el Estado generará las condiciones para promover la eficiencia del Transporte bajo un enfoque integral y una operación de carácter multimodal; el artículo 100 que señala que, de manera excepcional, el Estado podrá delegar a la iniciativa privada o a la economía popular y solidaria la provisión de los servicios públicos, entre ellos, la vialidad.

Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (RO 306: 22-oct 2010)

Considerar principalmente el Libro I De la Planificación Participativa para el Desarrollo.

Normas para la Inclusión de Programas y proyectos en los Planes de Inversión Pública, AM; (RO 365; 18-ene 2011)

El objetivo de este acuerdo es normar aspectos principales del Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa y el Sistema Nacional de Finanzas Públicas diseñado en el Código Orgánico señalado en el punto 6 anterior.

Ley Orgánica de Participación Ciudadana (RO 20-abr 2010)

Especial atención puede otorgarse al artículo 34: De la Cogestión y los Proyectos de las Organizaciones Sociales.

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización 2009-2013, COOTAD, (RO 303: 19-oct 2010)

Refiérase el Capítulo 4: Del Ejercicio de las Competencias Constitucionales, especialmente el art. 129: Ejercicio de la Competencia de Vialidad, el cual norma la planificación vial de las regiones, provincias y unidades metropolitanas, incorporando la planificación territorial, y otros principios de autonomía y participación de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, GADs.

Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial

Decretos Ejecutivos: 451, 4 de agosto 2010 y 810, 5 de julio 2011.

DE 451: Desarrolla la normativa que deberá aplicar, en materia de contratación pública de ejecución vial, la administración pública central e institucional.

DE 810: Contiene el Reglamento de aplicación del régimen excepcional de delegación de servicios públicos de transporte.

GENERALIDADES DEL PROYECTO

Estos Términos de Referencia definen objetivos, alcances y actividades principales que realizará la compañía consultora sobre el proyecto XXXX

UBICACIÓN

El proyecto se emplaza dentro de las Provincias XXXX. Donde, la Empresa Consultora deberá garantizar la conectividad entre las ciudades del Sur y Región Costa del país con las ciudades del Norte del país como los grandes centros urbanos sin desatender los nodos logísticos y las Zonas Especiales de Desarrollo Económico y Social, ZEDES, en el desarrollo del Proyecto. Ver anexo croquis de ubicación.

CONDICIONES EXISTENTES

La topografía por la que atravesará la carretera, corresponde a XXXX con presencia de varios accidentes hidrográficos y topográficos a salvar con el diseño de obras de arte mayor (puentes), menor y túneles.

CARACTERÍSTICAS GENERALES PROPUESTAS

Características generales

PROPUESTA	
Longitud total:	XXXX
Tipo de vía:	XXXX
Tipo de terreno:	XXXX
Sección transversal (*)	XXXX
Número de carriles	
Ancho de espaldones externos	XXXX
Ancho de espaldones internos	XXXX
Parterre central	XXXX
Tipo de capa de rodadura	Pavimento flexible y rígido
Velocidad de Diseño Mínimo:	

Terreno llano:	XXXX
Terreno Ondulad:	XXXX
Terreno Montañoso:	XXXX
Gradiente longitudinal Máximo:	XXXX
Puentes (cruce de ríos)	XXXX
Pasos inferiores y superiores	XXXX
Intercambiadores a desnivel	XXXX
Pasos para semovientes	XXXX
Túnel	XXXX

Nota: Las características generales propuestas son el resultado de los análisis realizados en el Estudio de Prefactibilidad previamente realizado.

(*) La sección típica adjunta, es esquemática, el Consultor analizará y recomendará una sección transversal de acuerdo a las necesidades del proyecto especialmente en el ancho de las bermas las mismas que estarán considerando el tipo de suelo y topografía; de ser necesario incluirá carriles de servicio, barreras de separación medianas o tipo Jersey, protección vial y peatonal, etc., en los tramos que lo ameriten, a fin de que los carriles centrales tengan una circulación libre y fluida.

DESCRIPCIÓN

El estudio a realizar contempla la etapa de:

Estudio Preliminar.

RECOMENDACIONES:

Los parámetros del trazado geométrico para la carretera, se considerarán en base a las normas deL Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) para clase RI-RII, normas Coorpecuador R1-R2, Normas Internacionales American Association State Highway Transportation Officials (AASHTO) 2004, Highway Capacity Manual (HCM) entre otras, tomando en consideración la topografía y zona pobladas cercanas al proyecto. Los criterios para el diseño se deben considerar para vías integrales establecidas en el Decreto Ejecutivo 451 y de las políticas SIGOB.

Los anchos libres de calzada para los puentes deben considerar el ancho de los carriles de la vía más el ancho de los espaldones, norma recomendada por el MTO.

La vía en estudio deberá integrarse y considerar a las demás carreteras en diseño, así como a las infraestructuras y servicios existentes tales como carreteras, anillos viales y demás obras conectando las grandes ciudades y tomando en consideración los puertos, aeropuertos, terminales terrestres, parques industriales y centros de producción agropecuaria, así como las futuras zonas especiales de desarrollo económico (ZEDES), entre las más relevantes y que requieran de infraestructura especial o adicional a la indicada.

Las cantidades de obra deben presentarse en unidades técnicas cuantitativas y justificadas (utilizando el sistema métrico decimal universal).

OBJETO DE LOS SERVICIOS DE CONSULTORÍA

El objetivo principal de los servicios de consultoría a contratar es contar con la elaboración de un documento que defina el trazado, incluyendo todos los datos que identifiquen al trazado, las características elegidas la reposición de servidumbres y los servicios afectados. Entre los anejos figurarán los documentos necesarios para promover las autorizaciones administrativas previas a la ejecución de las obras y la relación concreta e individualizada de los bienes y derechos afectados, con la descripción material de los mismos en el plano parcelario. Se determinará por tanto con exactitud el terreno a ocupar por la carretera y sus elementos funcionales. Se realizará también un presupuesto de las obras.

El Equipo Consultor será responsable de todos los trabajos y estudios que realice en cumplimiento de los presentes términos de referencia y de acuerdo a los términos planteados por la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública y su reglamento general aprobada en agosto del 2008.

ALCANCE Y PROFUNDIDAD DE LOS SERVICIOS DE CONSULTORÍA

Estudios de factibilidad a nivel preliminar de ingeniería de la Solución Vial, consiste en cartografía, exploración geológica, estudios geotécnicos, estudios de hidrología-hidráulica de obras de arte mayor y menor, afinado al estudio ambiental, estudio económico, estudio y análisis financiero, elaboración de proyectos de ingeniería y pre-diseños de obras de arte mayor, actualización de costos de construcción, flujos de efectivo, incorporación de información nueva como parte de la evaluación financiera, y demás estudios descritos en estos Términos de Referencia.

Los entregables finales serán:

Estudio preliminar de la alternativa seleccionada.

Documento Expropiatorio.

Estudio de Servicios.

Estudio de la Concesión.

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

OBJETIVO

El objetivo de esta fase es, con una ruta definida ya escogida, realizar el diseño geométrico, diseño de pavimentos, anteproyectos estructurales, estudio hidrológico-hidráulico de obras de arte mayor y menor, determinar las condiciones geológicas, etc. Con este mayor nivel de estudios realizados, así como una mejor evaluación de los costos de construcción, operación y mantenimiento, se deberá profundizar los criterios de

evaluación: económicos, financieros, técnicos, ambientales, sociales y demás criterios evaluados en la etapa de prefactibilidad.

DEFINICIÓN CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

A CONTINUACIÓN SE PLANTEA UN EJEMPLO DEL CONTENIDO POSIBLE:

La vía deberá constar como mínimo 4 carriles, dos en cada sentido, mediana o separador de sentidos, accesos controlados, carriles de servicio en zonas pobladas o donde el estudio los considere necesarios. El diseño de la vía deberá considerar elementos propios de una vía de alta velocidad bajo régimen de concesión, como:

Zonas de descanso cada 50 km

Paraderos y áreas de parqueo para vehículos livianos y pesados

Conexiones con vías alimentadoras

Sistema de monitoreo y seguridad

Sistemas SOS

Zonas de Oficinas, talleres, parqueo de ambulancia

Zonas de peajes, estaciones de pesajes, etc.

De no poder lograrse este alcance, por motivos técnicos, económicos o de capacidad de tráfico, el consultor propondrá una nueva sección o geometría, debidamente sustentada antes de la entrega del reporte de Prefactibilidad. Así mismo ciertas obras podrán, por motivos económicos y su costo, ser diferidas en el tiempo, para ser construidas cuando los tráficos puedan sustentar la inversión. Siendo la intención del Gobierno, lograr llevar la vía a los estándares mencionados durante el periodo de concesión.

El alcance de los anejos incluidos en la presente fase de Estudio Preliminar será idéntico a la que se dará en la fase de Diseño Definitivo. Los anejos que se incluyen buscan principalmente la determinación de la ocupación del terreno, la relación concreta e individualizada de los bienes y derechos afectados información pública y la definición de la concesión con riesgos de obra transferidos.

Aprobación: El Ministerio deberá dar una aprobación al estudio preliminar para que este sea considerado valido. De no ser aprobado, este será devuelto a la Empresa Consultora para ampliaciones y/o correcciones que se considere relevantes.

DOCUMENTOS INTEGRANTES DEL ESTUDIO

El Estudio de Ingeniería Preliminar constará de los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

La Memoria tendrá carácter informativo. Recogerá:

necesidades a satisfacer;

exposición de los antecedentes, objeto y solución adoptada debidamente justificada,

factores de todo orden a tener en cuenta: económicos, sociales, administrativos, estéticos, justificación de la solución adoptada (aspectos técnicos y económicos), características de todas y cada una de las obras proyectadas, acciones sísmicas.

Se indicarán los datos previos, métodos de cálculo y ensayos efectuados de forma descriptiva incluyendo los detalles y desarrollo en anejos.

ANEJOS A LA MEMORIA

En ellos se incluirán todos los datos de tráfico, topográficos, hidrológicos, hidráulicos, geológicos, geotécnicos, territoriales, ambientales, y otros cálculos y estudios que se hubieran utilizado en su elaboración.

Su metodología y contenido se describen en apartados posteriores en detalle. A continuación se incluye su relación.

ANEJO N° 0. Antecedentes

ANEJO N° 1. Cartografía y topografía

ANEJO N° 2. Geología y procedencia de materiales

ANEJO N° 3. Efectos sísmicos

ANEJO N° 4. Climatología e hidrología

ANEJO N° 5. Planeamiento

ANEJO N° 6. Tráfico

ANEJO N° 7. Estudio geotécnico del corredor

ANEJO N° 8. Trazado geométrico

ANEJO N° 9. Movimiento de tierras

ANEJO N° 10. Firmes y pavimentos

ANEJO N° 11. Drenaje

ANEJO N° 12. Estudio geotécnico preliminar para la cimentación de estructuras y para los túneles

ANEJO N° 13. Tipología de Estructuras y Túneles

ANEJO N° 14. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras.

ANEJO N° 15. Señalización, balizamiento y defensas

ANEJO N° 16. Integración Ambiental

ANEJO N° 17. Obras complementarias

ANEJO N° 18. Replanteo

ANEJO N° 19. Coordinación con otros organismos y servicios

ANEJO N° 20. Reposición de caminos

ANEJO N° 21. Expropiaciones e indemnizaciones

ANEJO N° 22. Reposición de servicios

ANEJO N° 23. Plan de obras

ANEJO N° 24. Análisis de mantenimiento rutinario y periódico

ANEJO N° 25. Estimación de precios

ANEJO N° 26. Presupuesto

DOCUMENTO N° 2. PLANOS

Los planos tendrán carácter contractual y, por tanto, deberán estar firmados. Los planos -de conjunto y de detalle- deberán definir perfectamente la obra, con la precisión suficiente para poderse ejecutar en su totalidad a excepción de las estructuras y túneles.

A partir de los planos deberá ser posible deducir las mediciones.

Asimismo, en los planos se incluirán las características resistentes de los materiales.

La numeración será la siguiente:

- 2.1 Índice
- 2.2 Plano de situación
- 2.3 Plano de conjunto con alzado esquemático (planta a escala 1:5000)
(De implantación)
- 2.4 Planta de trazado y replanteo (planta a escala 1:1000, con todos los ejes proyectados, tanto del tronco como del resto de viales, y con las bases de replanteo).
- 2.5 Planta general y perfil longitudinal del tronco (planta a escala 1:1000, donde se representarán obras de tierras, estructuras, túneles y obras de drenaje. Perfil longitudinal con guitarra de parámetro de trazado)
- 2.6 Planta y perfil longitudinal de intercambiadores y vías de servicio.
- 2.7 Secciones tipo
 - 2.7.1 Tronco, ramales de intercambiadores, vías de servicio, etc.
 - 2.7.2 Reposición de carreteras y caminos.
 - 2.7.3 Estructuras
 - 2.7.4 Túneles
- 2.8 Perfiles transversales
- 2.9 Estructuras y túneles
 - 2.9.1 Túnel 1
 - 2.9.1.1 Planta general
 - 2.9.1.2 Secciones tipo
 - 2.9.1.3 Método constructivo
 - 2.9.1.4 Prediseño Instalaciones
 - 2.9.2 Puente o Viaducto 1
 - Planta, alzado y sección tipo
 - 2.9.3 Paso superior 1
 - 2.9.6 Paso inferior 1
 - 2.9.8 Muro 1
- 2.10 Drenaje

- 2.10.1 Planta de drenaje
- 2.10.2 Obras de drenaje
- 2.10.3 Detalles

- 2.11 Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras
 - 2.11.1 Planta y perfil longitudinal
 - 2.11.2 Secciones tipo
 - 2.11.3 Perfiles transversales
 - 2.11.4 Señalización

- 2.12 Señalización, balizamiento y defensa
 - 2.12.1 Planta de señalización, balizamiento y defensa (planta a escala A1 1:1000).
 - 2.12.2 Detalles

- 2.13 Integración ambiental
 - 2.13.1 Plano de zonas excluidas, restringidas y admisibles.
 - 2.13.2 Planta de actuaciones preventivas y correctoras.
 - 2.13.3 Detalles de actuaciones preventivas y correctoras.

- 2.14 Obras complementarias
 - 2.14.1 Iluminación
 - 2.14.2 Cerramientos
 - 2.14.3 Postes S.O.S.
 - 2.14.3 Áreas de servicio

- 2.15 Reposición de servidumbres y servicios afectados
 - 2.15.1 Reposición vial, camino, cañada 1
 - 2.15.1.1 Planta, perfil longitudinal y sección tipo.
 - 2.15.1.2 Perfiles transversales
 - 2.15.1.3 Señalización del vial repuesto
 - 2.15.3 Reposición de abastecimiento de agua, acequia u obra de riego
 - 2.15.3.1 Planta
 - 2.15.3.2 Detalles
 - 2.15.5 Reposición de conducto de saneamiento
 - 2.15.5.1 Planta y perfil longitudinal
 - 2.15.5.2 Detalles
 - 2.15.7 Reposición de línea eléctrica
 - 2.15.7.1 Planta y perfil longitudinal tendido
 - 2.15.7.2 Detalles

2.15.9 Reposición de línea telefónica

2.15.9.1 Planta

2.15.9.2 Detalles

DOCUMENTO N° 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Por su carácter contractual, deberá estar firmado.

Deberá describir las obras y regular su ejecución: características de los materiales (procedencia, ensayos), normas para la elaboración de las distintas unidades de obra, instalaciones exigibles y precauciones a adoptar. Deberá detallar las formas de medición y valoración (unidades de obra y partidas alzadas), estableciendo el plazo de garantía, y especificando las normas y pruebas previstas para las recepciones.

Se describirán las partidas alzadas a justificar o de abono integro, indicando la forma de medición y abono de las mismas.

La descripción de las obras atenderá fundamentalmente a la forma en que éstas se deban construir, con expresión de la secuencia y enlace entre las distintas unidades, y cualquier aspecto no cubierto por los planos.

Existirá coherencia total en la definición de los materiales y unidades de obra incluidos en el Pliego, en los Planos y en el Presupuesto, especialmente en los Cuadros de Precios de este último.

En los apartados dedicados a la "Ejecución de las obras" y "Programación de los trabajos", se tendrán muy en cuenta las posibles limitaciones temporales o espaciales derivadas de posibles afecciones consecuencia del Impacto Ambiental.

En particular, deberá explicitarse lo siguiente:

- La conservación del tramo objeto del proyecto durante la ejecución de las obras correrá a cargo del Contratista adjudicatario de las mismas;
- En el caso de que la excavación, a efectos de su abono, sea clasificada, sólo se considerará como "excavación en roca" cuando las características del material a remover exijan el empleo de explosivos.

DOCUMENTO N° 4. ESTIMACIÓN DE PRESUPUESTO

En primer lugar, figurará el estado de mediciones y los detalles precisos para su valoración, incluyendo todos los datos necesarios para que la comprobación pueda hacerse sin consultar los planos. Se incorporarán mediciones de todas las unidades y capítulos incorporados en el Proyecto.

A continuación, se incluirán los Cuadros de Precios, y seguidamente se obtendrán los presupuestos parciales de cada capítulo, obtenidos como producto del nº de cada unidad por su precio unitario y sumando las partidas alzadas.

Las mediciones y el presupuesto se organizarán en capítulos y subcapítulos agrupados en las diferentes partes de la obra en las que se pueda dividir

ésta (Desmonte 1, 2, ... N, Terraplén 1, 2, ... N, ODT 1, 2, ... N, Estructura 1, 2, ... etc.) de acuerdo con las distintas actividades consideradas en la planificación de la misma, salvo indicación contraria por parte del MOTP.

Como norma general, la organización de capítulos del presupuesto será la siguiente:

Explicación

Drenaje

Firmes

Estructuras

Señalización, Balizamiento y defensa

Integración ambiental

Obras complementarias

Reposición de servidumbres y servicios

Seguridad y Salud

Se proseguirá, obteniendo el presupuesto global como suma de todos los presupuestos parciales.

Por su carácter contractual, los Cuadros de Precios y el Presupuesto deberán ir firmados.

CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

Se divide el contenido en cuatro apartados: vuelo, trabajos de campo para la obtención de cartografía 1/1.000, restitución y otros trabajos topográficos de campo. Entendiendo que la precisión general de la cartografía a emplear será 1/1.000 complementándose en puntos concretos con topografía a escalas mayores.

VUELO

Descripción

Cobertura fotográfica estereoscópica con cámara calibrada de las zonas determinadas por la Administración; a escala 1/5.000 para su realización con cámaras analógicas y para su realización con cámaras digitales con un tamaño de píxel a escala de suelo GSD (Ground Sample Distance) de 10 cms.

Condiciones del avión

El avión a utilizar estará equipado y debidamente acondicionado para la ejecución de los trabajos encomendados. La cámara se montará de tal modo que se atenúen los efectos de las vibraciones del avión, y que los tubos de escape no empañen sus lentes.

Tipos de cámaras fotogramétricas

Para la obtención de las fotografías aéreas necesarias para la ejecución de los trabajos, podrán utilizarse cámaras aéreas analógicas, o cámaras aéreas

digitales de formato matricial, indistintamente de acuerdo con las especificaciones que se detallan a continuación

Especificaciones técnicas para los vuelos realizados con cámaras fotogramétricas analógicas

Condiciones de las cámaras fotogramétricas analógicas

Condiciones generales

Será una cámara fotogramétrica calibrada.

Tendrá un objetivo gran angular 150+5 mm. , y el formato de los negativos será de doscientos cuarenta y uno por doscientos cuarenta y un milímetro (24,1 cm x 24,1 cm), siendo el formato útil de veintitrés por veintitrés centímetros (23 x 23 cm).

Estará equipada con los dispositivos necesarios para que la película se mantenga plana en el momento de la exposición. La flecha será inferior a trece micras (13 μm).

El marco de apoyo del fotograma poseerá las correspondientes marcas de referencia, y el ángulo formado por las rectas que unen las situadas en los lados opuestos, cuya intersección define el llamado centro fiducial de la imagen, será de cien grados centesimales (100^o), con una tolerancia de un minuto centesimal en más o en menos (+ 0,01^o). El segmento definido por el centro fiducial y el pie del eje del objetivo de la cámara en el plano de la imagen se verá, desde el centro de la pupila de salida del objetivo, bajo un ángulo inferior a un minuto centesimal (0,01^o).

Deberá estar provista de un sistema de navegación y adquisición de datos soportado por sistema de posicionamiento Global GPS (Global Positioning System) en modo cinemático, con el fin de proporcionar datos espaciales.

Este sistema debe garantizar:

Navegación de alta precisión.

Posibilidad de tomas fotográficas en coordenadas predeterminadas.

Cálculo automático de la deriva, velocidad y altura.

Registro automático de las posiciones de cada fotograma.

Especificaciones del sistema GPS:

El sistema GPS utilizado podrá recibir en sus canales las portadoras de fase L1 y L2, y sus correspondientes códigos. Tendrá un mínimo de 12 canales de seguimiento continuo. Deberá de reconstruir la portadora L2 de forma completa.

La máscara de elevación estará fijada en un mínimo de 5^o de altura

El indicador de precisión por la posición de los satélites PDOP (Position Dilution of Precision) será inferior a 5 en todo momento para garantizar la precisión en la navegación

La antena de alta calidad estará instalada en el exterior del avión en un lugar que asegure la recepción continua de la señal de los satélites y esté libre de

interferencias de otros equipos del avión y de efectos “multiphat” o multitrayectoria.

Calidad del objetivo

La máxima distorsión radial en el negativo será de una centésima de milímetro (0,01 mm).

La resolución del objetivo será, como mínimo, de sesenta (60) líneas por milímetro en el centro del fotograma, y de diez (10) líneas por milímetro en sus bordes.

La pérdida de luminosidad en el plano de la imagen, medida por la pérdida de los bordes respecto de la del centro, será inferior al veinte por ciento (20 %).

Solamente se podrán utilizar filtros construidos por la casa fabricante de la cámara.

Obturador de la cámara

Deberá utilizarse un obturador que reúna los requerimientos combinados de imagen y apertura óptima en las condiciones de iluminación que existan en el momento de la toma.

El obturador de la cámara permitirá, como mínimo, un tiempo de exposición de un trescientosavo de segundo (1/300 s).

Todas las marcas fiduciales serán perfectamente visibles en todos los fotogramas sin excepción.

Corrección de la deriva

La cámara irá provista de los mecanismos necesarios para la corrección continua de la deriva.

Calibración de la cámara

La cámara a emplear habrá sido calibrada a una temperatura que no exceda de veinte grados Celsius (20° C) de la que existirá durante la realización del vuelo.

El Consultor estará obligado a suministrar el certificado de calibración de la cámara emitido por el fabricante o centro autorizado por él y con antigüedad inferior a dos años, la cámara habrá sido calibrada con los filtros utilizados en la ejecución del trabajo.

Condiciones de la película

Soporte de la emulsión

El soporte de la emulsión será de poliéster, y poseerá una gran estabilidad dimensional, asegurando un coeficiente de expansión lineal térmico menor de 0.002% por °C y un cambio lineal permanente menor que +0.016% entre la película pre-procesada y la post-procesada.

Su deformación permanente será del mismo orden de magnitud en cualquier dirección y será inferior al dos por diez mil (0,02 %).

Emulsión

La emulsión de la película será de grano fino.

Su graduación, contrastada sin ser dura.

La película en blanco y negro deberá de ser película pancromática con un rango espectral entre 400nm y 750nm.

La película en color deberá tener el rango espectral con la máxima sensibilidad en las bandas 430nm (azul) 550nm (verde) y 650nm (rojo) aproximadamente.

La conservación de la película deberá de ser la recomendada por el fabricante de la misma y expuesta antes de que venza el período recomendado por el fabricante.

Su poder de resolución será, como mínimo, de sesenta (60) líneas por milímetro.

Tamaño de la imagen

La película proporcionará imágenes de veintitrés por veintitrés centímetros (23 cm x 23 cm) por cada exposición.

Revelado, proceso y secado de la película

El revelado, fijado, lavado y secado de la película expuesta se realizará de forma que los negativos obtenidos estén exentos de manchas, huellas digitales o cualquier otro defecto, ofreciendo tonos de color uniforme y con el contraste necesario para discriminar los distintos detalles de las zonas fotografiadas.

La película, en principio, se revelará de la forma y con el tipo de revelado que aconsejen sus fabricantes.

Para mantener la calidad de los colores o la gama de grises, la película expuesta será procesada lo antes posible con un plazo máximo a temperatura ambiente de 15 días para el B/N y 7 días para el color.

Estos procesos no afectarán a la estabilidad dimensional en más del tres por diez mil (0,03 %), en las distancias entre marcas fiduciales, ni en más del ocho por diez mil (0,08 %), en la escala del total del formato.

Se prohíbe el secado en alcohol.

Condiciones del vuelo con cámaras fotogramétricas analógicas

Líneas de vuelo

Las áreas a fotografiar serán cubiertas por una o varias pasadas paralelas, entendiéndose por tales aquéllas cuyos ejes presenten desviaciones relativas inferiores a cinco grados centesimales (5°).

Cada una de dichas pasadas estará compuesta única y exclusivamente de tramos rectos, en los cuales se verificará que el ángulo en el punto principal de cada fotograma subtendido entre los homólogos de los puntos principales de los fotogramas precedentes y siguientes ha de estar comprendido entre ciento noventa y cinco y doscientos cinco grados centesimales (195 a 205 °).

Las líneas de vuelo se proyectarán de forma que quede asegurada la cobertura estereoscópica del total de la zona. Todas las pasadas corresponderán a vuelos ininterrumpidos, y los últimos fotogramas de cada tramo recto se superpondrán a los primeros del tramo siguiente.

En caso de ser necesario interrumpir una pasada, al reanudarla, la nueva pasada solapará al menos tres fotogramas con la interrumpida.

Recubrimientos fotográficos

Los recubrimientos, con un error del cinco por ciento, en más o en menos (+ 5 %), serán los siguientes:

Longitudinal: Sesenta por ciento (60 %)

Transversal: Veinticinco por ciento (25 %)

Siempre que exista un cambio de dirección en las líneas de vuelo, el par estereoscópico que corresponda al principio de la nueva sección, se solapará totalmente (100 %), con el último par de la anterior.

Condiciones meteorológicas

Los vuelos se realizarán cuando el cielo esté despejado, puedan obtenerse imágenes bien definidas, y el terreno a fotografiar ofrezca una situación normal, sin nieve o zonas inundadas.

Deriva

La máxima deriva será inferior a cinco grados centesimales (5°). Se rechazarán las tiras de negativos en las que la deriva media exceda de tres grados centesimales (3°).

Velocidad de vuelo

La velocidad del avión deberá ser tal que, combinada con el tiempo de exposición, asegure un error de arrastre en la imagen inferior a una centésima de milímetro (0,01 mm).

Los desplazamientos de imagen debidos al movimiento de la cámara durante la exposición no deberán exceder de 25 micras, siendo necesario la utilización de un mecanismo compensador del desplazamiento del avión FMC (Forward Motion Compensation).

Informe de vuelo

Se presentará un informe completo de los vuelos realizados, en el que además de las observaciones que se estime pertinente incluir, se reseñarán los siguientes extremos:

Condiciones meteorológicas

Fecha del vuelo

Situación del vuelo

Altura del vuelo

Hora de comienzo y término de la toma de fotografías

Descripción y referencia de las cámaras empleadas

Fecha y número de los fotogramas obtenidos

Fotogramas con cámaras fotogramétricas analógicas

Escala aproximada

En ningún caso el denominador de la escala aproximada de los fotogramas que se obtengan será inferior en más del diez por ciento (10 %) del de la escala específica.

Verticalidad

La inclinación de cada fotograma será inferior a dos grados centesimales (2°).

Formato e información complementaria

El formato útil de los fotogramas será de veintitrés por veintitrés centímetros (23 cm x 23 cm).

Cada fotograma, además de tener claramente señalados las correspondientes marcas de referencia marginales, incluirá, en uno de sus bordes, la siguiente información:

Número de referencia del trabajo

Número del fotograma

Día y hora en que se tomó la fotografía

Altitud media

Número de fabricación de la cámara

Distancia focal de la cámara

Rotulación de los negativos

Cada negativo se rotulará claramente con caracteres de, aproximadamente, cinco milímetros (5 mm) de altura, señalando el número de rollo de la película y el que corresponde al negativo, comenzando con la primera exposición y continuando, en serie ininterrumpida, hasta la última.

Condiciones de las copias fotográficas con cámaras fotogramétricas analógicas

Las copias fotográficas se obtendrán de los correspondientes negativos por contacto.

Las copias sobre papel fotográfico tendrán como soporte papel blanco semimate, de peso doble y grano fino, cuya contracción diferencial será inferior al dos por mil (0,2 %).

Sus dimensiones serán de veintitrés por veintitrés centímetros (23 cm x 23 cm) y todas las copias de un mismo vuelo se realizaran en el mismo tipo y marca de papel fotográfico.

El proceso empleado en su consecución dará como resultado copias de densidad uniforme, y de tal tono de color y grado de contraste, que se muestren claramente todos los detalles de los respectivos negativos.

Todas las copias serán claras y limpias, y estarán exentas de manchas, defectos, ralladuras, arrugas o cualquier otro defecto que pueda disminuir su utilización.

En todo caso, cada copia incluirá la información indicada en el apartado 3.1.2.4.4.3

Condiciones de los gráficos de vuelo con cámaras fotogramétricas analógicas

Contenido

El Consultor proporcionará los gráficos necesarios para mostrar, esquemáticamente, la situación relativa de cada una de las fotografías obtenidas.

En dichos gráficos deberá aparecer la posición aproximada de los fotocentros de cada fotograma, y estarán numerados aquellos cuya situación coincida con un múltiplo de diez (10), se marcará el contorno de la zona que corresponda a cada negativo.

Además en la representación de las fotografías que definan el principio y el final de cada línea de vuelo, se señalará el número de pasada y el número del negativo correspondiente.

Escala y formato

Los gráficos se realizarán a escala 1:50.000 o 1:25.000 sobre planos 1:50.000 o 1:25.000 del Mapa Topográfico Nacional e incluirán, la designación del Proyecto, la escala, la altura media de vuelo y la situación del Norte geográfico, las hojas del Mapa Topográfico Nacional en que se encuentra y el nombre de la empresa que lo ha realizado.

Documentos a entregar con cámaras fotogramétricas analógicas

Informe

Negativos originales sin contrastar

Dos (2) colecciones de copias por contacto en papel de peso doble

Gráfico de vuelo a escala 1:50.000 o 1:25.000.

Coordenadas de los fotocentros obtenidos del GPS

Certificado de calibración de la cámara.

Especificaciones técnicas para los vuelos realizados con cámaras fotogramétricas digitales

Condiciones de las cámaras fotogramétricas digitales

Condiciones generales mínimas

Cámara fotogramétrica digital calibrada.

El sensor pancromático de la cámara deberá tener una resolución de al menos 5.000 columnas y 10.000 filas, y los sensores multiespectrales una resolución mínima como máximo 5 veces inferior.

Resolución radiométrica del sensor de al menos 12 bits por banda.

El campo de visión transversal será mayor de 50° y menor de 80° sexagesimales.

La resolución espectral del sensor será:

1 banda situada en el pancromático.

4 bandas situadas en azul, verde, rojo, e infrarrojo cercano.

Control de exposición automático.

Deberá estar provista de un sistema de navegación y adquisición de datos soportado por sistema GPS en modo cinemático, con el fin de proporcionar datos espaciales. Este sistema debe garantizar:

Navegación de alta precisión.

Posibilidad de tomas fotográficas en coordenadas predeterminadas.

Cálculo automático de la deriva, velocidad y altura.

Registro automático de las posiciones de cada fotograma.

Deberá estar provista de un sistema de medida inercial IMU/INS (Inertial Measurement Unit/ Inertial Navigation System).

La cámara deberá estar montada sobre plataforma giroestabilizada que permita mantener su verticalidad.

La cámara estará dotada de un mecanismo compensador del desplazamiento del avión (FMC), admitiéndose también el método de la compensación del avance del avión por medio de TDI (Time Delay Integration)

Especificaciones del sistema GPS-INERCIAL

El sistema GPS utilizado podrá recibir en sus canales las portadoras de fase L1 y L2, y sus correspondientes códigos. Tendrá un mínimo de 12 canales de seguimiento continuo. Deberá de reconstruir la portadora L2 de forma completa.

La máscara de elevación estará fijada en un mínimo de 5° de altura

El indicador de precisión por la posición de los satélites (PDOP) será inferior a 5 en todo momento para garantizar la precisión en la navegación

La antena de alta calidad estará instalada en el exterior del avión en un lugar que asegure la recepción continua de la señal de los satélites y esté libre de interferencias de otros equipos del avión y de efectos "multiphat" o multitrayectoria.

La unidad de medición del sistema inercial compuesta por giróscopos y acelerómetros debe ir alojada sobre el eje de la cámara en el lugar establecido por el fabricante de la misma.

La deriva debe ser menor a 0,1 sexagesimales/hora

La frecuencia de datos de registro debe ser > 200 Hercios

El sistema GPS/INS registrara la posición y orientación de la cámara en el momento del disparo

Calibración de la cámara

La cámara a emplear habrá sido calibrada a una temperatura que no exceda de veinte grados Celsius (20°C) de la que existirá durante la realización del vuelo.

El Consultor estará obligado a suministrar el certificado de calibración de la cámara emitido por el fabricante o centro autorizado por él y con antigüedad inferior a dos años, la cámara habrá sido calibrada con los filtros utilizados en la ejecución del trabajo.

Condiciones del vuelo con cámaras fotogramétricas digitales

Líneas de vuelo

Las áreas a fotografiar serán cubiertas por una o varias pasadas paralelas, entendiéndose por tales aquéllas cuyos ejes presenten desviaciones relativas inferiores a cinco grados centesimales (5°).

Cada una de dichas pasadas estará compuesta única y exclusivamente de tramos rectos, en los cuales se verificará que el ángulo en el punto principal de cada fotograma subtendido entre los homólogos de los puntos principales de los fotogramas precedentes y siguientes ha de estar comprendido entre ciento noventa y cinco y doscientos cinco grados centesimales (195 a 205°). Las líneas de vuelo se proyectarán de forma que quede asegurada la cobertura estereoscópica del total de la zona. Todas las pasadas corresponderán a vuelos ininterrumpidos, y los últimos fotogramas de cada tramo recto se superpondrán a los primeros del tramo siguiente.

En caso de ser necesario interrumpir una pasada, al reanudarla, la nueva pasada solapará al menos tres fotogramas con la interrumpida.

Recubrimientos fotográficos

Los recubrimientos, con un error del cinco por ciento, en más o en menos ($+5\%$), serán los siguientes:

Longitudinal: Sesenta por ciento (60%)

Transversal: Veinticinco por ciento (25%)

Siempre que exista un cambio de dirección en las líneas de vuelo, el par estereoscópico que corresponda al principio de la nueva sección, se solapará totalmente (100%), con el último par de la anterior.

Condiciones meteorológicas

Los vuelos se realizarán cuando el cielo esté despejado, puedan obtenerse imágenes bien definidas, y el terreno a fotografiar ofrezca una situación normal, sin nieve o zonas inundadas.

Informe de vuelo

Se presentará un informe completo de los vuelos realizados, en el que además de las observaciones que se estime pertinente incluir, se reseñarán los siguientes extremos:

Condiciones meteorológicas

Fecha del vuelo

Situación del vuelo

Altura del vuelo

Hora de comienzo y término de la toma de fotografías

Descripción y referencia de las cámaras empleadas

Fecha y número de los fotogramas obtenidos

Fotogramas con cámaras fotogramétricas digitales

Escala del vuelo

La altura de las pasadas del vuelo se calculara de tal forma que se cumpla:

El tamaño del píxel medio para toda la pasada a escala de suelo (GSD) será el solicitado \pm el diez por ciento (10 %).

No habrá más de un diez por ciento (10%) de fotogramas en cada pasada con píxel medio del fotograma a escala de suelo (GSD) superior al solicitado \pm el diez por ciento (10 %).

Verticalidad

La inclinación de cada fotograma será inferior a dos grados centesimales (2°).

Formato e información complementaria

Una vez procesadas las imágenes recogidas por la cámara, el formato de los fotogramas será TIFF 6 (Tagged Image File Format) sin compresión, con máxima resolución geométrica después del proceso de generación de imágenes multiespectrales de alta resolución partiendo de la imagen pancromática de alta resolución y de las imágenes multiespectrales de baja resolución (pansharpening) y con profundidad de color de 8 bits por banda.

También se entregara una versión de cada fotograma, a plena resolución, comprimido en formato ECW (Enhanced Compressed Wavelet).

En un fichero en formato ASCII se entregara para cada fotograma la siguiente información:

Número de referencia del trabajo

Pasada

Número del fotograma

Fecha y hora GPS de la toma (Marca de Evento)

Coordenadas X Y del centro de proyección en WGS84

Altura elipsoidal y altura ortométrica del centro de proyección

Ficheros de Giros (Omega, Phi y Kappa)

Desviaciones estándar a priori en coordenadas y giros

Condiciones de las copias fotográficas en papel con cámaras fotogramétricas digitales

Las copias fotográficas se obtendrán de las correspondientes imágenes por filmación en papel fotográfico con impresión láser RGB, con una resolución mínima de 300 puntos por pulgada.

Las copias sobre papel fotográfico tendrán como soporte papel blanco semimate, de peso doble y grano fino, cuya contracción diferencial será inferior al dos por mil (0,2 %).

Sus dimensiones se adaptaran a los formatos estándar de papel fotográfico existente (DIN A4, 30X24, 25X20, etc....) de tal manera que la escala de impresión sea aproximadamente la de la escala de vuelo 1/5.000 solicitada para el caso de realizarse con cámara analógica. Todas las copias de un mismo vuelo se realizaran en el mismo tipo y marca de papel fotográfico.

El proceso empleado en su consecución dará como resultado copias de densidad uniforme, y de tal tono de color y grado de contraste, que se muestren claramente todos los detalles de los respectivos negativos.

Todas las copias serán claras y limpias, y estarán exentas de manchas, defectos, ralladuras, arrugas o cualquier otro defecto que pueda disminuir su utilización.

En todo caso, cada copia obtenida incluirá la información:

Identificación de la zona volada

Fecha y hora de realización del vuelo

Pasada y numero de fotograma

Cámara que ha realizado el vuelo

Resolución del píxel a escala de suelo (GSD)

Focal

Altura del vuelo

Escala aproximada de impresión

Condiciones de los gráficos de vuelo con cámaras fotogramétricas digitales

Contenido

El Consultor proporcionará los gráficos necesarios para mostrar, esquemáticamente, la situación relativa de cada una de las fotografías obtenidas.

En dichos gráficos deberá aparecer la posición aproximada de los focos de cada fotograma, y estarán numerados aquellos cuya situación coincida con un múltiplo de diez (10), se marcará el contorno de la zona que corresponda a cada negativo.

Además en la representación de las fotografías que definan el principio y el final de cada línea de vuelo, se señalará el número de pasada y el número de la imagen correspondiente.

Escala y formato

Los gráficos se realizarán a escala 1:50.000 o 1:25.000 sobre planos 1:50.000 o 1:25.000, si fuera posible, e incluirán, la designación del Proyecto, la escala, la altura media de vuelo y la situación del Norte geográfico, y el nombre de la empresa que lo ha realizado.

Documentos a entregar con cámaras fotogramétricas digitales

Informe.

Imágenes digitales en formato TIFF.

Imágenes digitales en formato ECW.

Dos (2) colecciones de copias impresas en papel de peso doble.

Datos de los fotocentros obtenidos del sistema mixto GPS/Inercial (GPS/IMU/INS).

Gráfico de vuelo a escala 1:50.000 o 1/25.000, si es posible.

Certificado de calibración de la cámara.

TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA DE CAMPO PARA LA OBTENCIÓN DE CARTOGRAFÍA 1/1.000

Descripción de los trabajos de topografía de campo para la obtención de cartografía 1/1.000

Se realizarán trabajos topográficos de campo para obtener las coordenadas de los puntos de apoyo necesarios para la restitución fotogramétrica, para ello previamente se realizará una Red Básica que estará enlazada con el marco de referencia WGS84 materializado mediante la Red Nacional de Geodesia (RENGEO) y que posteriormente (en otras fases del trabajo) será la base de partida para la confección de la Red de Bases de Replanteo que permitirá: la realización del replanteo, la obtención de perfil longitudinal, la obtención de perfiles transversales y la realización de levantamientos topográficos complementarios.

Formación de la Red Básica

Se establecerá una Red Básica doble (planimétrica y altimétrica), referida UTM (WGS 84/PSAD 56) y a la red RENGEO, que servirá para materializar el sistema de coordenadas que se utilizará en el trabajo en planimetría y en altimetría.

Para ello se enlazará en planta con los vértices de la Red RENGEO utilizando metodología de observación para la obtención de datos posicionales desde satélites GNSS (Global Navigation Satellite System), y se les transmitirá cota ortométrica a partir de la Red RENGEO.

Se describirá en la memoria de los trabajos de topografía con toda exactitud el procedimiento utilizado para la obtención de las coordenadas y cotas de los vértices de la Red, dibujándose la Red Básica en planos 1:50.000 o 1:25.000. En uno de estos planos se representarán todas las baselíneas medidas mediante G.P.S., tanto las de unión a la Red RENGEO como las propias de la red planimétrica y altimétrica así como las de enlace con los tramos adyacentes. En otro plano aparte, se representarán los anillos de nivelación con los itinerarios reales realizados en campo. Igualmente se describirá en la memoria la existencia de otros tramos anteriores o posteriores al del proyecto, y realizados con anterioridad, con los que se deba enlazar en caso necesario.

Se dejará constancia en el terreno de los vértices de la Red Básica mediante hitos prefabricados, clavos de hierro recibidos con hormigón u otro medio que garantice su permanencia. De cada uno de ellos se realizará una reseña

y se incluirán en el Proyecto, conteniendo cada una de ellas un croquis de campo con la representación del entorno y además, se indicarán las referencias a tres puntos fijos del entorno, el acceso, el emplazamiento, sus coordenadas, cota y una fotografía en color que se incluirán en el Proyecto. La descripción de los vértices en las reseñas debe ser lo suficientemente detallada de forma que permita su localización sin necesidad de replantear su posición por coordenadas.

Sistema de referencia

El sistema de referencia planimétrico que se utilizará en los trabajos es el oficial en la cartografía ecuatoriana:

Sistema de Proyección: Universal Transversa Mercator (UTM) (WGS 84/PSAD 56)

El sistema de referencia altimétrico que se utilizará en los trabajos es el oficial en la cartografía ecuatoriana.

Metodologías de trabajo para la formación de la Red Básica

Para la realización de la Red Básica solamente se podrá utilizar metodología GPS y nivelación geométrica, con las limitaciones que se detallan en los siguientes apartados. El establecimiento de la Red Básica se compone de las siguientes tareas:

Enlace al marco de referencia UTM (WGS 84/PSAD 56),

Establecimiento de la Red Básica Planimétrica

Enlace a la red RENGEO

Establecimiento de la Red Básica Altimétrica

La red planimétrica y la red altimétrica referidas a la red RENGEO, estarán relacionadas además mediante baselíneas de enlace, de forma que toda la Red Básica constituye un bloque que definirá el marco de referencia global para el apoyo y los demás trabajos de topografía y cartografía del proyecto.

No se admiten para la realización de la Red Básica otras técnicas de observación GPS diferentes del posicionamiento estático relativo con postproceso. Por tanto, no son válidas las metodologías clásicas de poligonación, observaciones GPS con receptores monofrecuencia, observaciones de GPS en tiempo real RTK(Real Time Kinematic), bien sea mediante radio enlace o mediante enlace por módem con protocolo (General Packet Radio Service), etc.

El tiempo de observación GPS debe ser el suficiente para fijar las ambigüedades de fase en L1 Y L2, aunque este tiempo depende de gran número de parámetros (longitud de la baselínea, número y configuración de los satélites que se reciben durante la medición, tipo de receptor, etc.) con carácter general se establecen los siguientes tiempos de observación mínimos y las longitudes máximas de baselíneas a medir salvo justificación especial:

Longitud baselínea ≤ 10 km $10 \text{ km} < \text{longitud baselínea} < 25 \text{ km}$
Tiempo mínimo de Observación: 10 minutos + 1 min/km adicional
minutos

Se fija una longitud máxima de baselínea de 25 km. Asegurando la recepción de, al menos, 4 satélites durante el tiempo de observación con una máscara de elevación de 15 grados de altura. La configuración de la constelación de satélites tiene que ser tal que se tenga un indicador de precisión por la posición de los satélites (PDOP) igual o inferior a 5 durante toda la observación.

La utilización de nuevas tecnologías no incluidas en este Pliego quedan supeditadas a su aprobación por escrito por parte de la Dirección de los trabajos, previa presentación para su aprobación de la suficiente documentación técnica que justifique que la metodología utilizada mantiene o mejora las precisiones obtenidas con los métodos descritos.

Enlace con el marco de referencia UTM (WGS 84/PSAD 56),

El marco de referencia WGS84 está materializado por los vértices de la Red RENGEO. Además las nuevas redes de tecnología para la obtención de datos posicionales desde satélites (GNSS) disponen de coordenadas referidas a este mismo sistema de referencia, por tanto pueden integrarse dentro del mismo marco siempre y cuando las coordenadas procedan de un cálculo realizado por un organismo oficial (Instituto Geofísico Nacional, Instituto Geográfico Militar).

Para la georreferenciación planimétrica del proyecto, se enlazarán mediante GPS al menos a dos vértices geodésicos de la red RENGEO o estaciones fijas de referencia de redes GNSS con coordenadas publicadas por organismos oficiales.

Este enlace se realizará desde al menos dos puntos fijos de la Red Básica, de forma que los dos vértices geodésicos o GNSS quedarán como mínimo birradiados, con el fin de detectar baselíneas erróneas, no pudiendo enlazarse a vértices o GNSS situados a una distancia del trazado superior a la longitud máxima de la baselínea (25 km).

Posteriormente, en la fase de cálculo, se incluirán como marco de referencia WGS84 todos los vértices de la Red RENGEO que se consideren necesarios de intervenir con el fin de que circunscriban la zona de trabajo, y como mínimo cuatro. Entre estos vértices RENGEO se incluirán también los empleados por los tramos adyacentes en sus respectivos cálculos con el fin de emplear un marco de referencia común y garantizar la continuidad entre tramos.

Se calculará una transformación Helmert de siete parámetros, para el paso de coordenadas geodésicas WGS84 con alturas elipsoidales, a la proyección UTM en el sistema WGS84 con alturas ortométricas referidas a

las referencias oficiales en Ecuador. Este paso resolverá la planimetría y altimetría de forma independiente, de modo que se emplearán como puntos fijos planimétricos los vértices de la Red RENGEO y/o GNSS así como los vértices enlazados de los tramos adyacentes que cumplan las tolerancias establecidas, y en la altimetría se fijarán igualmente los vértices de la Red RENGEO y/o GNSS situados a una distancia del tramo mayor de 2 km, vértices de los tramos adyacentes, así como todos los vértices de la Red Básica Altimétrica con cota procedente de nivelación geométrica a partir del enlace a la red. Los pequeños errores residuales que se obtengan de la aplicación de esta transformación serán distribuidos de forma que las coordenadas resultantes de los puntos fijos transformados deberán ser coincidentes con las originales que figurarán en la reseña oficial de los mismos.

Se indicará claramente en la memoria la relación de vértices empleados, haciendo distinción entre los vértices observados en campo con GPS y los que solamente han intervenido en el cálculo de la transformación, indicando aquellos que han sido rechazados en el cálculo. En ningún caso, se podrán rechazar en el cálculo la totalidad de los vértices geodésicos o GNSS enlazados en campo, en cuyo caso sería necesario volver a realizar las observaciones del enlace a la red RENGEO en el campo.

Establecimiento de la Red Básica Planimétrica

Se establecerá una red planimétrica de aproximación al trazado mediante técnicas GPS, compuesta por al menos tres vértices que deberá cubrir la zona que ocupe el proyecto, de forma que la distancia máxima entre los vértices de la Red Básica será de 4000 m. Por otra parte, la Red Básica tampoco deberá desviarse del trazado una distancia superior a 4000 m.

Esta red servirá de base para el apoyo y posteriores trabajos de topografía. Por tanto sus vértices deberán emplazarse en lugares accesibles, con horizonte despejado libre de obstáculos y que garanticen su permanencia y estabilidad, de forma que si en alguna de las fases del proyecto se detecta la desaparición de más del 25% de sus vértices, éstos deberán reponerse en su totalidad.

La metodología de trabajo se basará en el posicionamiento GPS en modo estático relativo con postproceso. Los tiempos y condiciones de la observación serán los indicados en el apartado 3.1.3.4. con carácter general.

El cálculo y compensación de la trilateración, que configura la Red Básica, se realizará por el método de mínimos cuadrados.

Las tolerancias en el error medio cuadrático de los incrementos de coordenadas medidas (en las tres dimensiones, ΔX , ΔY , ΔZ) en las observaciones serán de 30 mm.

Para garantizar la fiabilidad de la Red Básica es fundamental la redundancia de datos para el cálculo de las baselíneas en el elipsoide WGS84, con esta filosofía el método de trabajo para la creación de la Red Básica recomendado es la triangulación con técnicas GPS.

Toda la zona objeto del trabajo debe quedar cubierta por una triangulación formada por las baselíneas que unan entre sí los vértices de la Red Básica. A cada vértice de la Red Básica deben llegar al menos tres baselíneas, excepto los dos vértices extremos de la triangulación, que podrán tener solamente dos baselíneas.

Esta red de aproximación al proyecto, deberá estar rodeada de un marco de referencia geodésico materializado por al menos 4 vértices pertenecientes a la red RENGEO o GNSS que circunscriban toda la zona de trabajo, de los cuales al menos dos deberán enlazarse mediante dos baselíneas (birradiación GPS) desde dos vértices de la Red Básica, no pudiendo quedar los Vértices de la Red Básica exteriores al polígono formado por los vértices geodésicos y GNSS .

La longitud máxima de cualquier baselínea queda limitada a 25 km. Dadas las características de la Red Básica triangulada es recomendable la utilización de al menos tres equipos GPS midiendo de forma simultánea lo que garantiza la redundancia de las observaciones.

En todas las metodologías descritas cuando se habla de unir o enlazar con un mínimo de baselíneas de observación, se sobrentiende que estas baselíneas de unión deben haber sido todas admitidas en el proceso de cálculo, siendo necesario repetir o enlazar con otros tantos vértices como los rechazados en el cálculo, para conseguir el mínimo requerido en cada caso

En caso de realizarse una comprobación de la Red Básica Planimétrica desde los Vértices Geodésicos el 100% de los vértices comprobados presentará diferencias menores de 10 cm en las coordenadas originales respecto a las coordenadas obtenidas en la comprobación.

Enlace con la Red RENGEO

La transmisión de cota ortométrica a la Red Básica Altimétrica se realizará mediante una nivelación geométrica doble a partir de la Red RENGEO.

La tolerancia para esta nivelación geométrica es:

- error en cota $< 10 \cdot (k)^{1/2}$ mm; siendo k=longitud del itinerario en km.

En caso de existir una línea de nivelación del IGN en las proximidades del trazado (3-4 km) que discorra sensiblemente paralela a éste y conserve una densidad de clavos suficiente (un clavo cada 2 km), podrá emplearse como Red Básica Altimétrica. Se indicará en la memoria los clavos que la conforman, se entregará su reseña oficial y se enlazarán cada uno de ellos

mediante GPS a la red planimétrica con la metodología descrita anteriormente.

En ningún caso, la red altimétrica podrá estar constituida por clavos NAP pertenecientes a diferentes líneas de nivelación sin comprobación del enlace entre éstas mediante nivelación geométrica.

Todos aquellos clavos de la Red Básica, que no hayan sido nivelados geoméricamente en una línea de nivelación continua en esta fase de los trabajos no podrán emplearse en la posterior nivelación de la red de bases de replanteo para el cierre de anillos aislados.

Establecimiento de la Red Básica Altimétrica

Paralelamente a la Red Básica Planimétrica se establecerá una red de clavos de nivelación de al menos 3 puntos, próxima al trazado (3-4 km) que constituirá el marco de referencia altimétrico para el proyecto.

La metodología de observación de esta red será una nivelación geométrica doble (ida y vuelta), continua, que discurra a lo largo del trazado, materializándose con al menos un vértice cada 2 km. Además, cada vértice de la Red Básica Altimétrica deberá enlazarse al menos a dos vértices de la Red Básica Planimétrica mediante observaciones GPS con la metodología anteriormente descrita (apartado 2.1.3.4.), de forma que todos los clavos de la red altimétrica tendrán además coordenadas planimétricas promediadas y ajustadas en bloque con el resto de observaciones del conjunto global del proyecto.

Podrán formar parte de esta red altimétrica aquellos vértices de la red planimétrica que se incluyan en los anillos de nivelación realizados y se les transmita cota ortométrica mediante nivelación geométrica.

Al igual que la red planimétrica, se dejará constancia en el terreno de los vértices de la red mediante hitos prefabricados, clavos de hierro recibidos con hormigón u otro medio que garantice su permanencia y estabilidad. De cada uno de ellos se realizará una reseña y se incluirán en el Proyecto, conteniendo cada una de ellas un croquis de campo con la representación del entorno y además, se indicarán las referencias a tres puntos fijos del entorno, el acceso, el emplazamiento, sus coordenadas, cota y una fotografía en color. La descripción de los vértices en las reseñas debe ser lo suficientemente detallada de forma que permita su localización sin necesidad de replantear su posición por coordenadas.

Con el fin de garantizar la permanencia de la Red Básica Altimétrica, no se admitirán redes altimétricas con más del 50% de sus clavos materializados sobre asfalto. En cualquier caso, si en alguna de las fases del proyecto se detecta la desaparición de más del 50% de sus vértices, éstos deberán reponerse.

En caso de realizarse una comprobación de la Red Básica Altimétrica, el 100% de los vértices comprobados presentará diferencias en cota menores de $20 \cdot (k)^{1/2}$ mm; siendo k=longitud del itinerario en km en las cotas originales respecto a las cotas obtenidas en la comprobación.

Enlace con posibles tramos adyacentes en proyecto

En el caso de que el proyecto forme parte de un itinerario y existan tramos adyacentes en fase de diseño, con el fin de garantizar la continuidad planimétrica y altimétrica entre tramos, se enlazarán con al menos dos vértices del tramo anterior y dos vértices del tramo siguiente,

Este enlace se realizará mediante GPS desde al menos dos puntos fijos de la Red Básica, de forma que los dos puntos de los tramos adyacentes quedarán como mínimo birradiados.

En la fase de cálculo, se realizará un ajuste previo de la red propia del proyecto con los vértices de la red RENGEO/GNSS observados como puntos fijos que definen el marco de referencia y se contrastarán las coordenadas obtenidas de este cálculo con las facilitadas por los tramos adyacentes.

En caso de que las diferencias observadas cumplan las tolerancias establecidas,

$$d_{XY} < 10 \text{ cm} ; d_H \leq 20 \cdot (k)^{1/2} \text{ mm}$$

se realizará un el cálculo definitivo según lo descrito en el apartado 3.1.3.4.1.: Se calculará una transformación Helmert de siete parámetros, resolviendo la planimetría y altimetría de forma independiente, de modo que se emplearán como puntos fijos planimétricos los vértices de la Red RENGEO y/o GNSS así como los vértices enlazados de los tramos adyacentes que cumplan la tolerancia planimétrica, y en la altimetría se fijarán igualmente los vértices de la Red RENGEO y/o GNSS situados a una distancia del tramo mayor de 2 km, vértices de los tramos adyacentes que cumplan la tolerancia altimétrica, así como todos los vértices de la Red Básica Altimétrica con cota procedente de nivelación geométrica.

En la memoria de los trabajos quedarán reflejadas las diferencias encontradas con los tramos adyacentes, así como se indicará qué vértices se han considerado fijos en planimetría y/o altimetría.

Trabajos de apoyo de campo

Los trabajos de apoyo de campo comprenderán la toma de datos en campo que se requieran para determinar la posición planimétrica y altimétrica de los puntos de apoyo necesarios para la restitución fotogramétrica de las fotografías aéreas verticales obtenidas. Para la obtención de sus coordenadas se partirá de la Red Básica realizada.

Dada la posibilidad de realizar vuelos analógicos y vuelos digitales en los que existen datos de un sistema mixto GPS/ Inercial (GPS/IMU), se plantean varias alternativas para la realización del apoyo de campo:

Apoyo de campo para vuelos analógicos

El apoyo se efectuará con un mínimo de 5 puntos por par estereoscópico. En las zonas de mayor dificultad topográfica, previa justificación, se podrá reducir a 4.

En una colección de copias por contacto de los fotogramas correspondientes, se pincharán los puntos de apoyo y los vértices de la Red Básica que queden incluidos en el fotograma; se pincharán en el fotograma en que su identificación sea más clara (cuyo número y pasada junto con el croquis se indicará en la reseña del punto de apoyo), enmarcando su posición en los demás fotogramas en los que aparezca. En el anverso de las copias, los puntos pinchados se enmarcarán mediante círculos o triángulos equiláteros, al objeto de localizar su posición.

La posición de los puntos de apoyo en los fotogramas será lo bastante próxima a las esquinas de los fotogramas para que la zona a restituir quede en el interior del polígono formado por los puntos, quedando recubierto por el citado polígono al menos el 70% del fotograma en la dirección de avance de la pasada.

Las coordenadas planimétricas y altimétricas de los puntos de apoyo se obtendrán por radiación desde los vértices de la Red Básica, bien sea por procedimientos clásicos (teodolito y distanciómetro) o por radiación con técnicas GPS.

Para la obtención de las coordenadas de los puntos de apoyo por procedimientos clásicos, se limitará la longitud entre el vértice de la Red Básica utilizada para radiar y el punto radiado a 1 Km., limitándose esta longitud de radiación con el fin de obtener unas precisiones respecto a la Red Básica iguales o mejores de 0.10m tanto en planimetría como en altimetría.

En caso de utilizarse tecnología GPS podrá utilizarse el método estático relativo con las limitaciones siguientes:

Recepción de, al menos, 4 satélites durante el tiempo de observación con una máscara de elevación de 15 grados de altura.

Longitud baselínea ≤ 10 km $10 \text{ km} < \text{longitud baselínea} < 25 \text{ km}$

Tiempo mínimo de Observación: 10 minutos + 1 min/km adicional
minutos

La configuración de la constelación de satélites tiene que ser tal que dispongamos de un indicador de precisión por la posición de los satélites (PDOP) inferior a 5 durante toda la observación.

Para la radiación de los puntos de apoyo también podrá utilizarse tecnología RTK, bien sea mediante radio enlace, o mediante enlace por módem con protocolo GPRS (General Packet Radio Service), quedando limitada la longitud de las baselíneas a 10 Kms, y siempre que se garantice una precisión respecto a la Red Básica igual o mejor que 10 cm.

En caso de realizarse una comprobación de los puntos de apoyo desde la Red Básica el 90% de los puntos comprobados presentará diferencias menores de 20 cm en las coordenadas y cotas originales respecto a las coordenadas y cotas obtenidas en la comprobación.

Apoyo de campo para vuelos digitales

Por tener los vuelos digitales realizados con sistemas mixtos GPS/Inerciales (GPS/IMU) una mayor información que los vuelos analógicos, el apoyo de campo podrá realizarse con dos metodologías distintas.

Apoyo de campo continuo para vuelos digitales

En este caso el apoyo se realiza igual que en los vuelos analógicos, con un mínimo de 5 puntos por par estereoscópico. En las zonas de mayor dificultad topográfica, previa justificación, se podrá reducir a 4.

En una colección de copias positivas de los fotogramas correspondientes, se pincharán los puntos de apoyo y los vértices de la Red Básica que queden incluidos en el fotograma; se pincharán en el fotograma en que su identificación sea más clara (cuyo número y pasada junto con el croquis se indicará en la reseña del punto de apoyo), enmarcando su posición en los demás fotogramas en los que aparezca. En el anverso de las copias, los puntos pinchados se enmarcarán mediante círculos o triángulos equiláteros, al objeto de localizar su posición.

La metodología de trabajo para la obtención de los puntos de apoyo es exactamente igual que la descrita en el punto anterior para los vuelos analógicos.

Apoyo de campo con aerotriangulación para vuelos digitales

Siempre que los datos del sistema mixto GPS/Inercial (GPS/IMU) se hayan medido correctamente durante el vuelo, se puede realizar el apoyo mediante una aerotriangulación analítica en la que intervengan estos datos obtenidos más los puntos de apoyo obtenidos en campo de acuerdo con las normas siguientes:

Se obtendrán 2 puntos de apoyo desdoblados en el primer modelo y último de cada pasada, y un punto más desdoblado cada ocho modelos (los puntos se deben desdoblar por la menor definición que tienen los fotogramas positivos de los vuelos digitales y que dificulta mucho el pinchado y puede inducir a error en la identificación de los puntos)

Los puntos en este primer y último modelo deben estar a una distancia de la esquina del fotograma no inferior a 1,5 cm y no superior de 4 cm.

Si no se puede cumplir los requisitos anteriores en el primer o último modelo, éstos se apoyarán con 4 puntos de apoyo hasta que en un modelo se puedan cumplir los requisitos anteriores.

Se dará un punto de control altimétrico complementario cada 4 modelos en zonas de posado fiable, especialmente en carreteras o plataformas que aparezcan en el vuelo, las coordenadas de estos puntos no se incluirán en el cálculo de la aerotriangulación, sino que servirán para verificar las diferencias entre las coordenadas que les asigne el cálculo de la aerotriangulación y sus coordenadas obtenidas en campo.

Siempre en todas las pasadas debe haber al menos un punto de apoyo en el interior de la pasada.

Si durante el proceso de cálculo de la aerotriangulación los datos del sistema mixto GPS/Inercial (GPS/IMU) fuesen rechazados, deberá realizarse al apoyo de forma continua.

Obviamente los programas de cálculo de aerotriangulación utilizados debe incluir los datos del sistema mixto GPS/Inercial (GPS/IMU) de la cámara en el proceso de cálculo.

Los programas que se utilicen para la obtención de los valores de los parámetros de orientación externa de las imágenes se basarán en el ajuste de los bloques por haces, permitiendo combinar los datos de los puntos de apoyo, los datos GPS, los datos inerciales y los datos fotogramétricos.

Los programas que se utilicen para la obtención de los valores de los parámetros de orientación externa de las imágenes incluirán en su proceso de cálculo de algoritmos de detección automática y eliminación de errores groseros.

Se observarán un mínimo de 12 puntos de enlace (2 en cada zona de Von Grüber) conectando los modelos, en caso de existir más de una pasada paralela se dará como mínimo 1 punto de conexión entre pasadas. La medición de estos puntos puede realizarse de forma automática por correlación o bien de forma manual.

La empresa informará del software que se utilice para este proceso, así como de la idoneidad para la realización de este trabajo.

Las precisiones del ajuste, los puntos de apoyo y control que intervengan en el cálculo serán:

Desviación típica a posteriori de las medidas de fotocoordenadas (Precisión interna): Error medio cuadrático < 5 micras.

Error medio cuadrático de los errores residuales planimétricos en los puntos medidos (Precisión interna planimétrica final) < 10 cm.

Error medio cuadrático de los errores residuales altimétricos en los puntos medidos (Precisión interna altimétrica final) < 10 cm.

Error residual máximo planimétrico en los puntos de apoyo utilizados < 10 cm.

Error residual máximo altimétrico en los puntos de apoyo utilizados < 15 cm.

Error máximo altimétrico en cada punto de control < 15 cm.

Documentos a entregar de la Red Básica y del apoyo de campo

Red Básica:

La documentación mínima a entregar de esta fase del trabajo es:

Informe en el que se contenga al menos:

Enlace a la red geodésica: vértices geodésicos de enlace para la transformación de sistemas de coordenadas.

Instrumentación.

Métodos topográficos empleados.

Indicación expresa de haber alcanzado las precisiones exigidas en el Especificaciones Técnicas para la realización del Proyecto.

Proyección cartográfica empleada.

Gráfico de las baselíneas de la Red Básica sobre planos 1:50.000 o 1:25.000.

Gráfico de nivelación geométrica sobre planos 1:50.000 o 1:25.000.

Listado de baselíneas.

Reseñas de vértices geodésicos o GNSS .

Reseñas de vértices de la Red Básica Planimétrica y Red Básica Altimétrica

Reseñas de puntos auxiliares de nivelación (empleados en el cierre de anillos y que no pertenezcan a la Red Básica).

Cálculo de Red Básica, nivelación geométrica y enlace altimétrico con listado de las coordenadas definitivas.

Enlace con tramos adyacentes (en caso de que los haya).

En los cálculos de GPS se entregarán los listados de la compensación por mínimos cuadrados, que incluirán al menos los siguientes parámetros:

a) Residuos de las observaciones después de la compensación:

Correcciones que se aplican a las distancias y los desniveles después de la compensación.

b) Error medio cuadrático de las observaciones (distancias)

c) Error medio cuadrático de determinación de las coordenadas, x, y, z, finales, compensadas de la red.

d) Elipses de error de determinación de la posición de los vértices de la red, definidas por los semiejes mayor y menor.

e) Precisión de ajustes de la Red Básica con la Red RENGEO

f) Listado de coordenadas de la Red Básica en el sistema WGS84 .

Apoyo de campo:

Apoyo de campo continuo

La documentación mínima a entregar de esta fase del trabajo es:

Cálculo de puntos de apoyo.

Reseñas de puntos de apoyo (con croquis de campo, número de punto, coordenadas, número de fotograma y pasada).

Colección de fotogramas positivos pinchados.

Gráfico de situación de los puntos de apoyo sobre los planos 1:50.000 o 1:25.000.

Los cuadernos de campo con la relación de los ángulos y distancias en caso de realizarse por metodología tradicional.

Los listados de baselíneas en caso de realizarse por métodos GPS.

Apoyo de campo con aerotriangulación en vuelos digitales

La documentación mínima a entregar de esta fase del trabajo es:

Cálculo de puntos de apoyo de campo.

Reseñas de puntos de apoyo (con croquis de campo, número de punto, coordenadas, número de fotograma y pasada).

Colección de fotogramas positivos pinchados.

Los cuadernos de campo con la relación de los ángulos y distancias en caso de realizarse por metodología tradicional.

Los listados de baselíneas en caso de realizarse por métodos GPS.

Listados de cálculo de la aerotriangulación, donde se ponga de manifiesto los errores residuales del proceso de cálculo, así como los puntos rechazados en el cálculo.

Ficheros de orientaciones absolutas de los pares fotogramétricos obtenidos de la aerotriangulación.

Diferencias obtenidas entre la cota obtenida en el cálculo y la obtenida en campo de los puntos complementarios de control altimétrico.

Gráfico de situación de los puntos de apoyo sobre los planos 1:50.000 o 1:25.000, en el que se incluyan los puntos obtenidos en campo y los puntos de control altimétrico, diferenciándose claramente mediante distintos símbolos.

RESTITUCIÓN

Descripción

La restitución se hará a escala 1:1.000, con curvas de nivel a 1 m de equidistancia salvo indicación expresa en contra de la Dirección del Proyecto o de la Subdirección General de Proyectos. La franja a ambos lados del futuro eje será lo suficientemente amplia para que dé una idea completa del terreno circundante y edificios o lugares necesarios a ubicar en la planimetría. Los planos recogerán la toponimia local de poblaciones, caseríos, ríos, etc.

La restitución será analítica, ya que se pretende realizar un modelado de los elementos reales, identificando las entidades discretas que la forman con elementos lineales que las representan, y almacenándolas

georreferenciadas en formato digital; es decir todos los elementos estarán representados por las coordenadas de los puntos que los definan incluidos los textos que tendrán un punto de inserción y una orientación para su correcta representación gráfica.

Se presentarán en un formato que guarde la información tridimensional tanto de la planimetría como de la altimetría.

La restitución se realizará en aparatos analíticos o digitales correctamente calibrados, no siendo admisible la utilización de aparatos analógicos a los que se acoplen codificadores. Se indicará el tipo de aparato empleado y su precisión, adjuntándose los correspondientes certificados de calibración. En el caso de utilizar aparatos digitales se adjuntará el certificado de calibración del escáner fotogramétrico usado así como el detalle de su precisión y resolución geométrica. También se indicará el sistema gráfico original de captura y el formato original de los ficheros magnéticos obtenidos en la restitución.

Los errores residuales máximos de los puntos de apoyo en la orientación de los modelos serán:

En planimetría: 25 cm.

En altimetría: 25 cm.

El error medio cuadrático máximo residual de los puntos de apoyo en la orientación tanto en planimetría como en altimetría será: 10 cm.

Sistema de coordenadas

Los mapas de una misma área se referirán a un sólo sistema de coordenadas, especialmente si un trabajo se desarrolla en dos husos diferentes, se representará en un único huso, que será el que comprenda la mayor parte del trabajo.

En caso de ser imprescindible la utilización de cartografía en dos husos distintos en un mismo proyecto, será necesaria la autorización explícita del Director de los Trabajos que dictará en su caso las normas necesarias para garantizar la continuidad del proyecto al cambiar el huso.

Se dibujarán los vértices de una red de cuadrados de diez centímetros (10 cm) de lado, orientados según el sistema de coordenadas; en cada hoja de la cartografía aparecerán las coordenadas de al menos dos de estos vértices, para tener así definidas de forma gráfica las coordenadas de cualquier punto de la hoja.

En todas las hojas se indicará la posición del norte del sistema de coordenadas mediante un símbolo fácilmente identificable.

Puntos bien definidos en planimetría

La posición del noventa por ciento (90 %) de los puntos bien definidos, no diferirá de la verdadera en más de cinco décimas de milímetro (0,5 mm) a la escala del mapa.

Los mapas deberán reflejar todos los detalles planimétricos del terreno y de las construcciones que puedan aparecer en el mismo, con dimensión mínima mayor de quince décimas de milímetro (1,5 mm).

Serán de interés los ríos, lagos y embalses; las zonas de arbolado y de cultivo; los caminos, carreteras, ferrocarriles, canales, puertos, embarcaderos y aeropuertos; las líneas aéreas de transporte de energía o de comunicaciones; y demás elementos visibles similares.

Los edificios y demás construcciones se representarán a escala, siempre que sus dimensiones equivalentes resulten superiores a dos milímetros y medio (2,5 mm).

En mapas de zonas urbanas se exigirán únicamente las manzanas de casas, pero no los patios interiores.

Puntos bien definidos en altimetría

Definición

En los mapas deberán figurar las cotas altimétricas de todos aquellos elementos que, por su situación o condiciones, convenga definir, tales como vértices geodésicos identificables en los fotogramas, la superficie del agua de los lagos, depósitos y lagunas; vértices de montañas, collados y puertos; depresiones y vaguadas; intersecciones de carreteras; líneas de ferrocarril en las estaciones; extremos de los ejes de viaductos, puentes y estructuras análogas, etc.

Precisión altimétrica

Las cotas del noventa por ciento (90 %) de los puntos bien definidos, no diferirán de las verdaderas en más de un cuarto (1/4) del valor de la equidistancia entre curvas de nivel.

Precisión de las curvas de nivel

Las curvas de nivel, en terreno no enmascarado por vegetación, se dibujarán con una exactitud tal, que el noventa por ciento (90 %) de las cotas obtenidas por interpolación de aquellas, no diferirá de las verdaderas en más de la mitad (1/2) de la equidistancia.

En zonas enmascaradas por vegetación, las curvas de nivel se dibujarán con trazo discontinuo, aceptándose entonces, una tolerancia igual a la equidistancia, que se logrará sin modificación alguna del presupuesto, por métodos terrestres, si fuera preciso.

Toponimia mínima a incluir en los planos

Para la localización e identificación de las distintas zonas del trazado, es fundamental la información que aporta a los planos la incorporación de la toponimia adecuada, como mínimo se incorporará a la cartografía realizada: Nombre de todos los tramos de las carreteras representadas, incluyendo sus Puntos Kilométricos.

Toda la toponimia de la zona restituida existente en la cartografía 1/25.000, de forma especial:

Parajes significativos.

Accidentes geográficos significativos.

Caminos con nombre propio.

Hidrónimos.

Poblaciones que aparezcan en la cartografía aunque no tengan Municipio (pedanías, barrios, Municipios, etc.)

Nombre de todos los Términos Municipales que figuran en cada hoja de cartografía (deben incluirse los límites de término municipal que figuran en los planos 1/25.000)

Elementos urbanos representativos aunque estén en ocasiones fuera del casco urbano, especialmente cementerios y ermitas.

Toda la toponimia relacionada con el Estudio de Prefactibilidad y del Estudio de Impacto Ambiental (incluyendo -en su caso- los elementos arqueológicos representativos).

Documentos a entregar de la cartografía 1/1.000

El Consultor incluirá en el proyecto los planos planteados junto con un gráfico de distribución de hojas que proporcione una visión de conjunto de la cartografía restituida.

La documentación mínima a entregar de la cartografía 1/1.000 es:

Informe, que contendrá al menos:

Instrumentos empleados.

Sistema gráfico original de captura: formato original de los ficheros magnéticos.

Librería de códigos utilizados:

Código – elemento – tipo de línea.

Certificado de calibración del instrumento de restitución o escáner fotogramétrico, si se utilizan equipos digitales con vuelo analógico.

Partes de orientación en los que queden reflejados los puntos de apoyo utilizados en cada par estereoscópico, los parámetros de orientación y los residuos de la orientación absoluta alcanzados en los P.A.

Gráfico de distribución de hojas.

Colección de planos planteados en color a escala 1/2.000 en formato reducido (reducción de los planos originales a escala 1/1.000).

Se deberá indicar en los planos junto a la escala gráfica la escala numérica a la estaría el plano en caso de plantearse en formato original.

Ficheros sobre soporte magnético en CD de la cartografía tridimensional y del gráfico de distribución de hojas en uno de los formatos estándar de intercambio (DXF, DWG, DGN, ASCII DIGI, etc.), y un fichero de texto en el

que se detallen los códigos utilizados para cada uno de los elementos del fichero y el tipo de línea y color usado en su representación gráfica en papel.

ORTOFOTOGRAFÍA DIGITAL

Descripción

La ortofotografía al ser una imagen proyectada ortogonalmente, a partir de las imágenes cónicas de los vuelos fotogramétricos y de carácter métrico, permite la superposición de las imágenes vectoriales correspondientes a la cartografía y/o el proyecto, recuperándose de esta forma la información visual que se perdería en caso de utilizar solamente la cartografía, y que además de dar una clara visión general del proyecto, proporciona una información muy valiosa en diferentes tareas como afecciones, impacto ambiental, información pública, expropiaciones, etc.

Una vez realizada la cartografía a escala 1:1.000 se realizará una ortofotografía digital de toda la zona incluida en la restitución fotogramétrica con una resolución de 10 cm, con las normas que se definen a continuación.

Imágenes digitales del vuelo fotogramétrico.

Dado que existe la posibilidad de la utilización de vuelos analógicos o digitales, en caso de haberse utilizado para la ejecución del trabajo fotogramas analógicos, debe realizarse el escaneo de las imágenes como paso previo al comienzo del trabajo.

Se realizará un escaneo fotogramétrico a 20 micras de los negativos del vuelo. El escaneo se realizará con un escáner plano de tipo fotogramétrico capaz de diferenciar 256 tonos para cada uno de los tres colores básicos, incluyendo en el escaneo toda la superficie enmarcada por las marcas fiduciales y ellas mismas.

La precisión del escáner deberá ser igual o menor a tres micras, siendo los movimientos mecánicos menores que una micra y el tamaño del píxel mínimo igual o inferior a 10 micras. Su calibración deberá ser realizada con los protocolos específicos del fabricante, entregándose un certificado de calibración con menos de un año de antigüedad.

El escaneo deberá ser realizado con una resolución de 20 micras, lo que supone para la escala de vuelo especificada 0.10 metros píxel. No admitiéndose la obtención de esta resolución por interpolación de escaneos de menor resolución.

Para cada píxel y cada banda de color RGB (Red, Green, Blue), se realizará lectura del valor cromático entre 0-255. Estos 256 niveles de color se registrarán con 24 bits.

Se comprobará siempre que la saturación de la imagen no supere el 1% permitiéndose un máximo del 0.5% a cada lado del histograma, que las marcas fiduciales sean visibles y la apariencia visual correcta (adecuadas a la realidad, es decir, tonos del terreno semejantes deben dar valores

digitales semejantes) y sin defectos (evitar en lo posible la existencia de cuerpos extraños tales como polvo, fibras textiles,...)

Confección del Modelo Digital del Terreno

Para la realización del Modelo Digital de Terreno (MDT), se partirá de los datos obtenidos de la restitución fotogramétrica, confeccionándose un Modelo Digital de Terreno con una Red irregular de triángulos TIN (Triangulated Irregular Network) a partir de las curvas de nivel, de los puntos de cota y de las líneas de rotura representadas en la cartografía.

En la generación del Modelo Digital de Terreno (MDT) se prestará especial cuidado en las zonas de puentes, viaductos, bocas de túneles,...modificando manualmente el Modelo Digital de Terreno con el fin de evitar deformaciones en los elementos lineales de las ortofotos.

Ortorrectificación

A partir de las imágenes digitales obtenidas, el Modelo de Terreno y las orientaciones de los fotogramas se realizará la ortorrectificación para pasar de la perspectiva cónica propia de las imágenes a una perspectiva ortogonal de carácter métrico.

La ortorrectificación se realizará en un sólo paso evitando remuestreos posteriores en las siguientes fases del proceso y se realizarán directamente con un tamaño de píxel a escala de suelo (GSD) de 10 cm.

Para el proceso de remuestreo se utilizará la interpolación bicúbica.

La rectificación se realizará obteniendo la cota del Modelo Digital de Terreno con un espaciado entre píxeles que sea adecuada para cada fotograma. En caso de que haya puentes o cambios de pendiente bruscos, este espaciado se reducirá según sea necesario de tal forma que los elementos rectificadas tengan la precisión final que se pretende.

A las imágenes ortorrectificadas, se les realizará un control visual para asegurar que no existen zonas duplicadas, estiramientos de píxeles o errores geométricos producidos por errores del Modelo Digital de Terreno o por una mala elección del espaciado de píxeles de consulta del Modelo Digital de Terreno a la hora de rectificar.

En caso de que existan errores producidos por el Modelo Digital de Terreno, éste se corregirá y se volverá a realizar el proceso de rectificación en aquellos fotogramas que se vean afectados por estos errores.

En caso de que los errores vengan producidos por la elección del espaciado de píxeles de consulta del Modelo Digital de Terreno, se repetirá el proceso de rectificación disminuyendo dicho espaciado.

La precisión planimétrica del proceso será tal que el error medio cuadrático de la posición de los píxeles sea menor de 20 cm (2 veces el GSD). Esta comprobación se realizará con un número representativo de puntos (al

menos 30 puntos por imagen) entre puntos de apoyo y control, y puntos que se obtengan por superposición con la cartografía

Ajuste radiométrico y formación del mosaico

Los fotogramas ortorrectificados, deben tener una apariencia visual similar, y por tanto es necesario homogeneizar todos los fotogramas que integran el trabajo para conseguir obtener una ortofoto continua.

En el proceso de formación del mosaico se unirán las distintas imágenes obtenidas de la ortorrectificación, tras el primer equilibrado de color se deben definir las líneas de corte y unión; estas líneas podrán obtenerse automáticamente mediante la utilización de algoritmos de mínimos cambios radiométricos o por líneas definidas manualmente siguiendo accidentes naturales que eviten las diferencias tonales en la unión, de tal manera que la transición entre distintos fotogramas resulte imperceptible.

En la confección del mosaico deben intervenir todas las fotografías del vuelo. Las imágenes resultantes se dividirán en bloques que permitan su utilización y manejo de forma razonable.

Control de calidad

Se llevará a cabo un control de calidad sobre las ortofotos en el que se verificará la precisión planimétrica de la imagen resultante, la ausencia de defectos internos y la continuidad geométrica y radiométrica con las ortofotos colindantes.

Precisión planimétrica: para su comprobación se utilizarán los puntos de aerotriangulación, las líneas de corte y los elementos expresamente restituidos para este control. La diferencia entre unas y otras coordenadas nunca debe ser superior a 0.20 m.

Defectos internos: se realizará un control visual de las ortofotos en busca de defectos tales como:

Desplazamientos de píxeles debido a defectos del Modelo Digital de Terreno.

Elementos quebrados.

Duplicados.

Estiramiento de píxeles en puentes.

Zonas con huecos por falta de información en la imagen (proyecciones de elementos, etc....).

Continuidad geométrica y radiométrica: Cada ortofoto se comprobará con sus colindantes. Las entidades que se extienden más allá de una hoja lo harán con un error máximo de 2 píxeles.

Las ortoimágenes contiguas han de tener el color continuo, salvo las diferencias producidas por las condiciones de toma del propio vuelo. La comprobación radiométrica a realizar en esta fase, consiste en verificar la correspondencia radiométrica entre la ortofoto realizada y la imagen original

escaneada con la que se realizó. Los parámetros estadísticos radiométricos de ambas: histogramas, saturación, media, desviación, etc....deben ser similares.

Toponimia mínima a incluir en los fotoplanos ploteados

Para la localización e identificación de las distintas zonas del trazado, es fundamental la información que aporta a los planos la incorporación de la toponimia adecuada, por lo que se incluirá en los fotoplanos toda la información toponímica solicitada a la cartografía realizada a escala 1/1.000.

Sistema de coordenadas de los fotoplanos

Los fotoplanos de un misma área se referirán a un sólo sistema de coordenadas, especialmente si un trabajo se desarrolla en dos husos diferentes, se representará en un único huso, que será el que comprenda la mayor parte del trabajo.

En caso de ser imprescindible la utilización de fotoplanos en dos husos distintos en un mismo proyecto, será necesaria la autorización explícita del Director de los Trabajos que dictará en su caso las normas necesarias para garantizar la continuidad del proyecto al cambiar el huso.

Se dibujarán los vértices de una red de cuadrados de diez centímetros (10 cm) de lado, orientados según el sistema de coordenadas; en cada hoja del fotoplano aparecerán las coordenadas de al menos dos de estos vértices, para tener así definidas de forma gráfica las coordenadas de cualquier punto de la hoja.

En todas las hojas se indicara la posición del norte del sistema de coordenadas mediante un símbolo fácilmente identificable.

Documentación a entregar de las ortofotografías

Memoria técnica del proceso de rectificación, formación del mosaico y ajuste radiométrico donde se especificará la metodología instrumentación, software y cálculo empleados de las ortofotografías de resolución 10cm.

DVD con los ficheros en formato TIFF (sin tiles y sin comprimir) de las ortofotografías de resolución 10cm.

DVD con los ficheros en formato comprimido JPG de las ortofotografías de resolución 10cm

Ficheros para la georreferenciación de los anteriores ficheros de imagen, empleando como sistema de referencia WGS84 .

DVD con los ficheros de las ortofotos correspondientes a la banda de cartografía restituida con resolución de 10 cm. en formato JPG georreferenciadas, para que en cualquier fase de los diseños se pueda realizar el montaje sobre la ortofotografía del dibujo del trazado.

Colección de fotoplanos ploteados con el montaje de la ortofotografía más el trazado en color a escala 1/2.000 en formato reducido (reducción de los

planos originales a escala 1/1.000), se exigirá su actualización en caso de existir modificaciones del trazado, para cada una de las fases del diseño.

Se deberá indicar en los planos junto a la escala gráfica, la escala numérica a la que estaría la ortofoto en caso de plotearse en formato original.

TRABAJOS TOPOGRÁFICOS DE CAMPO ADICIONALES

Se realizarán trabajos topográficos de campo para la realización del replanteo, obtención de perfil longitudinal, obtención de perfiles transversales, levantamientos taquimétricos y la realización de levantamientos topográficos complementarios.

Red de bases de replanteo

Partiendo de los vértices de la Red Básica, se establecerán redes de bases de replanteo para la aproximación al trazado definitivo y desde las que se realizarán el replanteo y los trabajos topográficos complementarios, sirviendo además como un control permanente de planimetría y altimetría, para las fases posteriores de replanteo y construcción de la obra.

Para la obtención de sus coordenadas planimétricas se pueden utilizar las metodologías siguientes:

Realizar poligonales de precisión por metodología clásica (teodolito y distanciómetro) encajadas en los vértices de la Red Básica.

En caso de realizarse la red de bases de replanteo por topografía clásica, las coordenadas planimétricas se obtendrán mediante la realización de poligonales de precisión cerradas y compensadas encuadradas entre los vértices de la Red Básica, debiendo ser los errores de cierre de la poligonal inferiores a las tolerancias máximas admitidas.

Las poligonales se realizarán con un teodolito de 1 segundo centesimal de apreciación y un distanciómetro electro-óptico o electromagnético de precisión igual o mejor de $+10\text{mm} + 5\text{ ppm}$. Los ángulos se medirán con anteojo normal e invertido (Regla de Bessel), no debiendo existir entre las dos lecturas divergencias de más de 10 segundos. La medida de las distancias se realizará tres veces, no pudiendo existir entre ellas diferencias mayores de 3cm.

Confección de una Red Triangulada que se apoye en los vértices de la Red Básica y obtenida con la misma metodología de trabajo descrita para la Red Básica.

Birradiación desde la Red Básica utilizando técnicas GPS para así poder tener una comprobación de las coordenadas obtenidas, realizando un promedio de las coordenadas siempre y cuando la diferencia entre ellas no supere 0.05m, repitiéndose las mediciones en caso de existir diferencias mayores. Para realizar las radiaciones el receptor GPS fijo se ha de situar al menos en dos bases de la Red Básica diferentes, con esta metodología

puede utilizarse equipos GPS en RTK (tanto mediante radio enlace, como con enlace mediante tecnología GPRS).

Los vértices de la red de bases de replanteo se nivelarán geoméricamente para darles cota desde los puntos nivelados geoméricamente en la Red Básica.

Se situarán a distancias que permitan su uso satisfactorio para las necesidades de las obras (distancia media del orden de unos 200 m), de forma que permitan su utilización como bases de replanteo del trazado por bisección o polares, una vez definido éste, y al mismo tiempo sirvan para realizar los levantamientos topográficos para obtener la cartografía de detalle necesaria para la correcta definición de elementos concretos del Proyecto, tales como estructuras, obras de fábrica, encauzamientos, intersecciones, cruces con servicios y servidumbres, etc.

Las bases de replanteo se situarán fuera de la zona de obras y de forma que el replanteo por bisección no produzca ángulos inferiores a 15°. Se representarán en los planos de planta del trazado junto con los ejes y la línea que delimita la explanación.

Las bases de replanteo se señalarán con el sistema más adecuado, en función de la zona de su implantación, pero siempre de forma tal que se garantice su permanencia, empleando hitos prefabricados, clavos de hierro recibidos con hormigón u otro medio que garantice su permanencia. De cada uno de ellos se realizará una reseña con un croquis de detalle con la representación del entorno y su acceso, y además se tomarán referencias a tres puntos fijos, sus coordenadas, cota y una fotografía en color que se incluirá en el Proyecto.

Se describirá en la memoria de los trabajos de topografía con toda exactitud el procedimiento utilizado para la obtención de las coordenadas y cotas de los vértices de Red de Bases de replanteo, especialmente la metodología usada y los puntos utilizados para su enlace con la Red Básica, dibujándose la Red de bases de replanteo y los vértices utilizados de la Red Básica en planos 1:25.000. En estos planos se representarán las visuales realizadas en caso de utilizarse topografía clásica o las baselíneas medidas en caso de utilizarse metodología G.P.S.

La precisión del trabajo (tolerancias) en planimetría será la siguiente:

En caso de utilizar Poligonales de Precisión:

Error angular $< 40. (N)^{1/2}$ segundos centesimales, siendo $N=N^{\circ}$ de vértices

Error lineal (después de compensación angular) $< 100. (K)^{1/2}$ mm; siendo

k = longitud del itinerario en km.

En caso de utilizar una Red Triangulada GPS:

Las tolerancias en el error medio cuadrático de las observaciones será < 4 cm.

En caso de birradiar las bases utilizando tecnología GPS:

Diferencia máxima en las distintas determinaciones del mismo punto 5 cm.

En caso de realizarse una comprobación planimétrica de las Bases de Replanteo desde la Red Básica, el 90% de las bases comprobadas presentará diferencias menores de 10 cm en las coordenadas originales respecto a las coordenadas obtenidas en la comprobación.

La precisión del trabajo (tolerancias) en altimetría será la siguiente:

- error en cota $< 15 (k)^{1/2}$ mm, siendo k=longitud del itinerario en km.

En caso de realizarse una comprobación altimétrica de las Bases de Replanteo, en el 90% de las bases comprobadas las diferencias de cota existentes entre las cotas originales y las de comprobación serán inferiores que $30 (k)^{1/2}$ mm, siendo k=longitud del itinerario en km.

Replanteo del eje y obtención del perfil longitudinal

Desde la Red de bases de replanteo debidamente niveladas, se realizará el replanteo y estaquillado del eje cada 20 m y obtención del perfil longitudinal, una vez obtenido este longitudinal y tras su comparación con el perfil obtenido de la restitución, se realizará la corrección de las rasantes si fuera necesario.

En caso de realizarse una comprobación planimétrica del estaquillado, las diferencias entre las coordenadas del 90% de los puntos comprobados del proyecto y las de comprobación serán menores de 20 cm.

En caso de realizarse una comprobación altimétrica del estaquillado, las diferencias entre las cotas del 90% de los puntos comprobados del perfil longitudinal obtenido en campo y las de comprobación serán menores de 20 cm.

Obtención de perfiles transversales

Se realizará la obtención de los perfiles transversales en cada punto replanteado, con la longitud necesaria en función de la zona de ocupación.

Siempre que los perfiles transversales no se obtengan por metodología clásica estacionando en la estaca que materializa el trazado, para su realización con estación total o con tecnología GPS deben utilizarse programas de ayuda que permitan en tiempo real comprobar que los puntos tomados en campo están en la alineación del perfil, evitando los errores ocasionados por la falta de perpendicularidad del perfil respecto al eje replanteado o la falta de alineación de los puntos en el perfil.

En el caso de tener que realizarse perfiles transversales en carreteras o autovías en las que sean necesarios obtener los datos del peralte, los procedimientos GPS no dan la suficiente precisión para obtenerlo, para estos casos se podrán obtener los datos por nivelación geométrica, o con el procedimiento de radiación de los puntos de línea blanca o borde de aglomerado con estaciones totales a distancias no superiores a 150 m,

desde las bases de replanteo niveladas, para obtener de esta forma puntos con una precisión altimétrica en torno a 1 cm.

Para este tipo de trabajos pueden ser especialmente útiles las estaciones sin prisma, dado que en las autovías en que se deban obtener los perfiles transversales puede ser muy complicado la realización de cortes de carril para poder trabajar sobre la calzada mientras ésta se encuentra en servicio.

Otra posibilidad para la obtención de perfiles y peraltes es la utilización de Laser Scan terrestre, especialmente por la posibilidad de utilizarlo sobre un vehículo, ya que aunque la precisión planimétrica es inferior a la obtenida por topografía clásica desde las bases de replanteo, la medición de peraltes puede llegar a tener la misma precisión. Para utilizar esta tecnología, sería necesario una calibración previa del equipo que nos permita comprobar la medida del peralte de una calzada con el laser scan móvil y con estación total, verificando que la diferencia de cota que obtenemos entre los bordes de la calzada con los sistemas no difiere en más de 2 cm cada 10m.

En caso de realizarse una comprobación altimétrica de las cotas obtenidas en los perfiles transversales las diferencias existentes en el 90% de los perfiles entre las cotas del perfil y las de la comprobación serán en todos sus puntos menores de 50 cm.

En caso de realizarse una comprobación altimétrica de las diferencias de cotas correspondientes a los bordes de calzada que definan el peralte de una sección, las diferencias en el 90% de los peraltes comprobados no deben superar los 3 cm en 10 m.

Levantamientos taquimétricos

Se realizarán levantamientos taquimétricos en todos los trabajos que debido a sus exigencias métricas no sean susceptibles de realizarse por fotogrametría (levantamientos de detalle a escalas 1/200 y 1/500), y/o en las zonas que por no existir vuelo o por no ser perfectamente visible en el vuelo las zonas objeto de nuestro interés requieran, un levantamiento topográfico in situ de detalle.

Para la obtención de las coordenadas de los puntos del levantamiento, se partirá de la Red Básica o la Red de bases de replanteo. En caso de no ser posible la radiación directa de los puntos necesarios para efectuar el levantamiento desde los vértices de las citadas redes, se llevará el sistema coordenadas hasta la zona objeto del levantamiento, bien usando metodología clásica (realizando poligonales de aproximación a la zona con teodolito y distanciómetro o usando estación total), o bien mediante las técnicas GPS que se han descrito para la red de bases de replanteo.

Las coordenadas de los puntos necesarios para definir el levantamiento se obtendrán por radiación utilizando metodología clásica (teodolito y

distanciómetro o estación total), por radiación con técnicas GPS, o mediante la utilización de estaciones de Laser Scan terrestre.

En caso de utilizarse el método Cinemático OTF (On The Fly) con el equipo GPS, se debe tener la precaución de ir tomando los puntos en anillos, es decir, de tal forma que para terminar una sesión de toma de puntos se vuelva a medir un punto inicial ya medido que sirve de referencia, comprobándose en el postproceso la correspondencia de las coordenadas tomadas al principio y al final de la sesión para el mismo punto, lo que confirma que no ha habido ningún error grosero de pérdida de señal.

Trabajos topográficos de campo complementarios

Además de los trabajos expuestos anteriormente, el Consultor deberá realizar los siguientes trabajos de campo y gabinete:

Levantamientos parciales a escala 1:1.000 en caso de que la cartografía ejecutada deje sin restituir zonas.

Revisión y actualización de la cartografía que aporte la Administración en caso de ser esta facilitada.

Levantamientos taquimétricos a escalas 1:200 o 1:500 de las zonas donde se vayan a emplazar obras de fábrica o drenaje, estructuras o túneles.

Levantamiento de perfiles longitudinales y transversales en las zonas en que haya de actuarse en las conexiones con vías rurales, provinciales y estatales, a los efectos del diseño de las intersecciones o enlaces.

Fijación, en los planos, de los servicios afectados, a fin de estudiar su modificación si es preciso.

Situación sobre la cartografía, de señales kilométricas (hitos o placas) existentes en la carretera actual.

Obtención, mediante coordenadas de puntos de su eje, de las alineaciones en planta y alzado de las carreteras, caminos u otras infraestructuras con las que se conecte, sobre las que se pase, o de las que hayan de cruzar por encima; asimismo, se obtendrán las coordenadas de los edificios o cualquier elemento próximo al trazado que pueda afectar a éste, así como de los trabajos geotécnicos de campo.

Tolerancias en trabajos topográficos complementarios de campo

Las tolerancias que se fijen para estos trabajos topográficos complementarios, serán las adecuadas para asegurar las exigencias planimétricas y altimétricas de los diferentes trabajos necesarios, pudiendo tomarse para los levantamientos a escala 1/1000 la misma tolerancia que se exige a la cartografía, y para el resto de los trabajos la correspondiente a una radiación de longitud inferior a 200m desde las bases de replanteo y que se limita a 5 cm tanto en planimetría como en altimetría.

Documentos a entregar de los trabajos topográficos

Documentación a entregar de las bases de replanteo:

Gráfico de la Red de bases de replanteo sobre el Mapa a escala 1/25.000 incluyendo las poligonales desde la Red Básica si se ha realizado por topografía clásica o las baselíneas en caso de metodología GPS.

Cálculo y compensación de la red de bases haciendo constar errores de cierre y longitud de la poligonal en caso de topografía clásica, o residuos de las observaciones, error medio cuadrático de las coordenadas compensadas, elipses de error en la determinación de la posición de los vértices de la red en caso de utilizar metodología GPS.

Coordenadas de los vértices de la Red Básica usados en la realización de la Red de bases de replanteo (incluso los utilizados para orientar en caso de poligonales de topografía clásica).

Reseñas, con croquis, fotografías de las bases y referencias.

Listado de coordenadas de las bases de replanteo.

Gráfico de los anillos de nivelación sobre el Mapa a escala 1/25.000. Cálculo y compensación de los anillos, haciendo constar los errores de cierre obtenidos y la longitud de los anillos.

Libretas de campo. Datos informáticos con estacionamiento y cota o baselíneas (en caso de usar metodología GPS).

Planos de planta a escala 1/2.000 con los límites de los movimientos de tierras y las bases de replanteo representadas.

Enlace con otros tramos en caso de existir.

Documentación a entregar del replanteo del eje y obtención del perfil longitudinal:

Cotas del perfil longitudinal.

Relación de diferencias entre la cartografía y los datos obtenidos en el replanteo.

Estado de alineaciones y listado de puntos cada 20m.

Toda la documentación de este apartado se entregará tanto en formato papel como archivos informáticos en formato ASCII en formato digital.

Documentación a entregar de los perfiles transversales obtenidos en campo:

Perfiles transversales de campo, en formato digital.

Documentación a entregar de los levantamientos taquimétricos:

Planos ploteados de los levantamientos taquimétricos y en formato digital.

Documentación mínima a entregar de otros trabajos topográficos:

Listados de cálculo de los puntos utilizados en los trabajos.

Relación de coordenadas de los puntos utilizados en los trabajos.

Planos en los que se representen los trabajos realizados (en caso de ser un trabajo topográfico que necesite su representación mediante plano).

Toda la documentación de este apartado se entregará tanto en formato papel como archivos informáticos en formato ASCII en formato digital.

GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES

Las canteras, préstamos o vertederos que se estudien en el proyecto tendrán en general carácter informativo. Por lo tanto, no tendrán el carácter de previsto o exigido, debiendo el Contratista de las obras gestionar la búsqueda y adquisición de los materiales necesarios para la ejecución de las obras. Por lo tanto, el contratista tendrá la libertad para obtener los materiales naturales que las obras precisen de los puntos que tenga por conveniente, siempre que los mismos reúnan las condiciones exigidas por las Especificaciones Técnicas del Contrato. Esta circunstancia deberá quedar reflejada expresamente en los documentos contractuales.

ESTUDIO GEOLÓGICO

El estudio geológico de los terrenos atravesados por la traza se realizará tomando como base la información bibliográfica y cartográfica disponible. Se incluirán los planos geológicos existentes, a escala 1:200.000 y 1:50.000, así como cualquier otra que estuviese disponible.

Esta información se completará con un estudio de fotogeología de la zona, que deberá incluirse en el Proyecto, y una campaña de apoyo sobre el terreno con el fin de determinar con exactitud los siguientes datos:

geomorfología;

espesores y características de los mantos de alteración y materiales de recubrimiento;

litología, estratigrafía e historia geológica;

geología estructural y tectónica, haciendo especial hincapié en la detección de paleodeslizamientos y otros riesgos geológicos en su caso;

hidrogeología;

sismicidad.

Con toda la información procedente de los estudios y reconocimientos efectuados se confeccionará un plano de planta geológica a escala 1:5.000, con un ancho de banda mínimo de 500 m. Estos planos, que deben presentar total coherencia con el perfil que se refiere el apartado de Geotecnia del Corredor, deberán incluir:

Representación de la obra. Incluirá la representación de los ejes de tronco y ramales con referencias a sus distancias al origen, las calzadas con las ocupaciones de desmontes y terraplenes según los taludes definidos en el proyecto, posición de las estructuras y túneles indicando su denominación.

Representación geológica. Se indicarán con colores las diferentes unidades geológicas del sustrato, separando, siempre que sea posible, diferentes litologías existentes dentro de cada una de ellas. Se indicarán con diferente tono las zonas de afloramientos sanos de las zonas cubiertas por suelos de alteración. En este último caso se harán referencias puntuales sobre los espesores de suelos existentes según las observaciones de campo. Lo mismo es aplicable a las formaciones de recubrimiento cuaternarias. Cada

unidad geológica o formación superficial diferenciada tendrá asociada una sigla, tanto en planos como en leyenda.

Representación hidrogeológica. Se representarán mediante simbología adecuada los cursos de agua permanentes, lagunas y charcas. Se indicarán además las zonas húmedas o de aparición de freatofitas. Se deberán marcar los manantiales y pozos. En los primeros se indicará el caudal aproximado, mientras que en los segundos se indicará la profundidad a la que aparece el agua.

Representación geomorfológica. Se representará mediante simbología las diferentes formas del terreno, utilizando diversos colores para cada uno de los agentes morfogenéticos (fluvial, gravitacional, cárstico, antrópico...). Se prestará una especial atención a aquellos procesos que dependiendo de su intensidad puedan afectar a la obra. En particular, se cartografiarán de manera diferenciada los paleodeslizamientos, que deberán ubicarse en planta y para los que habrá de definirse su profundidad y cubicación de modo aproximado.

Representación de los reconocimientos realizados con la simbología adecuada a cada uno de ellos.

PRÉSTAMOS, YACIMIENTOS GRANULARES Y CANTERAS

Se incluirá un estudio específico y detallado relativo a las posibles procedencias de materiales, actualizando y completando la existente.

Para cada préstamo, yacimiento o cantera, se describirá con detalle su ubicación en los planos 1:50.000, y forma de acceso mediante el correspondiente croquis, realizándose, además, otro a escala 1:500 ó 1:1.000, según convenga, donde queden reflejados los límites previsibles del préstamo, yacimiento o cantera, así como la localización de los reconocimientos realizados para su investigación, indicando en cada punto donde se conozca el espesor mínimo aprovechable para el uso que se prevea, así como el espesor de suelo de recubrimiento a desechar. El número de reconocimientos a realizar y su distribución será el adecuado para conocer las características del préstamo, yacimiento o cantera, y para obtener una cubicación fiable de los mismos. Como mínimo se efectuará el número de reconocimientos que resulte más exigente de entre estos dos criterios:

Cada cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m^3) o fracción, en cada uno de los préstamos o yacimientos cuyos materiales de excavación se propongan para la ejecución de rellenos o explanadas.

Cada siete mil quinientos metros cuadrados (7.500 m^2) o fracción, en cada uno de los préstamos o yacimientos previstos.

En el caso de yacimientos granulares o canteras activos, se podrá sustituir la investigación por datos de ensayos suministrados por sus explotadores, que habrá que complementar en el proyecto con ensayos de contraste.

Se incluirán, junto al croquis de préstamos, yacimientos o canteras, la planta y el corte de todos los reconocimientos efectuados con la identificación y clasificación de los suelos o litologías en todos los niveles diferenciados en el mismo. Las profundidades y ubicaciones en planta de las muestras recogidas en los reconocimientos deben ser suficientemente representativas dentro de cada uno de los préstamos, yacimientos o canteras.

Asimismo se incluirán los correspondientes partes de reconocimiento (sondeos, calicatas, ensayos geofísicos, penetrómetros, etc.) que se hubiesen realizado, acompañados de la testificación o interpretación pertinente.

Con el material proveniente de cada uno de los reconocimientos se realizarán ensayos de identificación y caracterización completa del material. Estos ensayos permitirán asegurar que el material reúne las características exigidas para cada empleo específico.

Las prospecciones, los ensayos de laboratorio y los de campo deberán sujetarse en su definición y realización a las normas vigente sobre los mismos, siendo las condiciones concretas de ejecución de algunos de ellos (cuando presenten posibilidades alternativas de ejecución) las que indique el Director del Contrato.

La omisión de la realización de alguno de estos ensayos implica que la caracterización efectuada no resulta completa, y la clasificación que del suelo que se obtenga a partir de ella, puede resultar errónea:

En el caso de suelos que el proyecto proponga emplear como materiales tipo relleno, deben realizarse ensayos de:

Granulometría)

Plasticidad: límites de Atterberg

Contenido de materia orgánica

Contenido de sales solubles

Contenido de yeso

Ensayo de hinchamiento libre en edómetro

Ensayo de colapso

Índice CBR

Ensayo Próctor normal

Ensayo Próctor modificado

Humedad natural

En el caso de suelos que el proyecto proponga emplear como materiales para rellenos tipo pedraplén o todo-uno, deben realizarse ensayos de:

Granulometría

Estabilidad frente al desmoronamiento en agua
Estabilidad frente a los ciclos humedad-sequedad
Propiedades químicas: sulfatos
Contenido de materia orgánica
Contenido de sales solubles
Contenido de yeso

En el caso yacimientos granulares o materiales de cantera que el proyecto proponga emplear como zahorras deben seguirse los criterios adecuados a este tipo de materiales.

En el caso de materiales granulares que el proyecto proponga destinar a la fabricación de suelo-cemento deben seguirse los adecuados a este tipo de materiales.

En el caso de yacimientos granulares o materiales de cantera que el proyecto proponga emplear como áridos en hormigones estructurales, deben seguirse los criterios adecuados a este tipo de materiales.

En el caso de yacimientos granulares o materiales de cantera que el proyecto proponga emplear como áridos en pavimentos de hormigón o en hormigón magro vibrado deben seguirse los criterios adecuados a este tipo de materiales.

En el caso de yacimientos granulares o materiales de cantera que el proyecto proponga emplear como áridos de mezclas bituminosas, los criterios adecuados a este tipo de materiales.

La campaña de reconocimientos y ensayos de laboratorio de préstamos, yacimientos o canteras deberá estar integrada en la campaña de estudio geotécnico del corredor. El diseño y aceptación de la campaña se someterá al Director del Estudio.

Con los datos obtenidos para cada préstamo, yacimiento o cantera, se realizará una cubicación, que se incluirá en el croquis referido al principio de este epígrafe, debiendo describirse asimismo la forma de explotación (todo-uno, cribado y clasificación, lavado, machaqueo, etcétera), así como los datos sobre su explotación (explotado previamente, activos, inactivos, etc.) y de la propiedad.

Se tomarán fotografías en color del conjunto de cada préstamo, yacimiento o cantera, así como de las calicatas o cajas de sondeos, mostrando el corte general y el material obtenido en su excavación y detalle de, al menos, una de las caras interiores de la cata, eligiendo aquélla que sea más representativa del material encontrado.

En el estudio de los préstamos del proyecto, se considerarán en primer lugar aquellos que cuentan con una declaración de impacto favorable realizada en la evaluación de ambiental del estudio informativo del proyecto. En caso de que no exista una evaluación ambiental previa de los préstamos o sea

necesario proponer préstamos no contemplados en el estudio informativo, se estudiará la tramitación ambiental que sea necesario realizar para disponer de los préstamos.

En el proyecto se analizarán los impactos ambientales que surgirán de la explotación de préstamos, yacimientos y canteras propuestos, proyectándose las medidas de integración ambiental que sea necesario realizar tras su explotación (plantaciones, explanación, etc.).

INSTALACIONES DE SUMINISTRO

Se investigarán y documentarán las instalaciones de suministro de materiales que pudieran emplearse en las obras: fábricas de cemento, plantas de machaqueo de áridos, plantas de hormigón y de productos y mezclas asfálticas.

De cada una de ellas se indicará su naturaleza, tipo y tamaño de las instalaciones, capacidad de producción, canteras y yacimientos granulares de que se abastecen. También se recogerá la información de los ensayos de control de materiales y productos acabados disponibles. El Consultor deberá realizar ensayos de contraste de los ensayos de control suministrados por los propietarios de las instalaciones.

PROCEDENCIA DE MATERIALES

Toda la información relativa a la procedencia de materiales, se resumirá en un mapa de localización de préstamos, yacimientos, canteras e instalaciones de suministro a escala 1:50.000, en el que se ubicarán todos los puntos de aprovechamiento detectados, con indicación expresa del tipo de material existente (préstamos, yacimientos granulares, canteras) y las instalaciones de suministro localizadas (fábricas de cemento, plantas de áridos, plantas de hormigón y plantas asfálticas).

Sobre la base de las características geotécnicas y la ubicación de las distintas fuentes de materiales (desmontes, canteras, préstamos, etc) y en coordinación con el anejo de movimiento de tierras del proyecto, se realizará una propuesta razonada de la procedencia de los materiales del proyecto, y en función de su distancia a la zona de obras, se determinará el coste del transporte que debe incluirse dentro de la justificación de los distintos precios unitarios. También se estudiará en la justificación de los precios unitarios de los materiales naturales el importe del canon a abonar por la explotación de préstamos, yacimientos granulares o canteras. En ningún caso podrán figurar, dentro de los Cuadros de Precios, unidades de obra cuya ejecución exija el empleo de materiales cuya procedencia no haya sido debidamente justificada.

EFFECTOS SÍSMICOS

En el caso de que la ubicación y/o características de las obras proyectadas así lo exijan, deberán considerarse las acciones sísmicas en los cálculos del proyecto, de acuerdo con lo dispuesto en la normativa vigente.

Si se han de considerar las acciones sísmicas, deben preverse las medidas y disposiciones constructivas de carácter general que van a adoptarse en las obras: topes sísmicos, vinculaciones entre elementos, tipo de apoyos, etcétera.

CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

El estudio climatológico e hidrológico de la zona objeto del Estudio tiene por finalidad conocer las condiciones climáticas e hidrológicas del entorno afectado por las obras.

El estudio climatológico se orientará a la definición de los principales rasgos climáticos de la zona, para establecer, basándose en ellos, la incidencia que éstos tendrán en la obra, determinando los coeficientes medios de aprovechamiento de días laborables para la realización de las principales unidades de obra, así como la definición de los índices agroclimáticos que servirán de partida para el diseño de las plantaciones a realizar con los acabados de la obra. Este estudio deberá servir de apoyo al proyecto de señalización y a la definición del plan de mantenimiento de la carretera durante su explotación.

El estudio hidrológico tiene por finalidad, previo análisis del régimen de precipitaciones y del resto de las características hidrológicas de la zona objeto del Proyecto y de las cuencas afectadas por la traza, determinar los caudales generados en éstas.

CLIMATOLOGÍA

.Datos de partida

Se consultarán las estaciones hidrométricas y meteorológicas existentes en el área, operadas por el INAMHI u otras entidades, en lo referente a los datos climáticos de la zona. En el caso de que la obra esté situada en un lugar donde algunos de los datos recogidos en dichas publicaciones no sean representativos por estar basados en estaciones climatológicas alejadas de la traza, se elaborará un estudio específico partiendo de los datos disponibles.

Será preceptiva la incorporación de los datos originales suministrados, así como el proceso seguido para su selección, en el que se tendrán en cuenta condiciones de proximidad a la traza, número de años con datos completos y altitud de la estación de registro.

Se elaborará un cuadro resumen con las estaciones seleccionadas, con indicación expresa del código de identificación, cuenca hidrográfica en la que se localiza, tipo de estación (pluviométrica, termopluiométrica, etcétera), nombre, coordenadas, altitud, número de años con datos y número de años

con datos completos. Además, sobre un plano a escala adecuada, se reflejará la posición de dichas estaciones, indicando su nombre y código, así como la traza objeto del Proyecto.

Contenidos mínimos

El estudio se estructurará en tres apartados:

Obtención, mediante estudio estadístico, de las principales variables climáticas.

Clasificación e índices climáticos.

Determinación del número de días aprovechables en la ejecución de las obras.

Dentro del apartado de las variables climáticas, se obtendrán las siguientes:

1) precipitaciones:

precipitación media mensual y anual;

precipitación máxima en 24 horas (por meses y anual);

precipitación máxima mensual;

número de días de lluvia;

número de días de nieve;

número de días de granizo;

número de días de tormenta;

número de días de niebla;

número de días de rocío;

número de días de escarcha;

2) temperaturas:

temperatura media mensual y anual;

temperatura media de las mínimas (mensual y anual);

temperatura media de las máximas (mensual y anual);

temperatura mínima absoluta (mensual y anual);

temperatura máxima absoluta (mensual y anual);

oscilación de las temperaturas extremas medias mensuales;

oscilación verano-invierno de las temperaturas medias;

oscilación máxima de las temperaturas;

3) otros datos de interés:

humedad media relativa;

evaporación media diaria;

número medio anual de días de sol;

número medio anual de días despejados;

número medio de días con heladas;

análisis de los vientos dominantes (dirección, recorrido, velocidad, etcétera).

Siempre que sea posible se presentarán los resultados en forma de gráficos con la especificación de los valores más representativos.

En el apartado de clasificación e índices climáticos, se obtendrán los usuales (Aridez de Martonne, termo-pluviométrico de Dantin-Revenga, pluviosidad de Lang, clasificaciones agroclimáticas de Köppen o Papadakis, etcétera) que hacen referencia a la influencia del clima sobre la vegetación y los cultivos. Se incorporarán los diagramas ombrotérmicos de Walter-Gausson de cada una de las estaciones seleccionadas donde queden reflejados los períodos secos y húmedos a lo largo del año.

HIDROLOGÍA

El apartado de hidrología incluirá una descripción general de la hidrología de la zona, sobre la base de los datos disponibles de la geología y las visitas realizadas a la traza, con especificación de los cursos de agua atravesados, surgencias, manantiales, rías, marismas, pozos, etcétera, localizados en el ámbito del proyecto y que afecten directa o indirectamente a la traza. Esta descripción servirá de base para estimar los estudios que se desarrollarán posteriormente y los datos necesarios a recopilar para ello.

Datos de partida

Además de los datos pluviométricos disponibles de las estaciones hidrométricas y meteorológicas existentes en el área, operadas por el INAMHI u otras entidades, que deberán tener el mismo tratamiento descrito para los datos climatológicos, se deberán mantener los contactos necesarios con los organismos afectados (administración hidráulica competente) para recabar la información disponible (aforos de cursos de agua, zonas inundables, deslinde de dominio público hidráulico o marítimo-terrestre, carreras de mareas, etcétera), así como los condicionantes que afectarán en el diseño posterior de las obras de drenaje necesarias o interferencias con otros proyectos en desarrollo.

Contenido

El objetivo fundamental de los trabajos de hidrología es garantizar la continuidad de los cauces naturales interceptados por la carretera, mediante su eventual acondicionamiento y la construcción de obras de drenaje transversal o puentes.

Con carácter general, se determinarán los caudales de referencia de los cauces interceptados a partir de la información sobre caudales máximos asociados a distintos períodos de retorno que, en su caso, pueda tener la Administración Hidráulica.

En caso de no disponer de la información de caudales aludida en el párrafo anterior, o en el caso de que las circunstancias lo aconsejen, se deberá realizar un estudio hidrológico específico.

En el caso de cuencas pequeñas, con superficie menor a cincuenta kilómetros cuadrados (50 km^2) se podrá aplicar el método hidrometeorológico. Para cuencas mayores, el método de cálculo deberá

basarse principalmente en el análisis estadístico de los datos de caudal medidos en las estaciones de aforos próximas a la zona de estudio, bien mediante la estimación directa del caudal de referencia si la estación está cercana, bien para la calibración de los posibles métodos hidrometeorológicos que se empleen. En todo caso, no es aconsejable el empleo del método hidrometeorológico para cuencas con más de quinientos kilómetros cuadrados (500 km^2).

Estudio de las precipitaciones máximas previsibles

Se calcularán las precipitaciones máximas previsibles en 24 horas para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500.

Como contraste, se estudiarán los datos sobre precipitaciones máximas diarias en las estaciones pluviométricas seleccionadas. Se generarán series de precipitaciones máximas en 24 horas, con indicación del año y mes de ocurrencia, sobre las que se ajustarán las distribuciones de probabilidad de Gumbel y SQRT-ET_{máx}. Se representará gráficamente en papel de probabilidad las funciones de distribución de Gumbel y SQRT-ET_{máx} junto con los datos de la muestra y se realizarán test estadísticos, con el objetivo de comprobar la bondad del ajuste.

Se asignará la precipitación de cálculo desde las estaciones pluviométricas seleccionadas a las cuencas en que se emplee el método hidrometeorológico, justificándose el método empleado (media aritmética, isohietas, polígonos de Thiessen, etc.)

Se realizará un cuadro resumen con las precipitaciones máximas diarias adoptadas para las distintas cuencas del proyecto en que se emplee el método hidrometeorológico, en función de los períodos de retorno considerados, justificándose adecuadamente los valores finalmente adoptados en el cálculo.

Estudio de cuencas por el método hidrometeorológico

Se delimitarán las distintas cuencas vertientes a la traza sobre planos a escala 1:1.000 y 1:5.000; las cuencas que por su superficie no se observasen a estas escalas se deberán estudiar a escalas menores. Estos planos dispondrán de la toponimia y curvas de nivel suficientes para apreciar el correcto trazado de las divisorias.

De cada cuenca se obtendrán las características físicas necesarias para el cálculo de los caudales en ella generados, realizándose los cuadros resúmenes necesarios donde se especifiquen, al menos, las siguientes características de cada cuenca:

nomenclatura;

obra de drenaje prevista;

superficie de la cuenca hasta el punto de cruce con la traza;

longitud de la cuenca siguiendo el recorrido posible de la escorrentía;

desnivel entre la cabecera de la cuenca y el punto de incidencia en la traza;
pendiente media resultante;

umbral de escorrentía, en función del uso de la tierra, la pendiente, las características hidrológicas y el tipo de suelo. Salvo en el caso de cuencas de superficie muy reducida, con superficie menor a diez kilómetros cuadrados (10 km^2), podrán utilizarse los mapas de umbrales de escorrentía en condiciones medias de humedad que existan en bibliografía al efecto.

Cálculo de los caudales por el método hidrometeorológico

Para el cálculo de los caudales generados por las cuencas se seguirán las recomendaciones de las publicaciones específicas para el cálculo de caudales máximos en cuencas naturales, métodos y aplicaciones informáticas sancionadas por la práctica.

En caso de utilizar aplicaciones informáticas se deberá incluir un resumen del procedimiento de cálculo realizado por la aplicación, así como una descripción y análisis de los parámetros empleados en el proceso.

Una vez calculados los caudales de las distintas cuencas se elaborará un cuadro resumen con la especificación de:

nombre de la cuenca;

obra de drenaje prevista;

área de la cuenca;

tiempo de concentración;

coeficiente de uniformidad de la cuenca;

intensidad media diaria de precipitación en mm/h para los periodos de retorno considerados;

factor de torrencialidad;

intensidad media de precipitación del aguacero de cálculo en mm/h para los periodos de retorno considerados;

umbral de escorrentía en condiciones medias de humedad y coeficientes correctores;

coeficiente de escorrentía medio de la cuenca para los periodos de retorno considerados;

caudales para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años.

Otros estudios necesarios

En función de las características particulares de la traza, serán necesarios estudios o especificación de datos particulares de carreras de mareas, caudales de aliviaderos en presas, niveles de agua en embalses, aforos de ríos y estimación de caudales máximos en ellos, aforos de manantiales y surgencias, etcétera, que se deberán llevar a cabo de acuerdo con las especificaciones del Director y los criterios y condiciones que impongan las Administraciones hidráulicas afectadas y los demás organismos competentes.

Una vez completado el anejo se remitirá una copia del mismo a la Administración hidráulica afectada por la traza para recabar su aprobación al estudio y el informe de las obras de drenaje previstas sobre cauces públicos.

PLANEAMIENTO

Se recopilará la información relativa al planeamiento urbanístico vigente en cada uno de los términos municipales atravesados por la traza del tramo objeto de estudio y se indicará su adaptación al mismo, evaluándose las posibles interferencias con las zonas calificadas como suelo urbano, urbanizable, o de aprovechamiento industrial.

La información recopilada se plasmará en mapas a escala suficiente para comprobar la situación relativa entre las zonas de afección del trazado propuesto y el alcance previsto para las zonas de suelo urbano, urbanizable y de uso industrial, de acuerdo con el planeamiento urbanístico vigente en cada uno de los municipios afectados. Si fuera precisa alguna actuación no incluida en el planeamiento, el Consultor preparará la documentación necesaria para legitimar dicha actuación.

En particular, un trazado nuevo deberá respetar la distancia definida por la legislación ecuatoriana entre el límite exterior de las zonas previstas como urbanizables o de uso industrial en el planeamiento urbanístico vigente en los municipios afectados.

TRÁFICO

ANÁLISIS DE TRÁFICO

Se recopilarán todos los estudios de tráfico existentes. Si los estudios de tráfico recopilados no se considerasen adecuados debido, bien a su antigüedad, bien a que se estime que no están correctamente realizados, o que no contengan el detalle necesario para el diseño de los distintos elementos del Estudio, se procederá a hacer un nuevo estudio con la recogida de información necesaria, conforme a la metodología expuesta en los Estudios de Prefactibilidad.

Datos de partida

Serán los deducidos en los estudios comentados en el párrafo anterior.

Cálculo de la TPDA. En el año actual

A la vista de los datos básicos anteriores, y si la longitud o características del tramo así lo aconsejaran, se dividirá éste en varios subtramos, seleccionando para cada uno de ellos un dato de aforo representativo del mismo.

El cálculo de la TPDA correspondiente al año actual se hará, para cada uno de los tramos obtenidos.

Previsión de la demanda futura

La prognosis de tráfico se realizará analizando los datos incluidos en los estudios anteriores, corrigiéndolos justificadamente si se considerase

necesario, o actualizándolos si el tiempo transcurrido desde su realización así lo aconsejara.

Los resultados se recogerán en un cuadro resumen, en el que se indicará, para cada tramo y para cada una de las hipótesis de crecimiento medio anual estimados, la TPDA correspondiente a cada año hasta el año horizonte. Se resaltarán especialmente los valores correspondientes a los años 10 y 20 desde la entrada en servicio de la carretera.

Se justificará (en función de los crecimientos pasados del tráfico en el corredor y de la tendencia actual, de las perspectivas de crecimiento futuro, de los estudios de inducción y captación de tráfico, etc.) la intensidad del tráfico finalmente adoptada para la hora de proyecto en el año horizonte.

Capacidad y niveles de servicio

Para cada uno de los subtramos individualizados en el análisis del tráfico, se realizará un estudio de capacidad y niveles de servicio a lo largo de la vida del proyecto en la hora de proyecto considerada y con el crecimiento, inducción y captación del tráfico adoptados, siguiendo los criterios del HCM (2000).

Secciones y elementos especiales

Serán objeto de estudio independiente, desde el punto de vista de la capacidad de cada tramo, aquellos segmentos de características geométricas especiales susceptibles de tratamientos individualizados para la mejora de la circulación:

Túneles;

Rampas y pendientes pronunciadas: necesidad de carriles adicionales;

Intercambiadores: carriles y cuñas de cambio de velocidad, trenzados, lazos y ramales, carriles centrales de giro a la izquierda, glorietas, etc.

ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL CORREDOR

El estudio geotécnico del corredor tiene por finalidad definir todas aquellas cuestiones de naturaleza geológica y geotécnica, relacionadas con las obras objeto del Estudio.

Entre otros aspectos deberá abordar de forma expresa las cuestiones relacionadas con la naturaleza de los materiales a excavar, modo de excavación y utilización de los mismos, los taludes a adoptar en los desmontes, la capacidad de soporte del terreno para cimentar los rellenos, la forma de realizarlos, sus taludes, los asentamientos que puedan producirse y el tiempo necesario para que se produzcan, los coeficientes de seguridad adoptados, las medidas a tomar para incrementarlos, caso de no ser aceptables, y las medidas a tomar para disminuir los asentamientos y/o acelerarlos, etc.

La campaña de investigación geotécnica se diseñará de forma que sirva simultáneamente para el corredor (rellenos, desmontes y préstamos) y el

estudio inicial de los túneles previstos y de las cimentaciones de las estructuras.

Comprenderá las siguientes fases:

El Consultor elabora la propuesta de campaña geotécnica del corredor (y de caracterización de los materiales de préstamos, yacimientos y canteras) a efectuar.

Remisión de la propuesta de campaña para su seguimiento y control a la Administración del Estudio.

Aceptación de la campaña por la Administración.

Realización de las prospecciones de campo y toma de muestras tras la aceptación de la campaña.

Realización de los ensayos de laboratorio.

Preparación de la documentación, que debe comprender la testificación e interpretación de las prospecciones y los ensayos, en su caso.

Redacción del anejo de geotécnico del corredor (incluirá un apartado de conclusiones y recomendaciones). El anejo del estudio geotécnico del corredor se elaborará partiendo de los datos básicos recogidos en el estudio geológico (apartado 3.5.1), y se complementará con la información obtenida en la campaña geotécnica.

El Consultor deberá especificar en su oferta las empresas que realizarán los sondeos, ensayos y el estudio geotécnico, si no los realizara con medios propios.

En cualquier caso el Consultor deberá aportar la acreditación de los equipos de trabajos de campo y de ensayos de laboratorio.

La propuesta de campaña geotécnica debe prever, como mínimo:

Prospecciones y ensayos de campo y laboratorio que se consideren más adecuados.

Estaciones geomecánicas.

Otros reconocimientos.

Técnicos encargados de la realización de los reconocimientos.

Maquinaria para la realización de las prospecciones y los ensayos

Laboratorio acreditado para la realización de los ensayos sobre las muestras del terreno.

Técnicos encargados de la elaboración del informe geotécnico.

La localización de todos los reconocimientos previstos debe quedar reflejada en un plano de planta y perfil longitudinal del trazado.

El número y el tipo de reconocimientos que finalmente se efectúen, así como sus características, y prelación en su orden de ejecución, deberá justificarse adecuadamente en el informe geotécnico del corredor.

ESTABLECIMIENTO DE LA CAMPAÑA GEOTÉCNICA A REALIZAR: RELLENOS, DESMONTES Y PRÉSTAMOS

La totalidad de la traza se tramificará en desmontes, rellenos y secciones a media ladera (excepción hecha de los túneles y las estructuras).

En el Estudio se deberá realizar una caracterización completa y suficiente de cada uno de ellos, no debiendo quedar ninguno, independientemente de su longitud, sin reconocer y clasificar. Dicha caracterización debe referirse en todos los casos a los siguientes aspectos:

Materiales necesarios para su ejecución o derivados de la misma:

Caracterización y procedencia de los materiales necesarios para la ejecución de los rellenos.

Caracterización y destino de los excedentes de excavación de desmontes o saneos, en su caso.

Condiciones de estabilidad de los rellenos y los desmontes.

Condiciones de excavabilidad de los desmontes.

Condiciones resistentes del terreno de apoyo: características de los fondos de los desmontes y los cimientos de los rellenos.

Deberá tratar de obtenerse la máxima información posible de cada una de las prospecciones o ensayos, siendo válidos la mayoría de ellos para más de uno de los fines enumerados en la relación anterior.

Materiales

La caracterización de los materiales para rellenos no podrá omitir ninguno de los ensayos necesarios para su clasificación, por lo que deberá ser siempre completa, de acuerdo con los criterios especificados en el mismo. En ningún caso una muestra podrá clasificarse conforme a los criterios de aptitud especificados, si previamente no se han efectuado en la misma todos y cada uno de los ensayos referidos¹⁾, según el tipo de relleno de que se trate.

Tipo de relleno	Criterio de clasificación
Terraplenes (*)	Granulometría Plasticidad (límites de Atterberg) Contenido de materia orgánica Colapsabilidad Expansividad (hinchamiento libre en edómetro) Contenido de sales solubles Contenido de yeso Índice CBR Curvas Próctor normal y modificada
Pedraplenes	Inadecuación de forma (granulometría)

Rellenos todo-uno	<p>Calidad del material:</p> <p>Rocas evolutivas (estabilidad frente al desmoronamiento en agua y ciclos humedad-sequedad)</p> <p>Rocas con sulfuros oxidables (propiedades químicas: sulfatos)</p> <p>Rocas con minerales solubles (contenido de sales solubles y de yeso)</p> <p>Rocas con minerales combustibles (materia orgánica)</p>
-------------------	--

En cada uno de los rellenos (o secciones a media ladera) en que se divida la traza se determinará la procedencia de los materiales que lo constituyen, identificando de modo expreso los desmontes de la traza o los préstamos de donde provengan.

Deberá efectuarse al menos una clasificación completa en origen, es decir, por cada préstamo o desmonte. El número mínimo de clasificaciones en origen se determinará aplicando de entre los siguientes criterios, el que dé lugar a un número mayor de ellas, siendo las profundidades y ubicaciones en planta de las muestras suficientemente representativas dentro de cada uno de dichos préstamos o desmontes:

Cada cincuenta mil metros cúbicos (50000 m³) o fracción, en cada uno de los préstamos o desmontes cuyos materiales de excavación se propongan para la ejecución de rellenos.

Cada siete mil quinientos metros cuadrados (7500 m²) o fracción, en cada uno de los préstamos previstos.

Las prospecciones necesarias para las correspondientes tomas de muestra se efectuarán mediante sondeos o calicatas, según proceda en cada caso concreto.

Los excedentes de excavación, tanto si se trata de tierras sobrantes provenientes de la ejecución de los desmontes, como si se trata de saneos de la traza, se identificarán, asimismo, de acuerdo con los mismos criterios definidos para rellenos: según su procedencia, y dentro de ésta por lotes de cincuenta mil metros cúbicos (50000 m³) o fracción.

Condiciones de estabilidad de los rellenos y los desmontes

Los reconocimientos y ensayos que permiten determinar la estabilidad de los materiales que constituyen los rellenos y los desmontes, son conceptualmente los mismos (triaxiales, corte directo, grado de alteración de las rocas, etc.... con sus respectivas variantes en función de la situación analizada). No obstante, conviene diferenciar entre uno y otro caso:

Rellenos

Salvo casos excepcionales, debidamente justificados, las pautas básicas serán las siguientes:

Los rellenos tipo terraplén deberán ejecutarse con taludes 3H:2V ó 2H:1V. Cuando se trate de rellenos con núcleo confinado (suelos marginales en el interior) o ubicados sobre suelos blandos, tanto el talud de los espaldones como el interno de la zona encapsulada en su caso, deberá ser el 2H:1V.

Los rellenos tipo pedraplén o todo uno, podrían tener un talud más vertical, previo estudio basado en ensayos específicos.

Desmontes

Las prospecciones y ensayos a efectuar serán diferentes en función de la altura (o profundidad¹), longitud del desmonte y naturaleza de los materiales que lo componen.

Para desmontes de menos de cuatro metros de altura máxima ($H_{\text{máx}} < 4 \text{ m}$), independientemente de la longitud (L) del mismo, la prospección podrá efectuarse mediante calicatas.

Se realizará una prospección (calicata) al menos cada cien metros (100 m) de longitud o fracción, que deberá caracterizar un mínimo de unos tres metros (3 m) por debajo de la cota de fondo de excavación del desmonte, siempre que no aparezca un sustrato de roca a profundidad inferior, en cuyo caso la prospección se detendrá haciendo constar dicho aspecto.

En cada calicata se realizarán al menos dos (2) ensayos de resistencia al corte de los suelos.

Para desmontes de altura máxima igual o superior a cuatro metros ($H_{\text{máx}} \geq 4 \text{ m}$), la prospección deberá acometerse con carácter general mediante sondeos² que deberán caracterizar un mínimo de unos cinco metros (5 m) por debajo de la cota de fondo de excavación del desmonte.

Además, deberán distinguirse varios casos, en función de la longitud total (L) del desmonte en cuestión:

En los desmontes de hasta de cien metros de longitud total ($L \leq 100 \text{ m}$) deberá realizarse al menos un sondeo mecánico.

En los desmontes de longitud total comprendida entre cien y doscientos cincuenta metros ($100 \text{ m} < L \leq 250 \text{ m}$) deberán realizarse al menos dos sondeos mecánicos.

¹ Altura o profundidad de un desmonte en un determinado perfil transversal: diferencia de cotas entre el punto más alto del terreno natural y el más bajo de la excavación que se proponga.

Debe entenderse que esta diferencia de cotas no tiene por qué producirse en el eje del trazado, sino que puede darse en cualquier punto de la sección transversal en cuestión.

² Constituye una regla de buena práctica efectuar uno de los sondeos en el punto alto del desmonte (si este destacase claramente) y comenzar a medir las distancias relativas entre sondeos, a ambos lados del mismo

En desmontes de longitud superior a doscientos cincuenta metros ($L > 250$ m) deberán efectuarse, al menos: dos sondeos, y otro más por cada doscientos cincuenta metros (250 m) o fracción de longitud adicional del desmonte.

Número mínimo de sondeos en desmontes ($H_{m\acute{a}x} \geq 4$ m)

L (m)	n_{min} (ud)
$L \leq 100$ m	$n \geq 1$
100 m $< L \leq 250$ m	$n \geq 2$
$L > 250$ m	$n \geq 2 + (L - 250) / 250$

Se efectuarán lecturas de nivel piezométrico en al menos la mitad (50 %) de los sondeos de cada desmonte, con arreglo a los siguientes criterios de periodicidad:

Dichas mediciones deberán tener al menos carácter estacional, es decir como mínimo se efectuarán cuatro (4) lecturas anuales, tomadas al final de cada estación meteorológica.

Desde la primera lectura, los sondeos deberán permanecer accesibles y permitir la realización de mediciones en su interior, el mayor número de veces que resulte posible, y en todo caso hasta la finalización del Proyecto.

Independientemente de la realización de los sondeos recién mencionados, la parte del desmonte con altura inferior a cuatro metros ($H < 4$ m), podrá investigarse mediante calicatas, según la sistemática descrita para los desmontes de altura máxima inferior a cuatro metros ($H_{m\acute{a}x} < 4$ m).

A la hora de determinar los ángulos estables de las formaciones, se contará con los testigos de los sondeos o muestras procedentes de las calicatas, que se analizarán por unidades litológicas. En el caso de los suelos se efectuarán ensayos de resistencia al corte y en el de las rocas se evaluará su grado de alteración, su estructura y sus características geomecánicas.

Si se desconociera el número y la potencia de las unidades litológicas (lo que únicamente podría ocurrir antes de la realización de los sondeos) o bien se considerasen éstas totalmente homogéneas, deberán preverse al menos, el siguiente número de ensayos de resistencia al corte, en función de la longitud de testigo (L^t).

Número mínimo de ensayos de resistencia al corte (n), en función de la longitud de testigo (L^t).

L^t (m)	n
L^t (m) ≤ 10	$n \geq 2$
$10 < L^t$ (m) ≤ 20	$n \geq 3$

$L^t \text{ (m)} > 20$	$n \geq 3 + (L^t - 20) / 10$
------------------------	------------------------------

Cuando se trate de materiales tipo suelo, estos ensayos serán de tipo triaxial³ en al menos la mitad (50%) de los casos, pudiendo ser el resto de tipo corte directo, o de molinete (vane test) cuando fuera posible.

Cuando se trate de materiales tipo roca se determinará la resistencia a compresión simple de modo directo (mediante tallado y rotura de probetas) en al menos la mitad (1/2) de las muestras, pudiendo utilizarse en el resto de los casos correlaciones a través del ensayo PLT

Una vez identificadas las correspondientes unidades litológicas y sus profundidades relativas en los sondeos, se deberá aprovechar la información disponible para la ubicación de las bermas intermedias, en su caso.

En aquellos casos en que se considerase conveniente a la vista de los resultados de los sondeos, la realización de prospecciones geofísicas, éstas se efectuarán preferiblemente según el eje del desmonte.

Sísmica de refracción:

Resulta especialmente indicada para:

Definir en un perfil longitudinal, los contactos entre una zona constituida por capas suprayacentes de suelo o roca blanda, e infrayacentes de roca más o menos dura.

Determinar la potencia y excavabilidad potencial (véase epígrafe siguiente) de estas formaciones.

Resulta contraindicada:

Cuando se sucedan a muro capas más blandas y a techo otras más duras.

Puede dar lugar a interpretaciones erróneas, por ejemplo cuando las capas a reconocer resulten de poco espesor, o los macizos aún siendo sanos presenten grietas abiertas rellenas de materiales tipo suelo, entre otros casos.

Sondeos eléctricos verticales: resultan especialmente indicados para definir ciertos aspectos relacionados con la presencia de niveles piezométricos, cavidades (huecas o rellenas de agua), etc.

Condiciones de excavabilidad de los desmontes

Íntimamente relacionado con los aspectos anteriores se encuentra lo relativo a la excavabilidad de los desmontes, que presenta particular incidencia a la hora de la elección del procedimiento constructivo, determinando la

³ Se elegirá el ensayo triaxial o de corte directo más adecuado a las características del terreno y la obra a ejecutar. Si no se dispusiera de información en este sentido, podrán adoptarse los siguientes repartos porcentuales para cada tipo de ensayo (triaxiales o de corte directo):

- Tipo UU \geq 50 % del total de ensayos triaxiales
- Tipo CD \geq 35 % del total de ensayos triaxiales
- Tipo CU: Resto

necesidad de voladuras o definiendo incluso las características mínimas de la maquinaria necesaria.

La observación directa de los testigos procedentes de los sondeos y el análisis de los correspondientes partes, junto con la determinación de resistencias a compresión simple de las rocas en su caso y la realización de prospecciones sísmicas de refracción, debe dar una aproximación suficiente al problema.

En consecuencia se considera que la excavabilidad potencial de los desmontes en materiales rocosos, y la elección de su procedimiento de ejecución, debe definirse como mínimo a través de:

Ensayos de resistencia a compresión simple de las rocas (determinaciones directas y correlaciones a través del ensayo PLT), en una cuantía mínima indicada en el epígrafe: Condiciones de estabilidad de los rellenos y los desmontes de este documento

Prospección sísmica de refracción, que debe extenderse a la totalidad de la longitud de los desmontes en roca.

Condiciones resistentes del terreno de apoyo

Rellenos

La profundidad de reconocimiento necesaria para el proyecto de los cimientos de los terraplenes debe ser tal que abarque la zona de rotura de posibles inestabilidades globales. Esa profundidad será la menor de las tres siguientes:

Profundidad igual al ancho de la zona de apoyo, cuando se trata de suelos blandos.

Hasta encontrar un terreno de resistencia suficiente para garantizar la estabilidad global.

Hasta encontrar roca suficientemente sana.

Para determinar la «resistencia suficiente» indicada en *b)* pueden ser necesarios cálculos previos de estabilidad.

Se entiende por roca «suficientemente sana» aquella cuyo grado de alteración es inferior o igual al grado II definido en la tabla.

TABLA ESCALA DE METEORIZACIÓN DE LA ROCA (ISRM)		
GRADO	DENOMINACIÓN	CRITERIO DE RECONOCIMIENTO
I	Roca sana o fresca	La roca no presenta signos visibles de meteorización, pueden existir ligeras pérdidas de color o pequeñas manchas de óxidos en los planos de discontinuidad.

II	Roca ligeramente meteorizada	La roca y los planos de discontinuidad presentan signos de decoloración. Toda la roca ha podido perder su color debido a la meteorización y superficialmente
III	Roca moderadamente meteorizada	Menos de la mitad del material está descompuesto a suelo. Aparece roca sana o ligeramente meteorizada de forma continua o en zonas aisladas.
IV	Roca meteorizada a muy meteorizada	Más de la mitad del material está descompuesto a suelo. Aparece roca sana o ligeramente meteorizada de forma discontinua.
V	Roca completamente meteorizada	Todo el material está descompuesto a un suelo. La estructura original de la roca se mantiene intacta.
VI	Suelo residual	La roca está totalmente descompuesta en un suelo y no puede reconocerse ni la textura ni la estructura original. El material permanece «in situ» y existe un cambio de volumen importante.

En casos especiales pueden ser necesarios reconocimientos más profundos. Por razones de asiento de la cimentación, y aún en el caso de suelos blandos, rara vez será necesario profundizar los reconocimientos más allá de la profundidad indicada en a). No obstante lo anterior, este extremo habrá de confirmarse en cada caso, dependiendo de las condiciones locales (suelos especialmente blandos en profundidades grandes por ejemplo). El tipo de prospección más adecuada en cada ubicación concreta debe determinarse en función de la altura del relleno en dicho punto, de acuerdo con el siguiente criterio general

Rellenos sobre suelos, de hasta cinco metros de altura⁴ ($H_R \leq 5 \text{ m}$): las prospecciones se sustanciarán en forma de calicatas, en cuyo interior (preferiblemente) o aledaños inmediatos (en su defecto), deberá realizarse al menos un ensayo de penetración dinámica⁵ (DPSH, DPH, Borro...) que alcance una profundidad mínima igual al triple de la altura del relleno ($z \geq 3 H_R$).

Rellenos sobre suelos, de altura comprendida entre cinco y diez metros de altura⁶ ($5 \text{ m} < H_R \leq 10 \text{ m}$): las prospecciones se sustanciarán en forma de calicatas, en cuyo interior (preferiblemente) o aledaños inmediatos (en su

4 Medidos desde el terreno natural o la eventual cota de saneo en su caso hasta la rasante de la capa de rodadura de la carretera

5 Por defecto y en ausencia de información específica a priori sobre la presencia de suelos blandos, puede suponerse la realización de un ensayo de penetración dinámica. Del mismo podría derivarse a su vez la necesidad de complementarlo con otro de penetración estática, en su caso.

6 Medidos desde el terreno natural o la eventual cota de saneo en su caso hasta la rasante de la capa de rodadura de la carretera

defecto), deberá realizarse al menos un ensayo de penetración dinámica⁷ (DPSH, DPH, Borro...) que alcance una profundidad mínima igual a dos veces y media la altura del relleno ($z \geq 2,5 H_R$).

Rellenos sobre suelos, de altura superior a diez metros ($H_R > 10 m$): las prospecciones se sustanciarán en forma de sondeos que alcancen al menos el doble de profundidad que la altura del relleno ($z \geq 2 H_R$), en cuyo interior deberán realizarse:

Al menos un ensayo⁸ de penetración tipo SPT, cada tres metros (3 m) de profundidad de la prospección.

Lecturas de nivel piezométrico con igual frecuencia y periodicidad que en el caso de los desmontes.

Rellenos sobre roca: independientemente de su altura, bastará con constatar la presencia de la roca sana en profundidad, lo que podrá sustanciarse mediante calicatas, sondeos y sísmica de refracción⁹ en su caso.

En el caso particular de que el terreno de apoyo esté constituido por suelos cohesivos blandos, complementariamente a lo anterior se efectuará en cada una de las calicatas o sondeos (o aledaños inmediatos), como mínimo:

Un ensayo de penetración estática (piezocono) con al menos cinco (5) ensayos de disipación por vertical prospectada.

Ensayos de resistencia al corte sin drenaje (de molinete o triaxiales UU), con un mínimo de:

Un ensayo por litología.

Cuatro (4) en cada vertical prospectada

La del estrato que pueda suponerse rígido e indeformable

Tres veces la altura del relleno ($z \geq 3 H_R$)

Complementariamente a todo lo anterior e independientemente de las resistencias a la penetración obtenidas, deberá efectuarse una estimación de los asentos en el terreno de apoyo en formaciones tipo suelo, por la ejecución de los rellenos, que se efectuará partir de las prospecciones y muestras tomadas en cada emplazamiento. Los ensayos a realizar dependen del tipo de terreno de que en cada caso se trate:

En terrenos cohesivos la deformabilidad del terreno de apoyo se determinará mediante ensayos edométricos, a partir de muestras representativas de una profundidad igual al doble de la altura del relleno ($z \geq 2 H_R$). Se tomará al

⁷ Por defecto y en ausencia de información específica a priori sobre la presencia de suelos blandos, puede suponerse la realización de un ensayo de penetración dinámica. Del mismo podría derivarse a su vez la necesidad de complementarlo con otro de penetración estática, en su caso.

⁸ Por defecto y en ausencia de información específica a priori sobre la presencia de suelos blandos, puede suponerse la realización de un ensayo de penetración dinámica. Del mismo podría derivarse a su vez la necesidad de complementarlo con otro de penetración estática, en su caso.

⁹ En caso de que se opte por este tipo de prospección geofísica la longitud a considerar debe ser al menos, la del relleno en cuestión.

menos una muestra por litología con un mínimo por emplazamiento que depende de la altura del relleno:

Tres (3) muestras para $HR > 5m$

Dos (2) muestras para $HR \leq 5m$

En terrenos granulares el asiento podrá estimarse a partir de los datos del ensayo SPT evaluados cada dos o tres metros (2 - 3 m) de profundidad de la prospección.

Desmontes

Debe caracterizarse el fondo de los desmontes a efectos de determinar su capacidad de soporte. El número mínimo de prospecciones necesarias serán las que se especifican en el epígrafe: *Condiciones de estabilidad de los rellenos y los desmontes* de este documento, debiendo efectuarse en ellas los siguientes ensayos in situ:

En sondeos: En cada sondeo -que debe alcanzar una cota en torno a cinco o seis metros (5 - 6 m) bajo el teórico fondo de desmonte-, deberán realizarse al menos tres (3) ensayos de penetración estándar (SPT), al alcanzarse la cota del fondo de desmonte y a dos y cuatro metros (2 - 4 m) por debajo de dicha cota.

En calicatas: En cada una de ellas (o aledaños inmediatos) deberá realizarse al menos un ensayo de penetración dinámica¹⁰ (DPSH, DPH, Borro...) o estática (piezocono), según el tipo de terreno de que en cada caso se trate. La profundidad de estos ensayos de penetración debe alcanzar una cota en torno a cinco o seis metros (5 - 6 m) bajo el teórico fondo de desmonte.

Además de lo anterior, podrá procederse a la realización de ensayos geofísicos, que busquen un mayor grado de detalle en la caracterización del fondo de los desmontes.

El número de muestras a tomar y los tipos y mediciones de los ensayos de laboratorio a realizar (provenientes de calicatas y sondeos), se determinará conforme a los criterios indicados en el epígrafe: *Condiciones de estabilidad de los rellenos y los desmontes* de este documento

PREPARACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

Se realizarán los planos necesarios a escala adecuada que incluyan la situación de la investigación geotécnica realizada y los datos más significativos y representativos de los mismos (columnas estratigráficas en sondeos y calicatas, gráficos de prospecciones sísmicas y eléctricas, golpes en ensayos de penetración, principales parámetros en los piezoconos, estaciones geomecánicas, etc). En el caso particular las

¹⁰ Por defecto y en ausencia de información específica sobre la presencia de suelos blandos, puede suponerse la realización de un ensayo de penetración dinámica. Del mismo podría derivarse a su vez la necesidad de complementarlo con otro de penetración estática en su caso.

prospecciones se indicarán sus tres coordenadas (boca del sondeo, ubicación del equipo penetrométrico...) y su distancia al eje del trazado.

Se confeccionará un gráfico resumen de cada prospección que deberá contener toda la información necesaria para que, se tenga una clara idea de las características del terreno investigado.

En el caso particular de los sondeos, como mínimo se reflejarán todos los datos geotécnicos de los partes de campo confeccionados por el técnico especialista, incluyendo las coordenadas de la boca, la testificación litológica, el porcentaje de recuperación de testigo, el índice RQD, los resultados (y ubicación sobre la columna) de los ensayos "in situ" que se hayan efectuado.

Las descripciones que se incluyan deberán estar contrastadas y ser coincidentes con los ensayos de laboratorio que se hayan efectuado. Además se acompañarán las fotos en color de las cajas de los sondeos, que previamente habrán sido rotuladas a intervalos regulares de profundidad.

En relación con los ensayos de campo y laboratorio, deben presentarse en forma de tabla resumen y paralelamente incluirse los correspondientes partes completos. Al menos deberán reflejarse los siguientes aspectos:

Partes de ensayo:

Deben hacer mención a la denominación completa (numeración, título y fecha) de la norma con arreglo a la que se han ejecutado.

Habrán de responder a los modelos de parte recogidos en cada norma de ensayo, que podrán complementarse si se requiriese información adicional.

Identificarán el lugar de procedencia de la muestra o ensayo in situ (PK, coordenadas UTM,...).

Cada parte de ensayo llevará un código de identificación (único y diferente de los demás) que posteriormente se trasladará a la hoja resumen.

Los partes de ensayo se dispondrán correlativamente, atendiendo a un criterio de clasificación lógico derivado del código de identificación del parte de ensayo anteriormente referido (alfabético, numérico...)

Hoja resumen:

Se reflejarán los resultados que en cada caso procedan, adecuados a la finalidad específica que se persiga.

Se especificará el lugar de procedencia de cada muestra o ejecución de ensayo in situ (PK, coordenadas UTM...)

Cada resultado (o conjunto de ellos correspondiente a una misma muestra o ensayo in situ) irá precedida del código (o códigos) de identificación del parte del cuál provenga.

Cuando de los resultados anteriores se derive una determinada categoría o clasificación, y excepcionalmente no se hayan realizado todos y cada uno de los ensayos precisos para su obtención (por ejemplo un suelo al que

excepcionalmente le faltara por realizar alguno de los ensayos de caracterización completa), dicha clasificación será incompleta y este aspecto se reflejará asimismo, de forma expresa, en la hoja resumen.

REDACCIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL CORREDOR

Sobre la base de la información geológica, las observaciones de campo y la investigación geotécnica de detalle, tanto de campo como de laboratorio, se redactará el anejo de estudio geotécnico del corredor.

Perfil geotécnico

Sobre la base de la información geológica y geotécnica obtenida se realizará el perfil geotécnico de la traza a escala H. 1: 5.000 y V. 1: 500.

El perfil longitudinal debe resultar consecuente con la planta contenida en el estudio geológico. Sobre dicha planta se superpondrá, a partir de las conclusiones del estudio fotogeológico, la ubicación de los paleodeslizamientos u otros fenómenos de inestabilidad de ladera que se hubieran detectado.

En dicho perfil se representarán la rasante de la traza y las obras a realizar: obras de paso superiores e inferiores, viaductos, puentes y túneles, así como la situación de las prospecciones e investigaciones realizadas; catas, penetraciones y sondeos, perfiles geofísicos, etc, que se anotarán con su proyección en el eje, su profundidad y la distancia al eje indicando si es a la derecha o a izquierda de la progresiva.

Al pie del perfil longitudinal se representará una "guitarra" con la siguiente información:

indicación, por tramos, del espesor de la tierra vegetal;

en los desmontes: en suelo, se indicarán los porcentajes de suelo inadecuado, marginal, tolerable, adecuado o seleccionado para la formación de rellenos; en desmontes en roca, la aptitud del material excavado para la formación de todo-uno o pedraplenes; se tramificarán las características del material de fondo de desmonte como cimiento de la explanada del firme; también se indicará si el material es excavable mediante medios mecánicos, con o sin ripado, o si es necesario el uso de explosivos, en función de la profundidad;

en los rellenos o zonas de tránsito de terraplén a desmonte: el espesor de material a sustituir por saneo, adicional al espesor de tierra vegetal, para la cimentación del relleno o de la propia explanada;

emplazamiento de las calicatas y de los sondeos mecánicos efectuados, con indicación simplificada de los materiales encontrados y su clasificación, y los gráficos simplificados de las penetraciones Y prospecciones geofísicas.

Finalmente, se preparará un resumen en el que se incluirán los principales problemas geotécnicos del corredor, su localización y sus soluciones. Tanto

en los Planos, como en las Especificaciones Técnicas Particulares y en el Presupuesto se recogerán estas soluciones.

Desmontes

Se estudiará para cada uno de los desmontes la estabilidad del mismo con indicación expresa de los taludes a adoptar, en ambos márgenes de la carretera, en función de las características geotécnicas de los materiales a excavar. Para ello se efectuará previamente la caracterización geomecánica de las formaciones afectadas.

El coeficiente de seguridad al deslizamiento (estabilidad global) mínimo a adoptar, salvo justificación, será:

Situaciones persistentes: 1.5.

Situaciones transitorias o de corto plazo 1.3

Situaciones accidentales: 1.1

En desmontes importantes se definirán los anchos de bermas a pie de talud e intermedias, necesarias para asegurar una eficaz protección a la vía frente a desprendimientos y la conservación de los taludes. En el caso de las bermas intermedias, tendrán preferiblemente las siguientes características:

Procurará dividir el talud en diferentes zonas accesibles de forma independiente para los equipos de conservación que transiten por las mismas.

Anchura mínima de 5 ó 6 m para permitir el acceso de maquinaria.

Pendiente transversal hacia el interior del talud del 4 %.

Pendiente longitudinal entre el 2 % y el 4 %, independientemente de la pendiente de la rasante de la carretera.

Cunetas revestidas de hormigón para el encauzamiento de las aguas de escorrentía del talud y de la propia berma.

En caso de que sea posible, se aprovecharán contactos litológicos subhorizontales para su establecimiento ubicándose sobre horizontes competentes. En otras circunstancias se establecerán a intervalos relativamente regulares, empezando su cómputo desde la cota de fondo de desmonte.

Se clasificarán los materiales procedentes de la excavación, para su uso en la formación de rellenos y explanadas, de la forma indicada en la ejecución del perfil geotécnico. Se realizarán recomendaciones sobre el procedimiento de ejecución, junto con la utilización de los materiales en la formación de rellenos, y se definirán los coeficientes de paso.

En los desmontes en roca se definirán los correspondientes procedimientos de voladura, indicando expresamente la necesidad de hacer precorte y su justificación.

Además se tendrán en cuenta las cuestiones relacionadas con:

Capacidad de soporte del fondo

Drenaje superficial y subterráneo

Interacción con las laderas adenañas, presentando especial atención a los paleodeslizamientos y otro fenómenos similares

Transición con los rellenos adenaños

Se preparará un cuadro resumen con indicación por distancia al origen de todos y cada uno de los desmontes con los taludes recomendados en ambas márgenes y las posibles medidas a tomar.

Rellenos

Se fijarán, a la vista de las características geotécnicas de los terrenos atravesados por la traza, y del material para la construcción de rellenos, los taludes recomendados, adoptando siempre valores conservadores compatibles con la mínima afección al entorno de las obras.

Salvo casos excepcionales, debidamente justificados, las pautas básicas serán las siguientes:

Los rellenos tipo terraplén deberán ejecutarse con taludes 3H:2V ó 2H:1V. Cuando se trate de rellenos con núcleo confinado (suelos marginales en el interior), tanto el talud de los espaldones como el talud interno de la zona encapsulada deberá ser el 2H:1V.

Los rellenos tipo pedraplén o todo uno, podrían tener un talud más vertical que el 3H:2V, previo estudio basado en ensayos específicos.

Se estudiará la forma de ejecución, teniendo en cuenta los materiales que se obtendrán de los desmontes y préstamos, sus características y la forma de su excavación.

En caso de aparición de roca en los desmontes que permita usarla para pedraplenes se indicará su idoneidad para este uso, la forma de ejecutarlos y el tamaño de la fragmentación de la roca.

Se analizarán, en aquellos rellenos sobre terrenos blandos y en los de altura superior a 10 m, los asientos previsibles y el tiempo necesario para alcanzar un determinado porcentaje de consolidación, compatible con que no se produzcan daños en el firme. Se estudiarán las medidas a adoptar para acelerar y/o disminuir los asientos. En especial se estudiarán los asientos de los rellenos en el trasdós de las obras de fábrica, para estudiar la mejor forma de ejecución de los estribos y la aparición de rozamiento negativo, caso de que estos hayan de ser pilotados.

Se analizarán aquellos rellenos a media ladera en los que la naturaleza del cimientado y/o la pendiente transversal del terreno recomiende la adopción de medidas especiales, con indicación razonada de aquellas que se adopten.

El proyecto de la cimentación de cada relleno debe tener una justificación expresa de la estabilidad global de la obra.

El coeficiente de seguridad al deslizamiento del conjunto relleno-terreno (estabilidad global) mínimo a adoptar, salvo justificación, será:

Situaciones persistentes: 1.5.

Situaciones transitorias o de corto plazo: 1.3

Situaciones accidentales: 1.1

Se establecerá un cuadro resumen con referencia al eje de la traza (PK, DO,...) de todos y cada uno de los rellenos, especificando su tipología e incluyendo los taludes recomendados, así como las medidas especiales a adoptar.

ESTUDIO DE SUELOS DE SUBRASANTE CADA 500 METROS.

Estudio de suelos de subrasante c/500 m, incluye muestreo, ensayos, diseño de pavimentos e informe, para la determinación de espesores de pavimento. Partiendo de los datos obtenidos del estudio Geotécnico, se seleccionarán unidades homogéneas de diseño de cada una.

Se tomará muestras de las diversas capas de suelos encontrados en apiques y sondeos, los cuales se someterán a ensayos de humedad natural, granulometría, límites de consistencia, peso específico y compactación. Con los datos de granulometría y límites, se clasificarán los suelos por los métodos AASTHO y SUCS y se dibujará el perfil de suelos de sub-rasante a lo largo del proyecto, mismo que si coincide con el pavimento existente, se determinará la densidad de las capas constitutivas y el ensayo de cono de penetración dinámico (DCP) a nivel de sub-rasante.

Cuando un suelo se presente repetidamente en varios apiques debido a la homogeneidad de la zona, se podrá omitir, con base en el criterio del Director del Estudio, la toma de muestras para el ensayo de granulometría, límites, peso específico y compactación, pero se determinarán las humedades naturales y la densidad en el terreno.

En caso de que se detecten situaciones especiales, como la presencia de suelos orgánicos o expansivos, se deberá indicar claramente su ubicación y se darán recomendaciones concretas sobre el tratamiento que deban recibir durante la construcción.

Con toda esta información se dibujará un perfil estratigráfico referido al eje del proyecto y se determinarán los materiales predominantes que conforman la subrasante.

Se realizarán ensayos de CBR y DCP a cada material representativo del perfil (mínimo 3 por cada tipo de suelo), se determinará el CBR de Diseño y conjuntamente con los datos obtenidos en la zona de préstamos y el tráfico previsto, se hará el diseño de la estructura del pavimento, utilizando el método de la AASTHO del año 1993.

También se indicará el tratamiento necesario, en caso de que los materiales que conforman la subrasante, sean expansivos o cuando se estime conveniente incrementar la capacidad portante del terreno.

DISEÑO Y DIBUJO PROYECTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEFINITIVOS, INCLUYE FAJA TOPOGRÁFICA

El Consultor estudiará y propondrá para aprobación del MTOP la velocidad directriz, distancias de visibilidad de parada y sobrepaso, y las secciones de diseño, en concordancia con la clasificación de la carretera, la demanda proyectada, el tipo de topografía, los suelos, el clima, etc., según sea lo más conveniente de acuerdo al Manual de Diseño de carreteras Ecuatorianas MOP-001-E-1974, La ejecución de estos trabajos estará en concordancia con lo señalado en el capítulo III del Manual de Diseño Geométrico MOP-001-E 1974

Los parámetros del trazado geométrico para la carretera, se considerarán en base a las normas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) para clase I, normas Coorpecuador R1-R2, Normas Internacionales American Association State Highway Transportation Officials (AASHTO) 2004, Highway Capacity Manual (HCM) entre otras, tomando en consideración la topografía y zona pobladas cercanas al proyecto.

Los anchos libres de calzada para los puentes deben considerar el ancho de los carriles más el ancho de los espaldones, norma recomendada por el MTOP.

El diseño tendrá en cuenta los niveles y límites de las edificaciones existentes. En caso de ser necesario expropiar viviendas o terrenos para que la carretera mantenga las condiciones de diseño, el Consultor marcará estas propiedades en su plano de forma tal de individualizarlas perfectamente.

El Consultor debe contemplar la solución a las interferencias al diseño, en lo que respecta a las obras existentes o proyectadas de servicio público (postes, cables, tuberías, buzones de alcantarillado, etc) Para el efecto coordinará con los Concejos Municipales, comunidades y/o Entidades de servicio público correspondientes.

La definición del trazado incluirá los siguientes datos generales:

radios en planta, máximos y mínimos;

parámetros de clotoide, máximos y mínimos;

pendientes y rampas, máximos y mínimos;

parámetros de acuerdo vertical, máximos y mínimos;

análisis de visibilidad en planta y alzado;

secciones transversales tipo;

gálibos;

definición de sobreanchos y peraltes;

tipología de intercambiadores (previo análisis técnico y económico de las alternativas que conduzcan a la solución óptima).

En la definición de alineaciones y de rasantes, los datos deberán aparecer con la máxima precisión posible, que no podrá ser inferior en ningún caso a una cienmilésima parte de unidad, con el fin de que si es necesario rehacer el cálculo, o modificar ligeramente el trazado o la forma de definición de sus elementos, se introduzcan los mínimos errores posibles.

Para las coordenadas de los puntos equidistantes en planta y las cotas de los puntos equidistantes del perfil longitudinal, así como los datos de replanteo, se redondearán las distancias, cotas y coordenadas a milímetros, y los ángulos a segundos centesimales.

TRAZADO EN PLANTA

Estado de alineaciones

Se incluirá la definición correspondiente a los elementos de trazado en planta, para lo cual se tomará como punto de partida el origen del proyecto, al que se le podrá asignar una Distancia al Origen (D.O.) arbitraria, que a su vez se verá aumentada con las longitudes de los distintos elementos del trazado, determinando así las D.O. crecientes del mismo.

Se utilizarán únicamente tres tipos de elementos:

alineación recta;

alineación circular;

curva de transición tipo clotoide.

La definición de cada uno de los elementos integrantes del estado de alineaciones se hará de la siguiente manera:

PLANTA			
TIPO ALINEACIÓN	DATOS INTRÍNSECOS	DATOS CARTESIANOS	
		Coordenadas y acimut origen elemento	Centro circunferencia o punto de inflexión clotoide
RECTA	D. Origen/D.O. = Radio/R = infinito Longitud/L =	Xo = Yo = Az =	
CLOTOIDE	D. Origen/D.O. = Parámetro/A = Longitud/L =	Xo = Yo = Az =	Xi = Yi = Az =
CIRCUNFERENCIA	D. Origen/D.O. = Radio/R = Longitud/L =	Xo = Yo = Az =	Xc = Yc =

Definición en planta cada 20 m

Se definirán las coordenadas de los puntos del trazado en planta cada 20 m sobre el eje, así como las de todos los puntos singulares del estado de alineaciones:

en las alineaciones rectas, se definirán las coordenadas cartesianas (X,Y) de cada punto, y el azimut de la recta;

en las alineaciones circulares, se definirán las coordenadas cartesianas (X,Y) y el azimut de cada punto, así como el radio de la circunferencia;

en las curvas de transición tipo clotoide se definirán las coordenadas cartesianas (X,Y), el azimut (Az) y el radio de curvatura (R) en cada punto, así como el parámetro de la clotoide.

TRAZADO EN ALZADO

Estado de rasantes

Se incluirá la definición correspondiente a los elementos de trazado en alzado, partiendo del origen del proyecto, cuya D.O. se habrá establecido al definir el trazado en planta.

Se utilizarán únicamente dos tipos de elementos:

rasantes de inclinación uniforme (rectas);

curvas de acuerdo vertical (parábolas de 2º grado).

Los elementos del trazado en alzado se definirán de la siguiente manera:

ALZADO			
TIPO ELEMENTO	DATOS INTRÍNSECOS	COTAS	
RECTA	D. Origen/D.O. = Pendiente/P(%) =	Longitud/L	Zo =
ACUERDO VERTICAL	D. Origen elemento/DOe = D. Origen vértice/DOv =	Longitud/L = Bisectriz/B = Parámetro/Kv =	Zo = Zv =

Definición de puntos en alzado cada 20 m

Se definirán las cotas de los puntos del trazado en alzado cada 20 m sobre el eje, así como las de todos los puntos singulares del estado de rasantes.

El listado incluirá la D.O. de cada punto, su cota y la inclinación de la rasante correspondiente, con su signo (positivo para las rampas, negativo para las pendientes).

ESTUDIO DE VISIBILIDAD EN PLANTA Y ALZADO

Se realizará un estudio de visibilidad en planta y alzado, determinando los retranqueos de obstáculos y los parámetros geométricos mínimos que proporcionen una visibilidad superior a la distancia de parada. Se analizarán, en su caso, las zonas donde no pueda cumplirse lo indicado anteriormente, adoptando las medidas complementarias necesarias para mantener la seguridad vial.

SECCIONES TRANSVERSALES TIPO

Se incluirá la descripción y representación de todas las secciones tipo de los diversos viales proyectados, incluyéndose las dimensiones de sus elementos. En el caso de secciones tipo con previsión de ampliación del número de carriles se analizará la situación futura por si ésta pudiera condicionar la inicialmente proyectada.

INTERCAMBIADORES Y VÍAS DE SERVICIO

La definición geométrica del trazado de intercambiadores o vías de servicio se hará de la misma forma en que se ha descrito en los apartados anteriores.

A tales efectos, se individualizarán tantos ejes como sean necesarios para definir perfectamente las obras proyectadas, y cada uno de ellos será objeto de un estudio por separado, definiendo sus distintos elementos de trazado, tanto en planta como en alzado, y las coordenadas de los puntos equidistantes, de la misma forma que si del eje principal se tratase.

Asimismo, se definirán con exactitud los puntos de intersección de los distintos ejes que concurren en una intersección o enlace, con objeto de facilitar el replanteo de los mismos. En especial se determinarán las longitudes y puntos singulares de los carriles de cambio de velocidad.

Para el estudio en planta y la definición de los peraltes, se preparará un plano de planta a escala 1:500, como mínimo, en el que se definan las coordenadas de los puntos singulares de las mismas, los correspondientes radios y acuerdos, los anchos de carriles y sobreanchos, en su caso, así como los peraltes de cada uno de los ramales.

Cuando el radio de las alineaciones curvas sea inferior a 150 m, o el parámetro de los acuerdos verticales sea inferior a 1.000 m, la definición de los puntos equidistantes del eje se hará cada diez (10) metros.

PERFILES TRANSVERSALES

Se incluirán perfiles transversales, al menos cada 20 m, de cada uno de los viales proyectados. Se tendrá en cuenta la proximidad entre viales cuyas explanaciones puedan interferirse, así como la existencia de estructuras.

MOVIMIENTOS DE TIERRAS

CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES

Atendiendo a los resultados de la campaña de reconocimiento geotécnico de los terrenos, se clasificarán los materiales procedentes de las excavaciones de la traza según su mayor o menor facilidad para ser removidos.

Esta clasificación se reflejará tanto en las Especificaciones Técnicas Particulares como en el Presupuesto, que incluirán la definición precisa de las distintas unidades de obra que integren el capítulo de explanaciones, sus precios correspondientes y los presupuestos parciales a que den lugar.

COMPENSACIÓN DE LAS EXPLANACIONES

Análogamente, del estudio geotécnico se deducirán los volúmenes de desmonte que deben ser llevados a vertedero por no reunir el material las condiciones necesarias para la construcción de rellenos y el volumen de material de préstamos necesarios para conseguir la explanada tipo (fondo de excavación en desmontes o capa de coronación de rellenos).

Para el estudio de las compensaciones, que prescindirá de los volúmenes anteriormente referidos (volúmenes de desmonte que van a ser transportados a vertedero y volúmenes de relleno que van a proceder de préstamos), se aplicará, a los volúmenes de desmonte restantes, el factor de corrección adecuado, de acuerdo con la naturaleza del material aprovechable de la traza.

Se estudiará en primer lugar la posibilidad de efectuar compensaciones transversales en el caso de que existan tramos cuya sección transversal discorra con perfiles a media ladera.

A continuación, se procederá a realizar un estudio de compensación longitudinal, empleando el método del diagrama de masas, que dará información sobre lo siguiente:

volúmenes excavados que se transportan a vertedero, con indicación de las zonas de origen y el vertedero de destino;

volúmenes de relleno que se realizan con préstamos, con indicación del préstamo origen y las zonas donde se emplean;

distancias de transporte para los distintos volúmenes transportados.

El estudio de la compensación longitudinal irá acompañado del correspondiente estudio de costes de transporte, determinando las distancias medias de transporte para los volúmenes transportados, en función de la distancia existente entre los centros de gravedad del diagrama de masas en las zonas correspondientes a desmonte y relleno.

PRÉSTAMOS Y VERTEDEROS

Cuando las características del proyecto obliguen a la descompensación de las tierras, o existan materiales en los desmontes del proyecto que no sean económica o técnicamente viables para la construcción de la carretera, se deberá estudiar y proponer (en coordinación con el estudio de Geología y Procedencia de Materiales) los préstamos y vertederos que sean necesarios para satisfacer las necesidades de la obra, en función de las características de los materiales, las reservas y las distancias de transporte.

RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

El anejo de movimientos de tierras debe contar con un cuadro resumen donde se especifique:

El volumen de relleno necesario, desglosando por materiales utilizados (suelos marginales debidamente tratados, tolerables, adecuados o seleccionados; todo-uno; pedraplén), y distinguiendo también su origen

(desmontes de la traza y/o préstamos; compensación transversal). Se indicarán las distancias medias de transporte estimadas diferenciando por tipo de material, origen y destino, y los coeficientes de paso adoptados.

Volumen de materiales para la formación de la explanada y las cuñas de transición en estructuras, desglosando por materiales utilizados (suelos tolerables, adecuados o seleccionados; suelos estabilizados), distinguiendo también su origen (desmontes de la traza y/o préstamos). Se indicarán las distancias medias de transporte estimadas diferenciando por tipo de material, origen y destino, y los coeficientes de paso.

Volumen de excavaciones en desmontes, distinguiendo si es preciso la forma de extracción (medios mecánicos con o sin ripado, voladura) y los materiales que previsiblemente se obtendrán (suelos marginales, tolerables, adecuados o seleccionados; todo-uno; pedraplén; materiales inadecuados), y distinguiendo su destino (compensación transversal, formación de rellenos, cuñas de transición de estructuras, explanadas o vertedero).

Volumen de tierra vegetal y eventuales saneos para las cimentaciones de rellenos y estructuras, indicando la parte que podrá ser empleada en las labores de revegetación, y la parte que será llevada a vertedero. Se debe indicar la distancia media de transporte a vertedero, y los coeficientes de paso adoptados.

Volumen de material procedente de préstamos, desglosando por material a extraer (suelos tolerables, adecuados o seleccionados; todo-uno o pedraplén) y origen (diferentes préstamos estudiados en fase de proyecto). También se indicará el destino de los materiales (rellenos, explanada, cuñas de transición) y las distancias medias de transporte previstas.

Volumen de material a vertedero, indicando su origen (materiales inadecuados, suelos marginales o sobrantes de la excavación de desmontes; tierra vegetal o saneos de cimentación) y su destino (vertederos estudiados en el proyecto). Se indicará también la distancia media de transporte a vertedero.

Verificación de la existencia de balance nulo en el conjunto del movimiento de tierras (material excavado/préstamo vs. Material vertido/llevado a vertedero), considerando los coeficientes de paso correspondientes.

Dentro de cada uno de los apartados anteriores, a su vez es aconsejable desglosar las mediciones correspondientes al tronco, de los diferentes intercambiadores, vías de servicio y a reposiciones de caminos.

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL CAPÍTULO DE EXPLANACIONES

Las conclusiones del estudio de compensación de volúmenes del movimiento de tierras, se reflejarán en el Anejo de justificación de precios y en los documentos contractuales del Estudio, incluso en el caso de que se

fije un precio único para la excavación en desmonte (sin diferenciación de ningún tipo), combinado con un precio único de relleno (cualquiera que sea su procedencia), modelo que será el normalmente utilizado, salvo justificación expresa en contrario.

En el caso de que sea necesario establecer matizaciones, tales como distinguir varios tipos de terrenos en desmonte, varias procedencias de materiales en el relleno, o incluso varias distancias de transporte (introduciendo el concepto de transporte adicional por encima de una distancia media), deberá ser objeto de una detallada definición contractual.

DISEÑO DEL PAVIMENTO

En el Diseño de pavimentos de una carretera (flexibles y/o rígido), un propósito fundamental será evitar la saturación de las capas de base, sub-rasante u otros materiales que forman su pavimento (paquete de pavimentos), o su exposición a humedades que sin llegar a la saturación, pueden ser perjudiciales. Consecuentemente, se deberán estudiar grupos de soluciones que pueden controlar o eliminar los problemas causados por la humedad, tales como:

Sellar adecuadamente un pavimento y evitar la penetración del agua en las capas que lo conforman:

Sellar juntas de pavimentos rígidos usando materiales con técnicas adecuadas y sellar grietas de pavimentos asfálticos.

Empleo de materiales geosintéticos.

Impermeabilizar las superficies de rodadura, base, sub-base y espaldones.

Instalar drenes interceptores para prevenir el ingreso de agua a una sección del pavimento.

Emplear materiales inertes a la humedad, que no se afecten por la presencia de la humedad:

Emplear cementantes para estabilizar capas granulares (cal, cemento, bituminosos).

Seleccionar materiales granulares con bajo contenido de finos y baja plasticidad, que soportan de mejor manera los efectos de la humedad que los materiales bien graduados.

Proveer drenaje adecuado, para remover de manera efectiva toda humedad que pudiera ingresar al pavimento, antes de que se inicie el daño:

Diseñar un sistema de drenaje que abata permanentemente el nivel freático por debajo de un pavimento o canalice adecuadamente toda infiltración que pudiera ingresar al sistema de pavimento.

Usar bases y sub-bases permeables, diseñadas no solo como capas estructurales, sino también como capas de drenaje. El agua que ingresa al pavimento escurrirá horizontalmente hacia afuera de la vía en lugar de infiltrarse en la sub-rasante.

Añadir drenes longitudinales en las secciones de relleno.

En cuanto a los aspectos técnicos relacionados con los procedimientos de diseño, el Consultor deberá atenerse básicamente a la metodología AASHTO, versión 1993 (para pavimentos flexibles y rígidos) y complementariamente a la del ASPHALT INSTITUTE, edición 1991 para pavimentos flexibles.

Se tomará en cuenta en el diseño de pavimentos la estabilidad de los taludes y las situaciones ambientales de la zona.

Además, de los parámetros requeridos por los métodos antes mencionados, el diseño deberá considerar los siguientes aspectos:

Condiciones ambientales del tramo en estudio.-

Se tomarán datos de clima, altitud, precipitaciones y temperaturas; y de igual manera se evaluarán los registros históricos, según INAMHI, obteniendo finalmente los datos representativos para fines de diseño.

El período de diseño para pavimento flexible será por períodos de 10 años, para estimar el refuerzo adicional será del año 10 al año 20.

El periodo de diseño para pavimentos rígidos será mayor a 20 años.

El índice inicial de servicialidad será de 4.2 para pavimentos flexibles y 4.5 para pavimentos rígidos y el índice final de servicialidad al cabo de 10 años será igual a 2.5 para pavimentos flexibles y de 2.5 para pavimentos rígidos al cabo de 20 años. El nivel de confiabilidad será entre el 80 % y el 95%, dependiendo del número pasadas de ejes equivalentes en el periodo de diseño, siempre y cuando haya justificación económica mediante la corrida del HDM – 4 y Tasa Interna de Retorno mayor al 12 %.

El Consultor estudiará y analizará diferentes alternativas de pavimento, en función de la capacidad soporte de la sub-rasante, del tráfico previsto, de las condiciones ambientales del área (clima, precipitaciones, heladas, altura, etc.) de las alternativas de mantenimiento vial, de los materiales naturales disponibles en la zona, etc; definición del tipo de asfalto, de filler y de mezcla a utilizar y de ser necesario, el uso de aditivos o productos químicos (cemento, asfalto, etc.)

Deberán seleccionarse diversas estrategias de diseño, desde estructuras construidas para que dure todo el período de diseño, hasta la construcción por etapas con una estructura inicial y colocación de sobrecapas programadas, para el efecto se aplicará el programa HDM.

Se revisará y de ser necesario se ajustará y detallará el diseño de las capas de refuerzo y el programa de mantenimiento en función de los parámetros que se indican en la siguiente tabla, debiendo llegar a determinar el diseño óptimo de rehabilitación y mantenimiento, siempre que sea factible en términos económicos y financieros (HDM – 4).

TPDA	IRI (m / km.)	RESISTENCIA DESLIZAMIENTO (Recomendación)	AL
> 8000	< 2.5	> 55	
3000-8000	< 2.85	> 55	
< 3000	< 3.0	> 50	

DRENAJE

Se realizará el cálculo y la justificación de los elementos de drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera (drenaje longitudinal) –tanto superficiales como subterráneos- y del drenaje transversal de los cauces naturales interceptados por la carretera. También se realizará la comprobación, en su caso, de los elementos de drenaje ya existentes.

El anejo de Drenaje debe contener un resumen con los condicionantes que afectan a la definición del drenaje:

- Criterios específicos de las administraciones hidráulicas competentes;
- Condiciones hidrogeológicas;
- Condiciones medioambientales (estudio de impacto ambiental y DIA);
- Facilidad de la conservación y el mantenimiento;
- Otros condicionantes.

CÁLCULO DE CAUDALES

La obtención de los caudales del drenaje transversal (los cauces naturales interceptados por la carretera) se habrá realizado y justificado previamente en el Estudio de Climatología e Hidrología.

En el Estudio de drenaje se debe incorporar el estudio de los caudales del drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera, y de las superficies vertientes hacia ellos. Se considerarán elementos de la plataforma y márgenes de la carretera:

- Medianas;
- Superficies de la plataforma pavimentadas (calzadas, arcenes);
- Superficies de la plataforma no pavimentadas (bermas, etc.);
- Taludes de desmontes;
- Espaldones de rellenos;
- Zonas interiores de enlaces e intersecciones (isletas, lazos, etc.) o entre viales de la carretera (entre tronco y vía de servicio, etc.);
- Zonas de estacionamiento, áreas de descanso, de servicio, etc;
- Lechos de frenado;
- Estructuras, muros y túneles;

Si existen registros de caudales en la corriente, éstos se analizarán estadísticamente para generar los caudales de diseño en los períodos de

recurrencia aceptados. Se aplicará también, si fuese posible, la teoría del hidrograma unitario real.

Cuando no existan registros directos de la corriente, la determinación de los caudales de diseño se llevará a cabo utilizando los datos de lluvia, estableciendo sus magnitudes por medio de hidrogramas unitarios sintéticos, aplicación de fórmulas plenamente válidas para la región de ampliación y estudios regionales de exactitud aceptable.

Para la determinación de los caudales máximos, el Consultor deberá obtener utilizando por lo menos dos metodologías y para cuencas de aéreas extensas se aplicará el proceso de traslación de caudales generadas por las subcuencas previamente identificadas en la información topográfica disponible.

DRENAJE DE LA PLATAFORMA Y MÁRGENES (LONGITUDINAL)

El drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera comprende la recogida, conducción y desagüe de los caudales procedentes de la escorrentía superficial de las mismas y de sus zonas aledañas vertientes.

Para definir la red de drenaje de la plataforma y márgenes se han de tener presentes las características del sistema hidrológico de la zona y la Declaración de Impacto Ambiental, cuando exista, evitando en cualquier caso el vertido directo accidental de las aguas de escorrentía de la plataforma de la carretera a los cursos de agua permanentes.

El proyecto de los elementos que forman la red de drenaje de plataforma y márgenes incluye las siguientes fases:

Determinación de las áreas vertientes.

Cálculo de los caudales y asignación de estos por tramos.

Definición de los elementos de drenaje (cuneta, caces, bajantes, colectores, etc.) y dimensionamiento hidráulico.

Comprobaciones: capacidad hidráulica; riesgo de erosión o aterramiento; continuidad geométrica e hidráulica; no introducción de caudales a los elementos de drenaje subterráneo, etc.

Definición de puntos y caudales de desagüe.

Se utilizarán preferentemente dispositivos superficiales –caces y cunetas-, cuyos coste de construcción y conservación son inferiores a los dispositivos enterrados (sumideros, colectores).

En general, se proyectarán salidas de las cunetas y caces con una distancia máxima de 500 m. Las salidas se resolverán mediante arquetas de hormigón con arenoso, desagües por medio de bajantes, o bien a través de obras transversales para drenaje longitudinal (O.T.D.L.) habilitadas o colectores. También será admisible el vertido a una obra de drenaje transversal, mediante la arqueta correspondiente, debiéndose analizar, en estos casos,

la incidencia en la ejecución de las obras y el funcionamiento posterior de la obra de drenaje transversal.

Se proyectarán los detalles precisos para pasar de un tipo de dispositivo de drenaje a otro, tales como empalmes en arquetas, partidores, etc, de forma que se asegure la continuidad de la red.

Se proyectarán cunetas de guarda en la coronación de los taludes en los desmontes y de pie en los espaldones de terraplenes para proteger estos elementos allí donde la escorrentía superficial del terreno se dirija hacia ellos. En estas cunetas se preverá el proyecto de rampas rugosas para el escape de la fauna pequeña.

Se intentará evitar que la carretera intercepte vaguadas en desmonte o trinchera (vaguadas colgadas). En caso de que no sea posible, el caudal a considerar para dimensionar los elementos de desagüe (bajante en el punto bajo de la coronación de desmonte, cunetas y colectores) es el correspondiente a 100 años de periodo de retorno. En las bajantes que conducen sus aguas al drenaje longitudinal de la trinchera (cuneta o colector) se procurará:

Que los caudales unitarios por metro de ancho no excedan de $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Que para alturas de caída superiores a 3 m, la bajante sea escalonada, siguiendo una inclinación más tendida que el talud de desmonte para crear un cuenco de recogida en cabecera que concentre la entrada de agua a la bajante.

Se consideran singularmente problemáticas aquellas bajantes con caudales superiores a $1 \text{ m}^3/\text{s}$ o aquellas que presenten quiebras, que serán proyectadas detalladamente.

Una vez definida la red completa de drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera, se elaborará un cuadro resumen de las obras de drenaje (cunetas, tubos pasacunetas, caces, colectores longitudinales, obras transversales de drenaje longitudinal, arquetas, etcétera), en el que se indicará la ubicación de cada obra (D.O.), sus dimensiones geométricas (sección transversal, longitud, etcétera) la función que realiza dentro del conjunto de la red y el dimensionamiento de la misma.

La sección tipo de las cunetas, así como los restantes detalles de los elementos que integren el sistema de drenaje de la plataforma y márgenes, se definirán con toda exactitud en los planos del Proyecto.

En el caso de que la posición de cunetas, colectores y otros elementos del drenaje de la plataforma y márgenes no pueda ser deducida del replanteo de las calzadas del proyecto, los planos del proyecto definirán los perfiles longitudinales, plantas y cuadros de replanteo que definan geoméricamente estos elementos.

DRENAJE TRANSVERSAL

El objetivo del drenaje transversal es la restitución de la continuidad de la red de drenaje natural del terreno (vaguadas, cauces, arroyos, ríos) interceptada por la carretera. Las obras de drenaje transversal también pueden ser útiles para la el desagüe de la red de drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera, o para el paso de la fauna o la reposición de servicios.

En general, cabe distinguir dos grupos en el drenaje transversal:

Las pequeñas obras de drenaje, de sección cerrada, fundamentalmente tubos o marcos. Se denominan en general Obras de Drenaje Transversal (ODT).

Obras de paso de grandes dimensiones, tales como puentes y viaductos, y que se estudian con técnicas de hidráulica fluvial.

Datos de campo

Para la implantación del drenaje transversal de la carretera debe realizarse: Cartografía de detalle mediante taquimetría del emplazamiento previsto de las obras de drenaje transversal y de la vegetación de las riberas, así como del cauce natural en una distancia suficiente para su correcta modelización hidráulica. También debe hacerse inventario de represas y obstáculos, así como de escarpes o indicios de erosión, para que puedan ser tenidos en cuenta en el diseño del drenaje.

Toma de datos de las obras de drenaje existentes actualmente en las inmediaciones de la carretera y que pueden influir en el drenaje de la carretera (situación, tipología, características geométricas). Estudio especial de aquellas que, en el caso de realizarse el aprovechamiento de una carretera existente, sean susceptibles de ser utilizadas en el drenaje del nuevo proyecto mediante rehabilitación, ampliación, etc.

En zonas urbanas y periurbanas deben inventariarse y recogerse datos del sistema de alcantarillado de los núcleos de población (sumideros, colectores, estanques de tormenta, etc), por la incidencia que podría tener en el proyecto del drenaje de la carretera.

Implantación de las ODT

La implantación de las obras de drenaje transversal se realizará evitando las situaciones que se indican a continuación:

apoyos heterogéneos del cuerpo de la obra;

salidas mediante bajadas escalonadas apoyadas en el relleno;

trasvase de agua de una cuenca principal a otra, en general;

soleras escalonadas, en lo posible;

cambios bruscos de alineación, en especial en régimen rápido.

entradas en pozo, cuando sea conveniente que la obras de drenaje sirvan como paso de fauna.

Dimensionamiento de las ODT

En el dimensionamiento de las obras y elección de su tipología se tendrán en cuenta los costes de construcción y conservación, evitando en lo posible obras multicelulares por el peligro de obstrucción.

En todos los casos se procurará, dentro de lo posible, dimensionar cada obra de fábrica, de manera que la sección de control del flujo esté a la entrada de la misma y que la altura de agua que se produce en el remanso respecto a la cota de la solera en la entrada de la obra de drenaje sea menor de 1,2 veces el diámetro del tubo o de la altura libre ($H_E < 1,2 D$), con el fin de evitar la posibilidad de que se produzcan daños materiales a las propiedades colindantes.

Este último aspecto deberá ser tenido en cuenta especialmente en los casos en los que el cauce natural de la escorrentía no exista, o no esté bien definido, y quepa entonces la posibilidad de que no se alcance el régimen uniforme antes de la entrada del flujo en el conducto transversal correspondiente. En estos casos, deberá relacionarse la capacidad de desagüe de la sección (Q) con la altura de energía específica del agua (H_E) inmediatamente antes de la embocadura, que para el caso de que se formen remansos coincidirá, dada la pequeña velocidad de aproximación del agua, con el nivel máximo que alcance la superficie libre con respecto al umbral inferior de la obra de fábrica de desagüe. De esta manera podrá dimensionarse la obra de fábrica para un determinado caudal de cálculo Q , y conocer H_E , que determinará la posible existencia de daños a terceros.

Cuando los niveles de agua a la salida de la ODT, o las características de la ODT (pendiente, longitud, rugosidad) influyen a los niveles de aguas arriba, la altura de agua a la entrada de la ODT deberá ser calculada preferentemente mediante métodos basados en el análisis de las curvas de remanso.

La comprobación hidráulica de la ODT debe comprender:

Cuando el caudal de proyecto es superior a $20 \text{ m}^3/\text{s}$, o las circunstancias así lo aconsejen, se debe hacer un estudio hidráulico del cauce mediante modelización numérica, teniendo en cuenta el riesgo de obstrucción y haciendo las mismas comprobaciones de la superficie de inundación que las usuales en el estudio de puentes (ver puntos 2.10.3.4 y 2.10.3.5).

El resguardo entre la lámina de agua aguas arriba y la calzada debe ser superior a 1 m. La ODT debe ser capaz de desaguar el caudal de proyecto, con los resguardos necesarios para tener en cuenta el riesgo de obstrucción y comprobándose que la velocidad media de la corriente es inferior a 6 m/s .

La ODT no debe entrar en carga para el caudal de proyecto.

Se estudiará el riesgo de aterramiento y de erosión, y se proyectarán las medidas de protección necesarias.

El proyecto incluirá el cálculo mecánico de las obras de drenaje transversal:

En el caso de marcos, se abordarán el cálculo de estos elementos en el anejo de estructuras, de conformidad con la normativa vigente.

En el caso de tubos, cuando la normativa técnica así lo prevea, el anejo de drenaje debe concretar su resistencia mecánica mediante una adecuada elección de la clase resistente. Ésta debe justificarse mediante cálculos que figurarán en el anejo de drenaje.

En el caso de que sea posible las obras de drenaje se pueden adaptar como pasos de fauna.

Estudio de las cuencas más importantes

Se realizará un estudio particular de los cauces correspondientes a los cursos de agua principales (ríos, arroyos, etcétera) interceptados por la carretera, normalmente salvados por puentes o viaductos.

El estudio hidráulico se extenderá por el cauce aguas arriba y aguas abajo hasta que se pueda aceptar que las condiciones del cauce no influyen en el funcionamiento hidráulico de la obra de drenaje, ni está en el funcionamiento hidráulico del cauce. La obra de drenaje y el cauce se deberán modelar incluyendo todos los puntos singulares, de cambio de sección, pendiente o alineación en planta.

En el anejo de drenaje se incluirán planos de la obra de drenaje y el cauce en los que se representará la lámina de agua (tanto en planta como en alzado) para el caudal de proyecto y para el caudal de las máximas avenidas ordinarias. Además se representarán los calados de régimen crítico y de la energía específica, y el régimen de velocidades de la corriente. La elección del modelo hidráulico se realizará en función del riesgo de daño catastrófico (riesgo de pérdida de vidas humanas o graves daños personales; afecciones a núcleos poblados o industriales), la configuración de la zona de proyecto y el caudal de cálculo:

Zona con riesgo de daños catastróficos o caudal $> 50 \text{ m}^3/\text{s}$: Análisis mediante modelo en régimen gradualmente variado en una dimensión (HEC-RAS o similar) o en dos dimensiones en zonas en las que el drenaje de avenidas se produzca por varias obras de drenaje o puentes correspondientes a distintos cauces de aguas bajas o cuando en el entorno de la obra de drenaje o el puente se produzcan confluencias de cauces.

Zona sin riesgo de daños catastróficos y caudal inferior a $50 \text{ m}^3/\text{s}$: Además de modelos en régimen gradualmente variado, se aceptan metodologías simplificadas.

En zonas de obras de drenaje transversal, encauzamientos o reintegración al cauce natural de los caudales en las que no se hayan podido evitar cambios bruscos de trazado en planta se deberán calcular los calados y

sobreelevaciones con modelos numéricos en dos dimensiones en régimen variable o con otros métodos respaldados por la experimentación.

Se definirán con exactitud la tipología de la obra de cruce, dimensiones de la sección transversal, pendiente de la solera, régimen hidráulico de funcionamiento de las obras de drenaje proyectadas, sobreelevación y socavación, tanto la generalizada del cauce como la localizada en la zona de pilas y estribos.

Se realizará el cálculo de las socavaciones, así como de las protecciones necesarias, justificando la adecuación del método de cálculo.

En aquellos casos en los que el estudio de socavación revista especial importancia, puede ser necesario contrastar los cálculos de los modelos numéricos con modelos reducidos de laboratorio.

Condiciones de desagüe de puentes y viaductos

El cauce: es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias. La determinación de este terreno debe hacerse atendiendo a sus características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponibles. Se define el caudal de la máxima crecida ordinaria como la media de los máximos caudales anuales producidos durante diez años consecutivos representativos del comportamiento hidráulico de la corriente. Este caudal se podrá obtener mediante datos de aforos o mediante los mapas de caudales máximos elaborados por las Administraciones responsables. Cuando no se disponga de estos, se estimarán mediante métodos hidrometeorológicos.

Márgenes: es el terreno que linda con el cauce.

Ribera: es la franja lateral del cauce situada por encima del nivel de aguas bajas.

Zona de servidumbre: Franja de 5 metros de anchura en las márgenes del cauce, destinada a uso público.

Zona inundable: se consideran zonas inundables las delimitadas por los niveles por las aguas en avenidas de 500 años de periodo de retorno, atendiendo a estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, así como a series de avenidas históricas y documentos o avenidas históricas de las mismas.

Vía de intenso desagüe: es la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor de 0,30 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La autoridad hidráulica competente puede reducir la sobreelevación a 0,10 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios, o aumentarla

a 0,50 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos.

Zona de flujo preferente: Es aquella zona constituida por la envolvente de la unión de la vía de intenso desagüe con aquellas zonas donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas de la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

Que el calado sea superior a 1 m.

Que la velocidad sea superior a 1 m/s.

Que el producto de ambas variables sea superior a $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$.

Normalmente, se exige:

Que los estribos de las estructuras se sitúen en el exterior de la zona de servidumbre.

Que las pilas situadas dentro de cauce natural se coloquen de 5 a 10 m, según los casos, de la vegetación de ribera.

Normalmente, se exigirán comprobaciones hidráulicas de este tipo:

Que la infraestructura no altere significativamente la zona inundable previa a la ejecución de las obras. En casos excepcionales, se puede autorizar que no se cumpla la anterior condición si se hace un estudio especial de la posibilidad de daños en la nueva zona inundable, en concreto en la zona de flujo preferente tras las obras.

Que la infraestructura no altere la vía de intenso desagüe, es decir, que las sobreelevaciones no sobrepasen 0,30 m de las cotas que se producirían en la llanura de inundación con anterioridad a la ejecución de las obras.

Que exista un resguardo mínimo de 1 m entre la parte inferior del tablero y la lámina de agua de periodo de retorno de 500 años; y de 2 m entre la parte inferior del tablero y la lámina de agua para la avenida de 100 años.

Por lo tanto, el encaje de una estructura sobre un cauce público requiere un estudio hidráulico para definir:

La zona inundada por la máxima crecida ordinaria.

La zona inundable, establecida para la avenida de 500 años de periodo de retorno.

La vía de intenso desagüe y la zona de flujo preferente, establecidas normalmente para la avenida de 100 años de periodo de retorno, y las alteraciones que puede provocar la infraestructura en ellas.

Los resguardos del tablero respecto a las avenidas de 100 y 500 años de periodo de retorno.

Además, el encaje debe contar con una cartografía de detalle de la vegetación de ribera existente en la zona de cauce donde se implanta la estructura.

DRENAJE SUBTERRÁNEO

El proyecto del drenaje subterráneo se llevará a cabo siguiendo las directrices de la Administración.

En especial debe evitarse en el proyecto del drenaje de la carretera que las aguas del drenaje superficial lleguen a introducirse en los elementos del drenaje subterráneo.

Como criterios de proyecto, deben contemplarse:

La explanada debe estar a la mayor distancia posible del nivel freático, lo que debe estudiarse desde las primeras fases. Así, en el caso de que el material de cimiento de la explanada sea un suelo seleccionado o una roca, la cota de coronación de la explanada debe estar a un mínimo de 60 cm sobre el nivel más alto del freático; en el caso de suelos adecuados, debe aumentarse a 80 cm; para suelos tolerables, 100 cm. Para suelos marginales o inadecuados, 120 cm. Para ello debe optarse siempre que sea posible por la elevación de la rasante, y cuando no, por el rebaje del nivel freático mediante drenes, capas drenantes y geotextiles.

Se debe evitar la penetración de agua superficial a la explanada por infiltración a través de la calzada, arcenes, bermas y medianas, por lo que debe realizarse un tratamiento correcto de estos elementos de acuerdo con los detalles y especificaciones de las Recomendaciones.

El diseño debe prever la evacuación de las aguas infiltradas en función del recorrido previsible de éstas en la sección transversal de la carretera, que se preverá según las características de la explanada y el firme. Se proyectarán las zanjas drenantes, drenes y colectores en las ubicaciones en que sean necesarios.

El diseño también debe considerar los flujos subterráneos longitudinales al trazado de la carretera. En especial, cuando existe una transición de desmonte-trinchera a relleno, el desmonte tiene una longitud de más de 150 m y la pendiente longitudinal de la carretera es igual o superior al 3 %, se proyectarán zanjas drenantes transversales al trazado en la zona de transición.

El diseño prestará especial atención a los elementos de drenaje subterráneo que resuelvan problemas singulares (captación de fuentes y manantiales, túneles, rebajes del nivel freático, estabilización de taludes, etc).

DEFINICIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE EN LOS PLANOS

Los planos deberán incluir los datos precisos para definir con toda exactitud la ubicación, orientación, dimensiones y pendiente hidráulica de todos y cada uno de los elementos del drenaje.

Con este objeto, deberán incluirse siempre los siguientes datos:

coordenadas de situación de las arquetas y embocaduras de obras de fábrica;

cotas de la solera en las embocaduras de las obras de fábrica;
definición geométrica de la rasante del vértice inferior de las cunetas de drenaje (pendientes, cotas y coordenadas de los puntos singulares, etcétera), siempre que no se deduzcan directamente de los perfiles longitudinales y secciones tipo de los viales del Proyecto;
definición geométrica de la solera de los conductos subterráneos de drenaje;
definición concreta de las dimensiones geométricas, espesores de solera, recubrimientos y especificaciones relativas a la calidad que deben cumplir los materiales a emplear en la construcción de las distintas obras de fábrica, pesos de escollera, etcétera.

Las obras de drenaje transversal, puentes y viaductos deberán definirse sobre planos de topografía de detalle realizada al efecto.

En el caso de puentes, viaductos y grandes obras de drenaje transversal, en la hoja de planta y alzado general de la estructura se representará los límites de cauce público, de la zona inundable y de la zona de flujo preferente, así como la vegetación de ribera cartografiada, lo que permitirá asegurar el correcto encaje de las estructuras en el cauce.

Se incluirán, también, los planos de detalle necesarios para definir y replantear en obra los distintos elementos singulares que se requieran (zanjas drenantes, bajantes escalonadas, reposición de fuentes y manantiales, encauzamientos, etcétera).

ESTUDIO GEOTÉCNICO PRELIMINAR PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS Y PARA LOS TÚNELES

Para la planificación de la investigación geotécnica de la cimentación de las estructuras y de los túneles se deberá tener en cuenta su carácter de obra puntual, lo que requiere un conocimiento más específico y enfocado a problemas más concretos. Por lo demás, se seguirán las indicaciones que se hicieron en el estudio geotécnico del corredor.

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Realizado el estudio geotécnico del corredor, en el que se habrán descrito los trabajos de reconocimiento realizados, y se habrán recopilado los resultados obtenidos, se estudiarán por separado cada una de las estructuras importantes proyectadas, analizando los resultados de su estudio geotécnico y concluyendo sobre el tipo de cimentación más adecuado.

Descripción de la estructura

Se indicará su tipología, ubicación y orden de magnitud de la carga que se va a transmitir al cimiento en cada pila o estribo y de los asientos diferenciales que la estructura podrá admitir.

Trabajos de reconocimiento

A partir de estos datos se planificará la campaña de campo y ensayos de laboratorio a desarrollar. Como mínimo, salvo justificación técnica detallada, se realizarán los siguientes trabajos:

1 sondeo rotativo para el estudio de la cimentación de cada estribo y cada pila de la estructura, con la profundidad que requiera un completo conocimiento del terreno subyacente;

1 ensayo S.P.T. en suelos cohesivos cada 3 m, y en suelos granulares cada 1,5 m;

1 toma de muestra inalterada cada 3 m, aproximadamente.

Respecto a la ejecución de calicatas, sondeos mecánicos o ensayos de penetración dinámica y ensayos de laboratorio se procederá de la forma indicada en el estudio geotécnico del corredor.

Conclusiones

Sobre la base de los datos obtenidos, se proporcionará información sobre: tipos de cimentación;

carga admisible sobre el terreno, con indicación de los parámetros tenso deformacionales de las formaciones afectadas;

evaluación de los asientos previsibles;

situación del plano de cimentación;

posibles lagunas en el estudio realizado y sus causas;

trabajos de reconocimiento complementarios a efectuar durante la ejecución de las obras;

dimensionamiento, cálculo y procedimiento constructivo de la cimentación;

en las cimentaciones profundas el tipo de pilote, forma de ejecución, carga admisible por fuste y punta, y posible existencia de rozamiento negativo;

especificación de la calidad de los materiales a emplear en la construcción de la cimentación.

Se realizará un cuadro resumen del tipo de cimentación y cargas admisibles en las pilas y estribos de cada una de las estructuras, así como de la cota de cimentación. Este cuadro resumen no podrá sustituir en manera alguna al estudio individual de las cimentaciones de todas y cada una de las estructuras.

Definición de las cimentaciones en planos

Para cada estructura se realizará una planta y un perfil geotécnico a escala adecuada para representar el corte completo del terreno en el que se apoye, en el que se graficará la situación de las pilas y la de los sondeos, calicatas, ensayos de penetración dinámica, y cualquier otro reconocimiento complementario realizado, tanto en planta como en alzado.

En cada perfil se incluirán los distintos estratos atravesados, indicando su espesor y características geotécnicas, resistencia y compresibilidad.

Los planos del proyecto deberán incluir los datos precisos para definir con exactitud la ubicación del plano de cimentación, de los estribos y pilas de cada estructura proyectada, así como las dimensiones y posición de la cimentación propiamente dicha, y la definición de los taludes de la excavación.

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LOS TÚNELES

El conocimiento geotécnico de los túneles, requiere por su particularidad, la realización previa de un estudio geológico e hidrogeológico especial.

Los trabajos de reconocimiento para los estudios geológico, hidrogeológico y geotécnico deben estar coordinados. Se hará una planificación conjunta de la ubicación y tipo de prospecciones (geólogo) y del plan de testificación, muestreo y ensayos (geomecánico).

Estudio geológico

Para realizarlo se llevarán a cabo, por técnicos especializados, los reconocimientos superficiales necesarios que comprenderán, como mínimo, lo siguiente:

investigación geológica detallada en la zona de las boquillas;

estudio complementario de ámbito general, mediante fotografía desde satélite, fotogeología y posterior comprobación de campo, que permita establecer una corte geológico razonable de los terrenos atravesados por el túnel.

Contendrá la siguiente documentación:

descripción de las características litológicas del terreno y evolución de su competencia o calidad, diferenciando tramos a lo largo del túnel;

historia geológica somera de la zona, que recoja los aspectos más relevantes en relación con la obra que se estudia y en particular los siguientes:

posibles tensiones residuales en el macizo rocoso, evaluándolas con base en la información bibliográfica existente;

actividad tectónica reciente (neotectónica);

eventuales cargas de preconsolidación sufridas por los materiales;

paleoclima habido durante el Cuaternario y su influencia en el grado y profundidad de la meteorización;

justificación del trazado desde un punto de vista geológico, una vez tenidos en cuenta los condicionantes generales o locales; se definirán y compararán en líneas generales las posibles alternativas, indicando los criterios que conducen a recomendar el trazado elegido; el resto de los estudios se referirán a este trazado;

zonas que requieren un estudio concreto o detallado, por medios mecánicos o geofísicos, de las que deberán proporcionarse, los cortes de las diversas interpretaciones obtenidos a partir de los datos de superficie que permitan definir las medidas de prospección más idóneas;

características litológicas o estructurales del macizo que deben precisarse con más detalle;

geología en planta, a escala 1/1.000, de la zona de implantación (franja de ancho variable entre 400 y 600 m según la complejidad del terreno) separando formaciones geológicas (litoestratigráficas) y señalando litología (series, tipo y unidades), accidentes estructurales (fallas, fracturas, diques, pliegues, dolinas, etcétera), tectónica, buzamientos observados y demás detalles de interés;

perfil longitudinal ($E_h = 1/1.000$, $E_v = 1/100$) a lo largo de eje del túnel en el que queden reflejados:

estructura geológica general;

formaciones existentes y sus contactos, observados o supuestos;

fallas o fracturas existentes y la amplitud de su milonitización;

esquema geomorfológico que incluya zonas erosivas, de depósito, inestabilidad activa o latente de laderas, etcétera;

perfiles transversales localizados en zonas singulares;

fotografías aéreas y de satélite interpretadas (mosaico);

inventario de posibles explotaciones mineras, activas o abandonadas, canteras, industrias, abastecimientos de agua, edificios que pueden condicionar o resultar afectadas por la ejecución del túnel.

Estudio geotécnico

El estudio geotécnico a realizar deberá tener los siguientes objetivos básicos:

complementar los estudios geológico e hidrogeológico (mejorar definición litoestratigráfica, localizar accidentes o zonas problemáticas, determinar discontinuidades, etcétera);

identificar geotécnicamente los materiales (características de rocas o suelos);

caracterizar geomecánicamente el macizo (peso específico, humedad natural, módulo de deformación, coeficiente del Poisson, resistencia de la roca matriz, resistencia al corte);

clasificar geomecánicamente la traza del túnel, utilizando los métodos existentes;

determinar las tensiones residuales y otros aspectos tensionales que pueden afectar al túnel;

fijar la alterabilidad, expansividad y otras propiedades de los materiales;

conocer posibles acciones sísmicas o dinámicas (zonas sísmicas, zonas con vibraciones, voladuras, impactos);

Estudio hidrogeológico

El estudio hidrogeológico a realizar deberá tener la intensidad suficiente para definir los siguientes puntos:

localización de los niveles freáticos o artesianos y piezométricos, así como su variabilidad, y carga a lo largo del túnel;

delimitación de acuíferos y sus fuentes de alimentación o recarga; se estudiará la posibilidad de que estén contaminados o transporten aguas agresivas para morteros u hormigones;

localización de barreras o fronteras del flujo subterráneo;

estimación en los diferentes terrenos de la permeabilidad, transmisividad, capacidad de almacenamiento, etcétera (bien por observaciones directas o por comparación con formaciones análogas);

obtención de datos (especialmente caudales afluentes) para el proyecto de medidas de drenaje e impermeabilización y su adecuada previsión al avance de las operaciones constructivas;

prevención de problemas de interceptación de acuíferos, subsidencia, agotamiento de pozos, etcétera;

localización de zonas karstificadas o con fenómenos de disolución o erosión interna, definiendo su posible grado de actividad;

posibles zonas cargadas de agua (diques, bolsadas, milonitos, etcétera) con eventual irrupción localizada;

recomendaciones sobre las medidas a adoptar durante la ejecución del túnel.

proporcionar información sobre determinados tratamientos del terreno a realizar (inyecciones, congelación, etcétera).

Se realizará una prospección de campo específica para explicar los puntos de los estudios geológico e hidrogeológico insuficientemente conocidos y que sean esenciales para la justificación del trazado adoptado.

Se realizará, además, el número de sondeos mecánicos necesarios para obtener, el grado de definición exigido y como mínimo 1 en cada una de las boquillas y 1 cada 150/200 m de comprobación a lo largo de la traza supuesta del túnel. Para su ejecución se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

aprovechar al máximo sus posibilidades de manera que sean utilizables para estudios de detalle posteriores;

profundizar de 5 a 20 m bajo la rasante prevista según la incertidumbre en la posición definitiva de la misma;

realizar una testificación completa de los sondeos;

realizar ensayos (down-hole, dilatométricos, etcétera).

Si fueran necesarios pozos de ventilación deberá realizarse, además de una planta topográfica a escala 1/200, un reconocimiento geofísico mediante sondeos electromagnéticos y sondeos mecánicos que permitan estudiar los posibles emplazamientos: la estructura geológica exacta y la importancia de la montera.

Los ensayos de laboratorio serán principalmente de identificación y de tipo geomecánico elemental. Una relación no exhaustiva es la siguiente:

identificación de suelos: granulometría, peso específico aparente, humedad, sulfatos, carbonatos, materia orgánica;

identificación de rocas: composición mineralógica, clasificación litológica, textura, fracturación, alteración;

determinación de la velocidad de propagación de ondas en testigos de roca;

resistencia a compresión simple de suelos;

ensayos triaxiales en roca;

ensayos de corte sobre roca matriz y discontinuidades;

ensayo de carga puntual en rocas;

velocidad de propagación de ondas sísmicas longitudinales y transversales;

ensayos de compresión simple en roca con control deformacional post-rotura.

El informe final del estudio geotécnico contendrá como mínimo los apartados siguientes:

descripción y caracterización geotécnica de los terrenos y cuantificación de sus características geomecánicas, hidráulicas y de alterabilidad;

división del túnel en tramos de características sensiblemente homogéneas estableciendo para cada uno de ellos una previsión del comportamiento y estabilidad de las obras durante la ejecución y la explotación, sobre la base de las características indicadas en el punto anterior;

justificación del trazado o propuesta de variaciones;

propuestas sobre secciones y sostenimientos;

planta a escala 1/1.000 o 1/500, con la implantación de los sondeos realizados u otro tipo de prospecciones;

perfil longitudinal del túnel a la misma escala, que incluya los datos de los estudios geológico e hidrogeológico, completado con los resultados de las prospecciones y la información geomecánica, así como la división en tramos y clasificación del terreno;

columnas de sondeo y otros tipos de prospección;

resultados de ensayos de laboratorio.

Resumen y recomendaciones

Los parámetros de proyecto se obtendrán bien directamente mediante caracterización geomecánica del terreno o bien indirectamente a través de clasificaciones empíricas.

Como resultado del conjunto de estudios realizados se presentará un perfil resumen en el que se reúna la información obtenida y las recomendaciones necesarias para el proyecto. Se incluirán al menos los siguientes datos: situación del tramo, litología, estructura, flujos de agua, características geomecánicas, tipo de excavación, tipo de sostenimiento y posibles tratamientos del terreno, incidencias singulares a tener en cuenta, y todos los que se representen gráficamente (situación de sondeos, etc)

ESTUDIO ESTRUCTURAL

El alcance de la parte estructural, es la ejecución de los Prediseños de las estructuras de arte mayor que formen parte de proyecto en estudio de las siguientes tipos de estructuras

Prediseños estructurales para cruces de ríos y esteros

Determinar el tipo de estructura técnica, económica y socialmente más conveniente implantar en el cruce de ríos o esteros y valorar con un 80% de aproximación al proyecto definitivo.

Entregar al MTOP, el informe y los planos de los anteproyectos estructurales en el cual se incluyan las geometrías, especificaciones de los materiales más relevantes a utilizar entre otros, para lo cual se tomarán en cuenta las normas AASHTO LRFD, estudio topográfico de la vía, tres perfiles longitudinales del sector a implantarse y estudio geofísico.

Trabajos que el consultor debe realizar.-

Estudio topográfico

Se utilizará el trabajo ejecutado topografía auxiliar para puentes

Elaboración de perfiles longitudinales

El consultor en concordancia con el especialista estructural, obtendrá tres perfiles longitudinales del sitio del puente, uno en el posible eje y los dos restantes a 20 metros del eje, tanto aguas arriba como aguas abajo. En estos ejes se colocará el posible nivel de máxima creciente obtenido en campo. Se utilizará equipos de precisión.

Estudio geofísico

Se utilizará el trabajo descrito en el numeral 3.4.2 "Sísmica de refracción", para la ubicación de las líneas sísmicas se coordinará con el especialista estructural y la información de los perfiles longitudinales, de tal forma que los resultados concuerden con los niveles globales del proyecto.

Cantidades de obra y presupuesto aproximado

El consultor entregará el cálculo de las cantidades de obra con las cuales obtiene el presupuesto, el presupuesto en forma parcial para cada estructura y total del proyecto, la definición de la estructura más conveniente

dentro del anteproyecto lo realizará el consultor y el presupuesto de esa estructura será tomado en cuenta para el presupuesto final.

Documentos que el consultor debe entregar al MTOP

El informe del anteproyecto estructural para el cruce de ríos y esteros, en la que debe constar: antecedentes, información obtenida, descripción de trabajos realizados, cantidades de obra y presupuesto, conclusiones y recomendaciones se incluirá en el Anejo 13 Tipología de estructuras y túneles.

Planos estructurales de los dos anteproyectos, en forma independiente.

La información debe estar en impreso y en forma magnética y se incluirá en el Documento Planos.

Prediseños estructurales para cruces de vías (pasos inferiores o superiores)

Determinar la ubicación y el tipo de estructura técnica, económica y socialmente más conveniente implantar en el sitio de cruce con vías para pueblos y valorar con un 80% de aproximación al proyecto definitivo.

Prediseños estructurales para intercambiadores

Determinar la ubicación y el tipo de estructura técnica, económica y socialmente más conveniente implantar en el sitio de estudio y valorar con un margen de 80% de aproximación al proyecto definitivo.

Entregar al MTOP, el informe y los planos de dos anteproyectos estructurales en el cual se incluya las geometrías, cantidades de obra, especificaciones de los materiales más relevantes, para lo cual se tomará en cuenta las normas AASHTO LRFD, estudio topográfico de la vía, tres perfiles longitudinales del sector a implantarse y estudio geofísico.

Este tipo de estructuras se estudiará para conectarse con poblaciones relevantes o cuando se requiera desviar de la carretera un flujo de tráfico importante.

Prediseños estructurales para viaductos

Es un tipo de estructura de arte mayor, por lo cual debe contener todas las condiciones requeridas en estos pliegos, a excepción del estudio hidrológico-hidráulico.

Está previsto la colocación viaductos, en los cruces de vías, para lo cual se debe considerar un gálibo vertical no menor 6.00 m. y el galibo horizontal lo requerido por la sección horizontal de la vía y lo considerado por el consultor.

En caso de sitios que como alternativa se pudiera considerar viaducto, en primer lugar se debe agotar todas las soluciones disponibles técnicamente, para que el consultor pueda proponer como alternativa al MTOP, un viaducto como una Solución Vial.

Prediseños estructurales para pasos de semovientes

Determinar los sitios necesarios donde se debe ubicar una estructura deprimida para el paso de semovientes, elaborar un anteproyecto de estructura tipo y valorarla, la misma servirá para la cuantificación global en el costo del proyecto.

Entregar al MTOP, el informe global de todos los pasos y un plano tipo del anteproyecto.

Prediseños de muros de contención

En los lugares en donde sea necesario construir muros de sostenimiento, sea para completar el ancho de la vía o por razones de protección de alguna estructura, en base a la información topográfica y el diseño geométrico tanto horizontal como vertical, se deberá determinar la longitud y altura del muro; con el análisis correspondiente se pre-diseñara el tipo de muro: a gravedad, en cantiléver o anclados.

La selección del tipo de muro a pre-diseñarse estará supeditada, a las necesidades técnicas requeridas, las disponibilidades de materiales de construcción y al análisis económico respectivo.

Se utilizará la topografía de la zona de implantación de la obra para obtener todos los parámetros de pre-diseño, posteriormente con los datos que se obtengan de los estudios geotécnicos se procederá a pre-diseñar el muro más conveniente.

Prediseños de Pasos peatonales

Determinar los sitios necesarios donde se debe ubicar una estructura elevada para el paso de personas, elaborar dos anteproyectos de estructura tipo y valorarla, la misma servirá para la cuantificación global en el costo del proyecto.

Para elaborar el anteproyecto, el consultor deberá tomar en cuenta criterios de estética, amplitud y comodidad, de tal manera que el paso peatonal sea visto como un real elemento de servicio y seguridad.

Concebido de esta manera, el anteproyecto debe incluir las estructuras de los accesos que serán las sugeridas por el Consultor.

Normas que se deben aplicar

Para el análisis y diseño estructural se debe utilizar las Normas AASHTO LRFD 2010 o última edición.

Para las especificaciones Generales, se debe tomar las siguientes:

Especificaciones Generales para la Construcción de Vías y Puentes, MOP-001-F-2002 o última edición.

Última edición AWS para soldaduras.

Normas ecuatorianas de construcción NEC 11.

Para las especificaciones Especiales, que son las que no constan en las Generales, es obligación del Consultor realizar estas especificaciones para todos y cada uno de los rubros que contengan el proyecto.

Las cargas vivas que se debe aplicar son las HL-93 y HS-MOP a más de estas cargas de frecuencia normal, se debe verificar para un camión extra-pesado de 250 t, de frecuencia esporádica y que pase un camión a la vez por las estructuras de arte mayor. Los diseños deberán contener las recomendaciones de reforzamiento para tomarlas en cuenta en el momento que sean necesarias.

Para el uso de normas internacionales u otras normas, para el análisis y diseño de ciertos elementos especiales, será de común acuerdo con el Supervisor de la parte estructural, este tema está ampliado cuando se habla en forma general.

Especificaciones de materiales

El consultor propondrá y recomendará a la Supervisión Estructural, la utilización de materiales actuales probados, que garanticen una mayor vida útil, menor grado de mantenimiento y de fácil construcción, es responsabilidad del consultor uniformizar el tipo de materiales en las diferentes obras de arte mayor, clasificando por luces u otro tipo, sin embargo para el diseño de los distintos elementos que formen parte de las estructuras de arte mayor, se utilizarán materiales con las siguientes especificaciones como mínimo:

Hormigones

f'c	Elemento
180 kg/cm ² 18 MPa	replanchillos
240 kg/cm ² 24 MPa	en infraestructura: estribos, muros de ala, pilas
240 kg/cm ² 24 MPa	en superestructura: protecciones, veredas, losa diafragmas y vigas
280 kg/cm ² 28 MPa	en tableros sobre vigas metálicas
>350 kg/cm ² >35 MPa	en superestructura: vigas de hormigón postensado.

Acero

El acero de refuerzo tendrá un límite a la fluencia de 4200 kg / cm² (420 MPa) en forma de varillas milimetradas y corrugadas.

El acero de preesfuerzo (en el caso de existir) debe ser del llamado grado 270 de baja relajación cuyo límite de fluencia alcance los 16000 kg / cm² (1600 MPa) y la resistencia máxima no deberá exceder los 18900 kg / cm² (1890 MPa).

Los elementos de acero estructural, en caso de ser usados, deben ser del grado 50, del tipo ASTM A-588, con un límite de fluencia de 3500 kg / cm² (350 MPa).

Análisis y diseño estructural

Anteproyectos.-

Es obligación del Consultor presentar como mínimo 3 alternativas estructurales para cada uno de las obras de arte mayor, con sus correspondientes ventajas y desventajas desde el punto de vista técnico, económico, social, paisajístico, constructivo y ambiental entre otros, mediante una matriz de decisiones. El consultor analizará las alternativas y recomendará la mejor de ellas al ministerio.

Sección transversal.-

Una de las condiciones básicas para la geometría de las estructuras de puentes y viaductos es la adaptación en cada una de las estructuras de la sección transversal, considerando: ancho de calzada, ancho de la vía incluyendo espaldones externos e internos y separadores centrales. El Consultor pondrá en consideración la sección transversal de las estructuras de arte mayor al MTOP para su definición.

Pre-diseño estructural.-

Una vez concebido el ante proyecto estructural, se actualizara la geometría de sus elementos, hasta que exista una armonía entre las cargas actuantes y elementos resistentes, de acuerdo a las normas y regulaciones American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)– Load Resistance Factor Design (LRFD) Bridge Design Specifications, 2010.

Las estructuras deberán pre-diseñarse tomando como parámetros de referencia los siguientes:

Cargas

Peso propio de los elementos

Carga vehicular (HL-93, HS-MOP y Camión extra-pesado, Propuesto en los términos anteriormente indicados)

Empuje de tierras, estáticas, dinámicas (Mononobe Okabe)

Cargas sísmicas (análisis dinámico e iteración suelo-estructura)

Frenado, fuerza centrífuga, retracción por fraguado, variación de temperatura entre otros.

Zona sísmica

Fallas geológicas activas

Estudios que presenten características afines a las citadas en los ítems anteriores.

En lo posible se estandarizará su estructuración y tipo de material de los puentes a utilizarse, luego de un análisis técnico, económico, constructivo, ambiental y paisajista entre otros.

Utilizará la topografía ejecutada en el estudio preliminar de la vía.

El ingeniero estructural, obtendrá tres perfiles longitudinales del sitio del puente, uno en el posible eje y los dos restantes a 20 metros del eje, tanto aguas arriba como aguas abajo. En estos ejes se colocará el posible nivel de máxima creciente obtenido en campo. Se utilizarán equipos de precisión.

Como resultado del análisis y pre-diseño estructural el Consultor deberá entregar el informe de los anteproyectos conteniendo la siguiente información: planos de anteproyecto, cantidades de obras estimadas, presupuesto referencial, cronogramas de trabajo y documentos de respaldo en impreso y en forma magnética.

DISEÑO DE TÚNELES

Sísmica de refracción para portales (Incluye nivelación de geófonos, correlación a una coordenada obtenida por un GPS de precisión)

Con el fin de complementar la información respecto a la identificación de los estratos geológicos del suelo y roca para la implantación de los portales, como en la estabilización de los taludes de los mismos, se incluirá una exploración del subsuelo en base a prospección sísmica, con líneas definidas, de acuerdo a las necesidades del sitio.

Las pruebas o ensayos sísmicos, se ejecutarán observando las especificaciones que rigen para este tipo de ensayos.

El número de disparos será mínimo de cinco para cada perfil, base o implantación. Se realizará el respectivo levantamiento topográfico de los perfiles (coordenadas y cotas).

Los sismogramas tendrán su respaldo tanto magnético como físico.

Se medirán tanto las velocidades longitudinales (V_p) como las transversales (V_s).

Se procederá a procesar los datos de campo, para lo cual, se utilizarán los métodos actuales más avanzados que operan con técnicas y algoritmos de tipo tomográfico y proporcionan como resultado final secciones sísmicas con la distribución continua de los valores de V_p . Representadas estas secciones mediante campos de color o mediante isolíneas convenientemente seleccionadas constituyen una imagen muy detallada e inmediata relativa a ciertas características geotécnicas del subsuelo.

De igual manera, se obtendrán los parámetros físicos-mecánicos de los suelos o rocas, a saber: modulo elástico dinámico (E), coeficiente de Poisson (μ), densidad, cohesión, ángulo de fricción interna, correlaciones con el N (SPT), resistencia a la compresión simple, y otros. Los mismos que permitirán calcular los parámetros geotécnicos que se requieren para los diseños de los taludes en los portales.

Exploración geotécnica en base a perforaciones mecánicas (en todo tipo de material, incluye transporte, muestreo, ensayos e informe)

Con el objeto de caracterizar de una manera preliminar geo-mecánicamente al macizo por donde atravesará el túnel, se realizará una exploración semi-directa con perforaciones mecánicas a rotación percusión, las mismas que deberán considerar un diámetro apropiado y alcanzar el nivel de subrasante del túnel.

Las perforaciones atravesarán todo tipo de material, por lo que cuando sea posible se realizaran ensayos de penetración estándar y recuperación de muestras alteradas, en caso de tener capas blandas se recuperarán muestras inalteradas con tubos de pared delgada (shelby), en caso de roca se determinará el RQD, y todos los índices necesarios para su clasificación.

En este rubro se considera de manera global; además del transporte del equipo a los lugares predeterminados para la exploración también el muestreo tanto alterado como inalterado, los ensayos que se recomiendan serán como mínimo los de clasificación de suelos, el peso unitario, la compresión simple y los de permeabilidad tipo LUGEON, también se determinará el nivel freático.

Los sitios de los sondeos serán ubicados y nivelados con cotas IGM. Se determinará la naturaleza del subsuelo, por medio de la clasificación de los suelos o rocas encontrados y recuperados durante la ejecución de los sondeos mecánicos a fin de elaborar perfiles geotécnicos que permitan visualizar la disposición de los diferentes estratos de geomaterial y la posición del nivel freático. Todos los sondeos, tomas de muestras y ensayos serán realizados conforme a las normas ASTM. Se elaborará un informe para el diseño del túnel

Prediseño estructural de túneles (incluye recopilación de datos, análisis, resultados, informes, planos, cantidades de obra, especificaciones técnicas entre otros.)

El análisis y diseño estructural del túnel, los resultados obtenidos, la factibilidad constructiva, el informe técnico, los planos generales, planos de construcción, cantidades de obra y otros, serán de exclusiva responsabilidad del consultor, a continuación se indican ciertos lineamientos que se deben considerar para este trabajo.

El especialista en análisis y diseño estructural del túnel formará parte, en las inspecciones y ensayos de campo, de todas las especialidades.

El análisis y diseño estructural del túnel se realizará para la sección recomendada por el consultor, ya sea de una o de varias bóvedas.

Se tomará muy en cuenta dentro del proceso constructivo la seguridad Civil, protección para la salud, protección contra incendios, en general protección en túneles y obras subterráneas, para lo cual se elaborarán los respectivos manuales de protección; para que lo aplique en forma obligatoria el constructor.

Para el Análisis y diseño estructural, se regirá a las normas y Códigos pertinentes, en la que se incluya las Normas AASHTO, 2004.

El proceso constructivo debe prver que no se cree inestabilidad dentro de la cavidad o fuera de ella.

El análisis y diseño estructural del túnel se realizara solamente si es aceptado por el MTOP, dentro de la selección de ruta.

Los pasos para el análisis y diseño estructural del túnel en una forma macro será el siguiente:

Una vez definidos la ruta, el diseño vial, la sección transversal; realizados los estudios geológicos, la investigación geotécnica, ensayos geofísicos, ensayos de laboratorio, entre otros; se efectuarán las clasificaciones geomecánicas del terreno en cada tramo y sitios del estudio de acuerdo a técnicas actuales.

Tomando en cuenta el proceso constructivo, las propiedades de la estructura del suelo y/o rocas, la geometría de la sección transversal y longitudinal del túnel, se predimensionarán los elementos de sostenimiento de la excavación, y se actualizarán las fases constructivas.

Se realizará un modelo matemático tridimensional utilizando los paquetes computacionales actuales especializados en el análisis y diseño de obras subterráneas (Flac, Plaxis, UEDC, Midas, etc.), obteniendo la mayor ganancia en la especialidad de cada uno, como son la determinación automática de geometrías, estratigrafías del terreno, sección transversal del túnel, cambio de dimensiones en las mallas donde se requiera, sostenimientos y revestimientos entre otros, de la sección sin excavar.

Introducir las diferentes propiedades de los estratos del terreno, como elementos estructurales de sostenimiento, revestimiento, carga, revestimiento y condiciones de borde.

Se efectúan las corridas que sean necesarias del programa, actualizando las condiciones en el modelo hasta alcanzar un equilibrio interno y externo de todo el túnel.

Se simula el proceso de excavación y se colocan los sostenimientos definitivos, y se chequearán las deformaciones, esfuerzos, plastificaciones, desplazamientos, etc., hasta completar la sección transversal y longitudinal.

El proceso será analizado con los diferentes resultados, a fin de que la estructura sea estable y cumpla con los diferentes factores de seguridad, con las cagas, combinaciones de carga, que recomienden los códigos pertinentes, en la que se incluya análisis dinámico para el efecto sísmico.

Se analizará para las cargas finales como son, revestimientos, y no aportarán a la estabilidad, cargas vivas, obras de drenaje, acabados en general.

Todo este proceso se repite hasta la culminación de todo el túnel.

Se chequeara, el comportamiento de algunos elementos en forma particular, ampliando la información como son, bulones, anclajes, pórticos, andamios provisionales, etc.

Toda esta información de entrada y resultados obtenidos, se plasmará en una memoria técnica, en planos de construcción, especificaciones técnicas especiales, de tal forma que el constructor, tenga la mayor información para ejecución de la obra sin contratiempos.

Análisis y diseño estructural definitivo de túneles de toda la sección transversal, (en la que se incluya la recopilación de datos, análisis, diseño, resultados, informes, planos, cantidades de obra, especificaciones técnicas, entre otros)

Informe del diseño preliminar del túnel (Incluye memoria técnica y planos)

En base a los datos de la exploración e investigación geofísica, se definirá la clasificación geomecánica en base al RMR (Bieniawski) y se diseñara el túnel utilizando los métodos conocidos como el Q (Barton), el NATM, y otros.

El informe de exploración geotécnica, de manera general contendrá lo siguiente

Generalidades: Antecedentes, Objetivo, Alcance, trabajos de campo, laboratorio y gabinete.

Planos de ubicación y localización tanto del túnel como de los sondeos.

Aspectos generales sobre: Topografía, geología y geotecnia

Perfiles de correlación estratigráfica del túnel, tanto longitudinales como transversales.

Resumen de pruebas de campo y laboratorio (longitudes de perforación.

Recomendaciones para la construcción, es decir, se señalará el método de excavación.

Presupuesto de las obras para el túnel, incluido iluminación y ventilación.

Informe Preliminar del Túnel

El consultor presentará el informe que contenga en forma compendiada toda la información técnica del túnel, que incluya cantidades de obra y presupuesto. Una vez aprobado este informe entrará a formar parte del anejo 13 Tipología de estructuras y túneles

SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Cuando la ejecución de las obras afecte, en todo o en parte, a algún tramo de la calzada existente que deba mantenerse en servicio, se adoptarán las medidas necesarias para que la interferencia entre las obras y el tráfico de la carretera sea mínima durante las distintas fases del proyecto constructivo.

En consecuencia, se estudiará la factibilidad de adoptar alguna de las soluciones indicadas a continuación y sus fases correspondientes.

La valoración económica de estos desvíos se incluirá en los correspondientes capítulos del Presupuesto.

DESVÍO GENERAL A TRAVÉS DE ITINERARIOS ALTERNATIVOS

Cuando la magnitud de la afección entre las obras y la circulación de la carretera sea elevada (voladuras, interrupción total del tráfico, etcétera), o bien cuando se afecte a toda la longitud del tramo y no sea posible la ejecución por el sistema de medias calzadas, se estudiará la posibilidad de habilitar temporalmente un itinerario alternativo.

Cuando la diferencia entre el volumen de tráfico habitual que circule por el itinerario alternativo y el tráfico inducido por el desvío sea importante, y éste se efectúe durante un período largo de tiempo, se evaluará la incidencia de aquel en el deterioro del estado de conservación del firme, y se incluirán dentro del presupuesto del Estudio las correspondientes partidas que recojan los trabajos de conservación ordinaria, renovación superficial y, eventualmente, refuerzo del firme del itinerario elegido.

DESVÍOS PROVISIONALES

Desvío provisional de la calzada actual

Cuando las características de las obras a realizar así lo exijan (obras de fábrica, modificaciones de trazado en alzado, entronque de variantes con la carretera actual, etcétera), deberán habilitarse desvíos provisionales para el tráfico, indicando las prescripciones necesarias respecto a su señalización, balizamiento, limpieza, defensa y terminación.

La ubicación, el trazado y la sección estructural del firme en los citados desvíos provisionales deberá figurar en los documentos del Estudio, y los terrenos necesarios para su ejecución deberán figurar expresamente en las Expropiaciones e Indemnizaciones.

Desvío provisional de otros viales o caminos interceptados

Cuando sea preciso habilitar desvíos provisionales de otros viales, caminos o cualquier otra servidumbre de paso afectada, serán objeto de definición precisa en los documentos, y se incluirán dentro de las Expropiaciones e Indemnizaciones los terrenos necesarios para su construcción.

SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

El Consultor deberá efectuar el estudio y diseño de la señalización tanto vertical (preventiva, reglamentaria, informativa y turística) como horizontal de la vía, de acuerdo a las Normas INEN de Señalización vigente, basada en el reglamento Técnico Ecuatoriano para Señalización Vial (RTE INEN 004), Parte 1 (señalización vertical) y Parte 2 (señalización horizontal).

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

En los planos se incluirán las plantas generales de señalización y los detalles, así como las dimensiones de cada una de las marcas viales utilizadas: longitudinales, transversales, flechas, isletas, etcétera.

En el diseño de la señalización horizontal se tendrán en cuenta, principalmente, las siguientes indicaciones:

se asegurará la coherencia entre la señalización horizontal y vertical;
el dimensionamiento de las marcas viales estará en función del tipo de vía o de la velocidad máxima (VM) que las características del proyecto permitan.

Se prestará especial atención a la señalización horizontal de:

carriles de cambio de velocidad;

carriles adicionales para circulación lenta o rápida;

bifurcaciones;

tramos con visibilidad reducida; prohibición de adelantamiento.

En el Estudio se deben fijar:

La clase del material de las marcas viales (pinturas, termoplásticos aplicados en frío o en calientes, marcas prefabricadas), que ha de estar justificada en función del "factor de desgaste" esperado. Se definirá la necesidad de aplicar marcas de tipo II (con resaltos) siempre que lo requiera una mejora de la seguridad vial, y en general, donde el número medio de días de lluvia al año sea mayor de cien (100).

Dosificación de la mezcla (pintura, microesferas de vidrio) y calidad de los materiales a emplear.

Métodos y maquinaria de ejecución. Controles de calidad.

Condiciones de medición y abono: cuando las marcas viales sean de ancho constante se abonarán por metros realmente aplicados. Cuando no, por metros cuadrados ejecutados.

Para pinturas de señalamiento de tráfico, se deberá tomar en cuenta la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

En los planos de planta correspondientes se dibujarán las señales, indicando el punto donde deben instalarse.

.En el diseño de la señalización vertical se tendrán en cuenta, principalmente, las siguientes indicaciones:

se asegurará la uniformidad entre tramos de carreteras del mismo itinerario;
velocidad máxima (VM) en función de las características geométricas y de la visibilidad disponible;

se prestará especial atención a la señalización de:

tramos de visibilidad reducida;

tramos de fuerte curvatura;

bifurcaciones y divergencias;

tramos de prohibición de adelantamiento;

carriles adicionales para circulación lenta o rápida;

tramos afectados frecuentemente por nieblas, heladas, vientos de cierta importancia y frecuencia, etcétera;

conexiones temporales con la red viaria existente. Paso de doble calzada a única con circulación en los dos sentidos;

túneles;

desvios de tráfico por obras.

En las vías de menos de 50 kilómetros de longitud, el Consultor deberá diseñar Letreros informativos (sección 6 m x 2 m), que serán colocados al inicio y final del proyecto, además, 2 letreros (1 por sentido) cada 8 kilómetros. (Requerimiento señalado en oficio INCOP No DE-5423-2010, suscrito por el Subsecretario de Imagen, Publicidad y Promoción, de la Presidencia de la República)(Se adjunta copia).

En las vías mayores a 50 kilómetros de longitud, el Consultor deberá diseñar Letreros Informativos (sección 6m x 2 m), que serán colocados al inicio y final del proyecto, además, 2 letreros (1 por sentido) cada 10 kilómetros. (Requerimiento señalado en oficio INCOP No DE-5423-2010, suscrito por el Subsecretario de Imagen, Publicidad y Promoción, de la Presidencia de la República).

Estos Letreros Informativos deben contener mínimo la siguiente información: Nombre del Proyecto, Monto, Plazo, Obras Esenciales y Partes Contratantes.

Los Diseños y Mensajes de las vallas serán proporcionados y aprobados por el Ministerio del Transporte y Obras Públicas y la Subsecretaría de Imagen, Publicidad y Promoción.

La ubicación de cada una de las señales se definirán de manera exacta por abscisas y deberán ser georeferenciadas, conforme la recomendación de las Normas INEN.

El diseño de estructuras y anclaje de la señalización vertical e informativa y de los elementos de seguridad serán los determinados en las Normas INEN.

Las Especificaciones Técnicas Particulares del proyecto debe fijar:

Las características del material de sustrato (aluminio o acero galvanizado) y de los materiales retrorreflectantes.

El nivel de retrorreflexión, en función del tipo de señal y del tipo de vía.

El valor mínimo del coeficiente de retrorreflexión de las señales y carteles verticales, así como las coordenadas cromáticas y el factor de luminancia de las zonas reflectantes y no reflectantes.

El periodo de garantía.

Las condiciones de medición y abono. Las señales verticales se abonarán por unidades, incluido en el precio sus elementos de sustentación, anclaje y cimentación. Los carteles verticales se abonarán por metros cuadrados, siendo independiente la medición y abono de los elementos de sustentación, anclajes y cimentaciones.

En los planos de detalles se indicarán las dimensiones y el texto de los carteles verticales.

Se incluirán los cálculos de los pórticos y banderolas y de sus cimentaciones

BALIZAMIENTO

Además de la señalización horizontal y vertical se diseñarán los correspondientes elementos de balizamiento, y en particular se estudiará la conveniencia de:

colocar hitos kilométricos y miramétricos, complementados con los hitos delimitadores del hectómetro correspondiente;

instalar captafaros reflectantes en los arcenes del tronco de la traza, en las intersecciones, en los enlaces, en las curvas de radio menor de 250 m y sobre la barrera de seguridad semirrígida;

instalar hitos de arista, para balizamiento con captafaros reflectantes;

instalar balizas flexibles e hitos de vértice como complemento a los hitos y captafaros, en zonas de divergencias y bifurcaciones;

la implantación de marcas viales sonoras en los bordes exteriores de las calzadas;

instalar paneles direccionales en tramos de fuerte curvatura;

instalar mangas catavientos y pantallas antideslumbrantes, cuando sea preciso;

instalar elementos luminosos de balizamiento en los desvíos de tráfico por obras, cuando la situación de peligro persista durante las horas nocturnas o en ocasiones de reducida visibilidad.

De manera general antes de las zonas pobladas, con el objeto de reducir la velocidad de los vehículos, el Consultor diseñará “bandas transversales de alerta”, en base a lo señalado en el Acuerdo Ministerial No. 020 de fecha 07-07-2010, suscrito por la Ministra de Transporte y Obras Públicas. (se adjunta copia de dicho Acuerdo).

La disposición de los distintos elementos que componen el balizamiento vendrá reflejada en los planos de planta correspondientes. El dimensionamiento se definirá en los planos de detalles.

Las características de los materiales a emplear se definirán en el apartado correspondiente de las Especificaciones Técnicas Particulares.

En el diseño del balizamiento en su conjunto se prestará atención a las zonas siguientes:

bifurcaciones y divergencias;

tramos de visibilidad reducida;

conexiones temporales con la red viaria existente; paso de doble calzada a única con circulación en los dos sentidos;

tramos de fuerte curvatura;

túneles;

desvios de tráfico por obras.

BARRERAS DE SEGURIDAD

La disposición de los distintos elementos que componen los sistemas de contención de vehículos vendrá reflejada en los planos de planta de señalización, balizamiento y defensas, indicando el tipo de sistema empleado en cada zona o tramo.

En los planos de detalle se definirán los distintos elementos utilizados (posición longitudinal y transversal, dimensiones y cimentaciones, transiciones, etcétera).

Las Especificaciones Técnicas Particulares deben fijar:

Las características de los materiales a emplear.

Los medios y maquinaria para su ejecución.

El periodo de garantía.

Las condiciones de medición y abono. Las barreras de seguridad y pretilas se medirán y abonarán por metros lineales, incluyendo el precio de su colocación y puesta en obra. Los abatimientos o piezas de remate de los extremos de las barreras se medirán y abonarán por unidades.

En el diseño de las defensas en su conjunto se prestará especial atención a los casos siguientes:

medianas, en carreteras de calzadas separadas;

zonas donde otros viales discurren en paralelo y muy próximos a la calzada principal (vías colectoras, vías de servicios, etcétera);

zonas donde los vehículos circulen próximos a obstáculos laterales (pilas de pasos superiores, edificaciones, soportes de pórticos y banderolas, pantallas antirruído, etcétera);

zonas especiales: acceso a puentes, viaductos, obras de paso o túneles; vías de giro en intersecciones y ramales en enlaces; "Narices" en salidas, bifurcaciones y divergencias; comienzo de mediana.

INTEGRACIÓN AMBIENTAL

Con base en el Estudio de Impacto Ambiental, deberán proyectarse las medidas correctoras de la incidencia de las obras proyectadas, tanto en la fase de construcción, como en la de explotación, de manera que se consiga la integración ambiental de la carretera y la reducción de los impactos. Para ello se incluirá en el Estudio el Plan de manejo Ambiental y el Programa de Seguimiento y Monitoreo del Proyecto.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Es el conjunto de programas, proyectos y actividades, necesarios para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por el proyecto durante las diferentes etapas. Para cada impacto negativo identificado, debe formularse las respectivas medidas de manejo.

Toda medida deberá ser estructurada de acuerdo a lo establecido en las Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes MOP-F-2002, y los Lineamientos que para el efecto cuenta la Unidad de Gestión Ambiental del MTOP. Si es necesario se creará especificaciones y rubros particulares y especiales.

El PMA debe contener como mínimo: objetivos, medida, descripción, impactos a controlar, tipo de medida, acciones a desarrollar (figuras y detalles), lugar de aplicación, mecanismos y estrategias participativas, personal requerido, indicadores de seguimiento y monitoreo (cualificables y cuantificables), responsable de la ejecución, cronograma y presupuesto.

Se sugiere contemplar – en caso de que aplique para el manejo de los impactos identificados – los siguientes programas para cada uno de los medios:

Programas de manejo del recurso suelo

Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación

Manejo de taludes.

Manejo de Escombreras (Incluir diseños, capacidad de recepción, análisis de sísmica, geológico e hidráulico) información requerida de manera individual.

Manejo de fuentes de materiales.

Manejo de plantas de trituración, concreto y asfalto.

Manejo de patios de almacenamiento y talleres de mantenimiento.

Manejo de explosivos y ejecución de voladuras.

Manejo de materiales y equipos de construcción.

Manejo de residuos líquidos peligrosos.

Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales.

Manejo morfológico y paisajístico.

Programa de manejo del recurso aire.

Manejo de fuentes de emisiones y ruido.

Programas de manejo del suelo.

Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote.

Manejo de flora.

Manejo de fauna.

Manejo del aprovechamiento forestal.

Programa de protección y conservación de hábitats.

Programa de revegetalización y/o reforestación.

Programa de conservación de especies vegetales y faunísticas en peligro crítico en veda o aquellas que no se encuentren registradas dentro del inventario nacional o que se cataloguen como posibles especies no identificadas.

Programa de educación y capacitación al personal vinculado al proyecto.

Programa de información y participación comunitaria.

Programa de reasentamiento de la población afectada.

Programa de capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto.

Programa de Señalización.

Programa de seguridad industrial y salud ocupacional.

Programa de arqueología preventiva.

Programa de compensación social y Afectaciones (Expropiaciones) : En caso de afectación a los componentes social, económico y cultural (infraestructura o actividades individuales o colectivas), la compensación debe orientarse a la reposición, garantizando iguales o mejores condiciones de vida de los pobladores asentados en el área de influencia directa con la inclusión de listados de afectados, áreas a ser afectadas, y precios según los avalúos y catastros actuales se anexarán planos con los detalles descritos.

De acuerdo a la realidad del proyecto, del tipo de impactos ambientales detectados así como de las posibilidades de prevenir, controlar, mitigar y/o compensar, la Consultoría Ambiental definirá la estructura de Programas, Proyectos y Actividades a estructurarse dentro del Plan de manejo Ambiental.

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PROYECTO

El consultor debe realizar un programa de seguimiento y monitoreo y debe cumplir como mínimo con lo indicado en cada uno de los programas y medidas establecidos en el plan de manejo ambiental.

Este programa persigue mantener un control de los elementos ambientales en forma específica, agua, suelo, aire, y otros elementos sensibles que puedan ser identificados a lo largo del estudio, para lo cual se deberá seguir con los siguientes procedimientos.

Los sitios de muestreo deben georreferenciarse y justificar su representatividad para establecer el monitoreo que permita el seguimiento de los parámetros ambientales según se describe en la línea base.

Parámetros a medirse

Emisiones atmosféricas, calidad de aire, ruido y vibraciones.

Cuerpos Hídricos relacionados con el proyecto

Capas de suelo expuestas a algún tipo de contaminación

Plan de contingencias

Análisis de riesgos

Debe incluir la identificación de las amenazas o siniestros de posible ocurrencia, el tiempo de exposición del elemento amenazante, la definición de escenarios, la estimación de la probabilidad de ocurrencia de las emergencias y la definición de los factores de vulnerabilidad que permitan calificar la gravedad de los eventos generadores de emergencias en cada

escenario. Esta valoración debe considerar los riesgos tanto endógenos como exógenos. Se debe presentar la metodología utilizada.

Durante la evaluación de la vulnerabilidad se deben considerar, al menos los siguientes factores:

Víctimas: número y clase de víctimas, así como también el tipo y gravedad de las lesiones.

Daño ambiental: evalúa los impactos sobre el agua, fauna, flora, aire, suelos y comunidad, como consecuencia de una emergencia.

Pérdidas materiales: representadas en infraestructura, equipos, productos, costos de las operaciones del control de emergencia, multas, indemnizaciones y atención médica, entre otras.

Los resultados del análisis se deben llevar a mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, en escala 1:25.000 o menor y 1:10.000 o mayor según corresponda al área de influencia indirecta o directa, respectivamente.

Plan de contingencia

Con base en el análisis de riesgos, se debe estructurar el Plan de Contingencia mediante el diseño de planes estratégicos, consistentes en la elaboración de programas que designen las funciones y el uso eficiente de los recursos para cada una de las personas o entidades involucradas; planes operativos donde se establezcan los procedimientos de emergencia, que permitan la rápida movilización de los recursos humanos y técnicos para poner en marcha las acciones inmediatas de la respuesta; y un sistema de información, que consiste en la elaboración de una guía de procedimientos, para lograr una efectiva comunicación con el personal que conforma las brigadas, las entidades de apoyo externo y la comunidad afectada.

Este plan de contingencia debe contemplar: emergencias y contingencias durante la construcción y los lineamientos para la operación.

Deben cartografiarse las áreas de riesgo identificadas, las vías de evacuación y la localización de los equipos necesarios para dar respuesta a las contingencias.

PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL

Para las áreas e infraestructura intervenidas de manera directa por el proyecto, debe:

Presentar una propuesta de uso final del suelo en armonía con el medio circundante.

Señalar las medidas de manejo y reconfiguración morfológica que garanticen la estabilidad y restablecimiento de la cobertura vegetal y la reconfiguración paisajística, según aplique y en concordancia con la propuesta del uso final del suelo.

Presentar una estrategia de información a las comunidades y autoridades del área de influencia acerca de la finalización del proyecto y de la gestión social.

El consultor presentará los cronogramas valorados, presupuestos, rubros a las cuales se aplica, análisis de precios unitarios, especificaciones técnicas y matriz lógica.

Cabe indicar que la responsabilidad del Consultor cubre hasta obtener la aprobación definitiva de la Autoridad Ambiental correspondiente (MAE).

OBRAS COMPLEMENTARIAS

El Estudio incluirá la descripción de las obras accesorias o complementarias que, aunque no sean indispensables, sí resulten convenientes de cara a la conservación y explotación de las obras proyectadas (iluminación, cerramientos, accesos, áreas de descanso, etcétera).

ILUMINACIÓN

Se estudiará la conveniencia de proyectar la iluminación de todo o parte del tramo, de forma que la circulación nocturna se realice con la seguridad y comodidad adecuada. Ello ha de estar justificado por la alta intensidad de circulación o la peligrosidad de la zona.

Para ello se definirán los siguientes apartados:

calidad luminotécnica;

nivel de iluminación;

control de deslumbramiento, comodidad visual;

visibilidad ambiental;

enlaces e intersecciones;

zonas de adaptación o transición;

diseño geométrico;

guiado visual, guiado óptico;

alturas de montaje;

tipos de implantación;

puntos especiales, curvas, cruces o bifurcaciones, etcétera;

especificaciones sobre la situación de los puntos de luz;

diseño de la instalación eléctrica;

suministros, acometidas;

centros de transformación (ubicaciones);

dimensionamiento de la red eléctrica, red de tierra;

exigencias básicas;

tipo de luminarias;

sistemas de encendido;

cruzamientos;

diseño de instalaciones especiales;

túneles;

iluminación con postes de gran altura (> 20 m);
pasos peatonales subterráneos y al nivel de calzada.

En los planos de proyecto se incluirán las plantas generales de iluminación y los detalles.

Las características de los materiales a emplear y de la instalación de los distintos elementos que componen la iluminación, serán objeto de definición en el apartado correspondiente de las Especificaciones Técnicas Particulares.

CERRAMIENTOS

Se dispondrá el cerramiento de la calzada principal a lo largo de todo el trazado como factor coadyuvante a la protección mutua de márgenes y carretera y como limitador, ordenador y encauzador de accesos.

Se definirán, en las plantas generales correspondientes y planos de detalles, además de los tipos de vallas necesarios, las puertas de acceso y los dispositivos de escape para mamíferos.

Las características de los materiales a emplear se especificarán en los apartados correspondientes de las Especificaciones Técnicas Particulares.

POSTES S.O.S.

Si en el Estudio se estableciese la necesidad de la instalación de una red de postes S.O.S., se incluirán plantas generales y planos de detalles. Se definirán, al menos, los siguientes elementos:

infraestructura civil para las canalizaciones longitudinal y transversal;

cimentaciones de los postes;

señalización de su emplazamiento.

Las características de los materiales a emplear se especificarán en los apartados correspondientes a las Especificaciones Técnicas Particulares

ÁREAS DE SERVICIO

Si en el Estudio se estableciese la necesidad de la creación de áreas de servicio, se incluirán los accesos del área de servicio y en su caso la explanación.

La ubicación y definición de los accesos y en su caso la explanación del área de servicio deberá figurar en los documentos contractuales del Estudio y los terrenos necesarios para su ejecución deberán figurar expresamente en las Expropiaciones.

REPLANTEO

BASES DE REPLANTEO

El diseño y la materialización de las bases de replanteo se han establecido en el punto 3.4.6.1

de este Pliego. La documentación sobre ellas figurará en el Anejo nº 1: Cartografía y topografía.

REPLANTEO DEL EJE CADA 20 METROS

Se adjuntarán los listados para el replanteo de los distintos ejes necesarios para definir completamente el trazado proyectado, de tal forma que posibiliten el uso de los distintos métodos para el replanteo de los puntos de la traza (por bisección, polares, referencia al Norte, etcétera).

Los listados de replanteo deberán contener, como mínimo, los siguientes datos:

- coordenadas, cota y coeficiente de anamorfosis de cada base y situación relativa entre cada par de bases de replanteo;
- distancia al origen (D.O.), coordenadas y cota del punto a replantear;
- distancia y acimut (respecto al vector que une las dos bases) del punto a replantear, con respecto a cada una de ellas.

Los datos de replanteo corresponderán a los puntos equidistantes del eje, como máximo cada 20 m, y a todos los puntos singulares del trazado en planta.

En las alineaciones curvas de radio igual o inferior a 150 m los datos de replanteo corresponderán a los puntos equidistantes del eje 10 m entre sí, como máximo.

REPLANTEO DE LAS ESTRUCTURAS

Se adjuntarán también los listados de replanteo correspondientes a todas y cada una de las estructuras proyectadas, incluyendo:

- cotas del plano de cimentación;
- coordenadas de replanteo de las esquinas de las zapatas o encepados de pilas o estribos;
- coordenadas y cotas de apoyo de vigas;
- coordenadas para la definición geométrica de elementos curvos.

COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS

Durante la redacción del Estudio se establecerán contactos con todos aquellos organismos, entidades y empresas concesionarias de servicios, bien sea por resultar directamente afectados por la ejecución de las obras, o bien por disponer de información de utilidad referente a la zona objeto de estudio.

A tales efectos, el MTOP otorgará al Consultor las credenciales precisas para contactar y obtener la información necesaria para el correcto y adecuado diseño de las obras proyectadas.

Se incluirá la documentación correspondiente a los contactos establecidos.

REPOSICIÓN DE CAMINOS

El trazado y número de reposiciones de carreteras, caminos agrícolas, vías pecuarias, vías verdes, carriles ciclistas, etc, así como el cruce sobre la carretera objeto del proyecto, deberá ser estudiado junto con los diferentes organismos encargados de su mantenimiento para consensuar necesidades y resolver su reposición de la forma más adecuada a los distintos intereses.

CRITERIOS GENERALES

El Estudio debe asegurar el mantenimiento del nivel existente de permeabilidad transversal del territorio y estudiará la reposición de caminos, provisionales o permanentes, para lograr este objetivo.

También con carácter general, se deberán reponer todos los caminos que cuenten con pasos sobre o bajo las infraestructuras existentes que discurran paralelas y cercanas al trazado de la carretera.

Como regla general, se intentará localizar los cruces de caminos en aquellos puntos del trazado en los que la diferencia de cotas entre el perfil longitudinal del terreno y la rasante proyectada permita habilitar el cruce mediante obras de paso de coste menor.

Cuando sea necesario, se deberán diseñar los tramos de caminos para conectar entre sí los distintos caminos interceptados a través de las obras de paso proyectadas. Si es necesario diseñar caminos paralelos a la traza de la carretera objeto de proyecto, se situarán preferentemente fuera de la zona de dominio público de la carretera para su cesión posterior a los organismos titulares de la conservación de los caminos.

El trazado y la sección transversal de la reposición de caminos se ajustarán a las necesidades de cada uno de ellos.

El Estudio de reposición de caminos debe contener:

Estudio de la ordenación de márgenes, de modo que se resuelvan los problemas de los accesos a fincas, modificando las conexiones que resulten peligrosas para el tráfico o, teniendo en cuenta la limitación de accesos, proyectando los pasos y los caminos necesarios en ambas márgenes.

Estudio de la continuidad de las carreteras, vías pecuarias y caminos agrícolas interceptados, tanto durante la construcción como durante la explotación. Para ello los pasos localizados en áreas rurales y destinados a permitir la continuidad de las actividades agrícolas serán lo suficientemente amplios como para permitir el paso de la maquinaria agrícola.

Contactos mantenidos con los responsables de la explotación de los caminos, carreteras y vías pecuarias, así como con los Municipios afectados, para promover la autorización a la reposición de caminos prevista y consensuar su posterior cesión a los titulares de estas infraestructuras.

Definición del trazado de la reposición de caminos: ejes en planta y alzado, y sección transversal.

Planos de planta con la reposición de caminos proyectada, que deben tener una anchura de banda suficiente como para permitir comprobar la accesibilidad de las fincas afectadas. Planos con plantas, perfiles longitudinales y perfiles transversales de cada uno de los caminos diseñados. Estos planos se incluirán también en el documento Planos.

EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

Se delimitarán con la mayor precisión posible los bienes y derechos afectados por la ejecución de todas las obras comprendidas en el proyecto, incluidas las zonas anexas necesarias para el buen funcionamiento, conservación y explotación de la carretera. Se preverá la expropiación necesaria para la reposición de los servicios afectados y las ocupaciones temporales para préstamos, vertederos e instalaciones, así como para cualquier otro uso que requiera la obra.

CONTENIDO DE LOS EXPEDIENTES DE LAS EXPROPIACIONES

El Consultor, en coordinación con los Municipios de Zona, realizará el levantamiento de las expropiaciones, de la franja que vaya a ser ocupada con la ampliación de la carretera.

En los planos, las parcelas se deberán delimitar, siempre que sea posible, en su totalidad.

Igualmente en el plano deberán delimitarse con tramas los diferentes tipos de afectación, esto es, los terrenos de expropiación, imposición de servidumbre y ocupaciones temporales. Asimismo, se deberá indicar el norte geográfico o magnético, los límites provinciales y municipales, las carreteras, los caminos, los cauces públicos, los accidentes geográficos más significativos, las edificaciones y cualquier otro aspecto que contribuya a la identificación y acceso a cada una de las parcelas afectadas.

La superficie de cada parcela (expropiación, servidumbre u ocupación temporal) será objeto de medición y determinación en campo o sobre plano, siempre que reúna las condiciones de escala y precisión adecuadas.

Toda la información se concretará en una relación individualizada de los bienes y derechos afectados, para cada Municipio, realizada sobre la base de unas fichas individualizadas con los siguientes datos:

- Municipio donde radica la parcela
- Número de orden identificativo de la parcela
- Titular/es:

Nombre

Dirección

Teléfono

- Representante del Titular si lo hubiera:

Nombre

Dirección

Teléfono

- Datos o características físicas:

Naturaleza

Aprovechamiento actual

Delimitación (linderos)

Forma

Superficie total

- Afecciones (superficie):

Longitud (m)

Expropiación (m²)

Servidumbre (m²)

Ocupaciones temporales (m²)

Total afectación (m²)

- Tipo de afectación:

Total o parcial

Forma de afectación

Derechos o gravámenes que pesan sobre la finca

- Construcciones afectadas (m²):

Viviendas

Instalaciones agrícolas o pecuarias

Cobertizos o anejos

Recintos industriales

Instalaciones deportivas

Industrias

Otras construcciones e instalaciones

Servicios afectados (tuberías, acequias, pozos de riego, etc.)

En el supuesto de que se afecte algún tipo de construcción o servicio de que esté dotada la finca o parcela afectada se realizará una descripción detallada con especificación de los materiales utilizados, su antigüedad, estado actual, mediciones, las unidades de obra y en general todos aquellos detalles constructivos que se estime conveniente para su definición.

Las construcciones afectadas se habrán de levantar en primer lugar por su perímetro exterior y por plantas independientes, debiéndose detallar su distribución interior, así como el uso presumible de cada recinto.

- Reportaje fotográfico de la parcela o finca afectada:

Vista panorámica de la parcela

Detalle de cultivos

Edificaciones y servicios afectados

Tomando como base los datos existentes en las fichas individuales relativos a las fincas o parcelas, deberán confeccionarse los siguientes cuadros:

- Cuadro de aprovechamientos por municipios
- Cuadro de edificaciones por municipios
- Cuadro de precios unitarios por aprovechamientos

La confección de los cuadros se realizará de acuerdo con las directrices que marque el MTOP.

PRESUPUESTOS

Expropiaciones e indemnizaciones

Se realizará una estimación del posible coste de las expropiaciones de fincas y/o edificaciones afectadas, así como de los demás bienes y derechos objeto de la expropiación a los que habrá que añadir las posibles indemnizaciones en concepto de rápida ocupación.

Para realizar la valoración se tendrán en cuenta los precios medios aplicables en la y las diferentes categorías de los cultivos y las construcciones.

Servicios afectados

Se incluirán en este apartado los presupuestos estimados para la reposición de servicios y servidumbres solamente en el caso de que su reposición no se contemple en otros documentos del Estudio.

Salvo justificación expresa en contrario, la reposición de todos y cada uno de los servicios o servidumbres afectados será objeto de un estudio específico, con definición exacta de las distintas unidades de obra a ejecutar y su valoración correspondiente, que se incorporará al presupuesto general del Estudio, dentro de un capítulo específico que se titulará REPOSICIÓN DE SERVICIOS.

CONTENIDO DEL EXPEDIENTE DE EXPROPIACIONES A INCLUIR EN EL ESTUDIO

El Expediente de expropiaciones contendrá los siguientes documentos:

- Memoria

Relación concreta e individualizada de los bienes y derechos afectados por municipios

- Presupuesto

- Fichas individualizadas

Planos parcelarios

- Separata de valoración individualizada de los bienes y derechos afectados

- Soporte fotográfico e informático

Todos los documentos se integrarán en el Anejo “Expropiaciones e Indemnizaciones”, excepto la separata con la valoración individualizada, que se entregará en tomo independiente.

La Memoria describirá brevemente el objeto de la expropiación, las diferentes formas de afectación, las limitaciones que comporta la propiedad, los tipos de cultivos, aprovechamientos y edificaciones afectadas, la estructura y el régimen de explotación y los criterios de valoración utilizados.

La valoración se habrá de basar en los cuadros de superficies afectadas por aprovechamientos y edificaciones, y en los precios unitarios establecidos.

REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES Y SERVICIOS

Se incluirán dentro de este concepto todos aquellos servicios y servidumbres afectados por la ejecución de las obras, y cuya restitución se proyecte y se incluya en el presupuesto del Estudio.

Salvo justificación expresa en contrario, todos los servicios, servidumbres de paso, riego, etcétera, se estudiarán dentro del presente apartado, diseñándose los correspondientes elementos y obras accesorias para la correcta reposición de los mismos.

Se incluirán también en este Anejo las afecciones a servicios estatales y públicos, sujetos o no a concesión, que se afecten, y cuya modificación esté sujeta a procedimiento especial. Se estimará, asimismo, el coste de modificaciones y reposiciones y su coordinación con el plan de obras.

IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS

Una vez definido el trazado geométrico de las obras proyectadas, y las dimensiones y características de las estructuras y obras de fábrica más importantes, se replanteará la situación sobre el terreno, identificando y señalando la ubicación de los distintos servicios y servidumbres afectadas, entre los que se citan, sin exhaustividad, los siguientes:

líneas eléctricas, telegráficas y telefónicas;

redes de riego, abastecimiento de aguas o saneamiento;

oleoductos y gasoductos;

La ubicación de todos y cada uno de los posibles servicios afectados se reflejará con claridad en los planos correspondientes.

DISEÑO DE REPOSICIONES

Una vez localizados e identificados, se realizará, en los casos en que la reposición lo requiera, un levantamiento topográfico local en el entorno del punto de intercepción, determinando con exactitud las coordenadas y cotas de los diferentes elementos del trazado afectado (postes de apoyo, tendidos aéreos, etcétera).

Toda la información anterior se reflejará sobre planos de planta y alzado a escala adecuada, los cuales serán remitidos a la Entidad o Empresa propietaria o concesionaria del servicio en cuestión, recabando información relativa a los condicionantes existentes y características técnicas que deben cumplir las obras de reposición.

El Estudio de reposición de cada uno de los servicios afectados correrá a cargo del Consultor, el cual podrá elaborarlo por sí mismo, o bien por intervención de otros técnicos especialistas, o bien asesorado por la propia Entidad afectada.

En cualquier caso, la solución adoptada deberá contar con la aprobación expresa de la Entidad o Empresa titular del servicio en cuestión, y con la conformidad del MTOP.

DEFINICIÓN Y VALORACIÓN DE LAS REPOSICIONES EN LOS DOCUMENTOS CONTRACTUALES DEL PROYECTO

Toda la información recogida y proyectada, relativa a los servicios afectados, se sintetizará en unas fichas resumen que se incorporarán al Anejo “Reposición de Servicios”, con independencia del resto de la documentación (Planos, comunicaciones, etc) general y justificativa de los Servicios Afectados por las Obras.

Planos

Los planos integrantes de los distintos estudios de reposición de servicios pasarán a formar parte de los planos del Estudio.

Especificaciones Técnicas Particulares

El P.P.T.P. del Estudio incluirá la definición exacta de todas y cada una de las unidades de obra necesarias para la ejecución material de las restituciones proyectadas, las especificaciones de calidad que deben de cumplir los materiales empleados, así como la forma de medición y abono, haciendo referencia expresa a los precios del Cuadro de Precios N° 1 que sean de aplicación en cada caso.

Cuadros de Precios

El Cuadro de Precios N° 1 deberá incluir los precios unitarios de ejecución material correspondientes a todas y cada una de las unidades de obra incluidas en los proyectos de reposición de servicios y el Cuadro de Precios N° 2 reflejará su descomposición reglamentaria correspondiente.

Presupuestos

Los distintos presupuestos de reposición de los diferentes servicios afectados se incorporarán como presupuestos parciales dentro del Capítulo General de Reposición de Servicios, cuyo importe total se incorporará al resto de los capítulos del Presupuesto del Estudio.

PLAN DE OBRAS

Se elaborará un Programa de Trabajos, haciendo constar el carácter meramente indicativo que tendrá esta programación.

El plan de trabajos se confeccionará teniendo en cuenta las actividades correspondientes a las unidades de obra más importantes, los equipos más adecuados para su ejecución y sus rendimientos medios previsibles, y la lógica del proceso de construcción de las obras.

Se adjuntará un diagrama de barras representativo del desarrollo de las obras, justificativo del plazo total estimado para la terminación de las mismas, con indicación de las inversiones previstas en cada actividad y mes durante todo el plazo de ejecución.

ANÁLISIS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PERIÓDICO

Las actividades de mantenimiento rutinario de corto plazo, deben ser incorporadas en los contratos de rehabilitación del programa para un período

de 2 años, a partir de la terminación de los trabajos de rehabilitación. El primer año con costos a cargo del contratista y los dos años con costos estimados por el diseñador.

OBJETO:

Descripción de trabajos, alcance, metodología, cálculos, planos, conclusiones y recomendaciones que se deben adelantar para programar las diferentes actividades de mantenimiento rutinario con horizonte de diseño de tres años (limpieza de obras de arte mayor, menor y derrumbes; roza a mano y/o roza a máquina dentro de derecho de vía; inspección y mantenimiento de puentes; bacheo y sellado de grava o asfalto; recapeo mínimo local; reposición de relleno; reconformación de rasante; señales y demarcación; sello de fisuras y otras actividades) para la red vial, tanto asfaltadas como de grava y de tierra, tomando en cuenta los nuevos Términos de Referencia de SAMR, preparados por el MTOP y que se hallan en estado de implementación.

ALCANCE DE TRABAJO:

Recopilación y análisis de información respecto a (según la característica de cada proyecto y los criterios del Consultor):

Fechas de construcción de la vía y diseño del pavimento original

Fechas de las obras de rehabilitación emergente, incluyendo drenaje, refuerzos, controles de los materiales y mezclas utilizadas

Volúmenes de tránsito, composición vehicular y estacionalidad

Características geológicas, geotécnicas, topográficas, climáticas, hidrología-drenaje y ambientales

Fuentes locales de materiales disponibles para mantenimiento rutinario

Equipo mecánico necesario y sus costos de operación para el mantenimiento rutinario

Registro histórico de costos unitarios y de costos actuales de mantenimiento rutinario.

EVALUACIÓN AMBIENTAL

Se deberá formular un Plan Ambiental de mantenimiento, el cual estará orientado a prevenir, mitigar y corregir los posibles impactos ambientales y sociales que el desarrollo del proyecto pueda generar.

Se presentará el presupuesto específico para el desarrollo de las medidas ambientales del proyecto, de forma tal que se integre al presupuesto general del proyecto.

CANTIDADES DE OBRA Y ESPECIFICACIONES

Calcular las cantidades de obra anuales para las diferentes actividades de mantenimiento rutinario, para cada tramo y agregadas para cada carretera del proyecto, dado el nivel de tránsito y las condiciones actuales de la red vial.

Elaborar las especificaciones particulares, cuando los trabajos a realizar no estén cubiertos por las especificaciones y normas generales vigentes, o cuando las características especiales de la actividad lo requieran.

Los documentos finales deben incluir los procedimientos para el control de calidad y las instrucciones específicas a realizarlo.

PLANES Y CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO

Preparar planes a nivel de la red vial y a nivel de proyecto incluyendo el cronograma de las diferentes actividades de mantenimiento rutinario en términos de cantidades de obra y el presupuesto requerido, con el objeto de garantizar el acceso adecuado, minimizar los inconvenientes al tránsito en general y evitar sobrecoseos. Así mismo, deberá determinarse la frecuencia más aconsejable para la realización de dichas actividades de mantenimiento rutinario.

El Consultor presentará un Informe final de mantenimiento e incluirá en el Presupuesto del Estudio el costo del mantenimiento rutinario del primer año.

ESTIMACIÓN DE PRECIOS

El anejo de Estimación de Precios carecerá de carácter contractual y su objeto será acreditar ante la Administración la situación del mercado y servir de base para la confección de los Cuadros de Precios números 1 y 2.

En este anejo se presentará la justificación del cálculo de los precios adoptados, las bases fijadas para la valoración de las unidades de obra y de las partidas alzadas propuestas.

El cálculo de precios de las distintas unidades de obra se basará en la determinación de los costes precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del IVA. Los costes a determinar serán los siguientes:

1) directos:

mano de obra, con consideración del rendimiento: se calcularán los jornales por trabajador, según las distintas categorías, de acuerdo con lo que dispongan los convenios colectivos provinciales vigentes del sector de la construcción;

materiales a pie de obra, considerando el precio de origen y los gastos de transporte;

gastos de personal, combustible, energía, etcétera, relacionados con el funcionamiento de la maquinaria e instalaciones, considerándose el rendimiento;

gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones, indicando los costes para los diferentes tipos de maquinaria a emplear en la ejecución de las obras;

2) Indirectos:

oficinas a pie de obra;

comunicaciones;
edificios temporales;
personal técnico y administrativo, adscrito exclusivamente a la obra y que no intervenga directamente en la ejecución de unidades concretas;
imprevistos.

Los costes indirectos se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el Consultor a la vista de la naturaleza de la obra proyectada. El valor del porcentaje que corresponde a costes indirectos será como máximo del 6, 7 u 8 por 100, según se trate de obra terrestre, fluvial o marítima.

El valor del coeficiente representativo de los costes indirectos estará compuesto por dos sumandos:

$$K = K1 + K2$$

El primero, K1, es el porcentaje que resulta de la relación entre la valoración de los costes indirectos y la de los costes directos:

$$K1 = \text{Coste indirecto} / \text{Coste directo}$$

El segundo, K2, es el porcentaje correspondiente a la incidencia de los imprevistos, que será función del tipo y situación de las obras proyectadas.

Una vez determinados los costes directos de las distintas unidades de obra (Cd) y establecido el porcentaje correspondiente a los costes indirectos (K), se obtendrán los precios de ejecución material (P) de todas las unidades de obra que intervengan en el proyecto mediante la expresión:

$$P = Cd \cdot (1+k/100)$$

En el caso de que en el presupuesto figuren partidas alzadas se incluirá en el mismo anejo el estudio de las mismas, indicando su necesidad o conveniencia y los criterios que se han seguido para su estimación y forma de pago. Será preciso distinguir las partidas alzadas "a justificar", cuyo abono se hará mediante precios del proyecto, de las de "abono íntegro", que tendrán el carácter de nuevos precios, y, por tanto, deberán figurar como tales en los Cuadros de Precios números 1 y 2.

PRESUPUESTO

Se especificará en este Anejo el resumen de los capítulos del Presupuesto Directo de Construcción y se obtendrá el Presupuesto Referencial de Construcción, que englobará los siguientes conceptos:

PRESUPUESTO DIRECTO DE CONSTRUCCIÓN

TRAMITACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL

FISCALIZACIÓN DE LAS OBRAS (2% PDC excepto equipamiento)

EXPROPIACIÓN E INDEMNIZACIONES

COSTOS POR IMPREVISTOS GENERALES (5% S/Todos los capítulos excepto 7% Trabajos Previos y Explanación y Movimiento de Tierras)

ESTUDIO DE LA CONCESIÓN

DOCUMENTOS INTEGRANTES DEL ESTUDIO

El estudio de la Concesión contendrá los siguientes documentos:

Costos totales de la solución vial seleccionada
Identificación, cuantificación y valoración de beneficios
Evaluación económica
Indicadores económicos de la evaluación del proyecto
Evaluación final de la solución vial (factibilidad)

COSTOS TOTALES DE LA SOLUCIÓN VIAL SELECCIONADA

El objetivo de esta parte del estudio, es determinar el monto total de costos de la solución elegida. Estos costos serán ajustados y actualizados por cada especialista de forma de integral estos cambios a un resumen propiamente homogéneo y de conjunto para la etapa constructiva y de vida útil del proyecto. De esta manera los costos incluirán:

Costos totales de obras civiles básicas, con indicación de valores por fases y otros detalles.

Costos de reinversiones y costos recurrentes como programas de rehabilitación o mantenimiento periódico, mantenimiento rutinario y demás.

Costos de mitigación y protección ambiental, durante la etapa de construcción y durante la vida útil de las infraestructuras viales.

Costos de obras concurrentes o costos de obras adicionales y complementarias: tramos de ciclo vías, pasos elevados, vías de servicio, refugios, otros.

Costos de expropiaciones y afectaciones.

Otros rubros de costos.

En base a los datos obtenidos anteriormente se preparará un cuadro de vaciado de toda la información, separando aquellos en que se incurran durante el periodo de construcción del resto de los costos que solo podrán surgir en la etapa de operación.

Las actividades a desarrollar para llegar a determinar un presupuesto referencial de mantenimiento son, en un calendario anual durante la vida útil del proyecto, deberán definirse las condiciones de la infraestructura y las exigencia a la que está sometida por los tráficoes que soporta, la calidad de los materiales, y demás características relevantes.

Realizados los trabajos anteriores, el Equipo Consultor especializado deberá realizar una presupuestación similar para la Solución Vial, pero mucho más ajustada con la incorporación de todas las variables pertinentes a través de HIGHWAY DEVELOPMENT & MAINTENANCE (HDM-4), última versión disponible.

Debe tenerse presente que los cálculos de costos de construcción y mantenimiento deben ser:

En términos Financieros (precio de mercado)

En Términos Económicos (precios sin imposiciones fiscales, aranceles y sumado los subsidios)

El presupuesto se cuantificará de acuerdo a rubros y unidades según la especificaciones del MTOP y además deben estar expresados en unidades requeridas como datos de entrada para la aplicación del Modelo, HDM-4
IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE BENEFICIOS

En la cuantificación de los beneficios se considerará el valor total de beneficios directos. Entre los principales se encuentran:

Costo evitado o ahorro en costos de operación de vehículos.

Ahorro en el valor del tiempo de viaje empleado por los usuarios de la vía.

Valor total por reducción del costo de fletes.

Valor o costo ahorrado por la disminución de número y gravedad de los accidentes

El grupo especialista también deberá agregar -bajo *identificación (1), cuantificación (2) y una valoración (3)* razonada y suficientemente soportada- montos adicionales por los beneficios exógenos o indirectos.

Entre éstos se podrá incorporar ventajas como:

Aumento de producción por mayores aéreas de cultivo,

Valor agregado adicional causado por nuevas actividades económicas,

Empleo incremental,

Mejoramientos en niveles de productividad sistémica,

Otros que se consideren relevantes en tanto impacto futuro general del proyecto.

Todos los trabajos anteriores serán realizados bajo soporte de la herramienta HDM-4

Los beneficios serán cuantificados en términos económicos.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

En esta fase, se hará un análisis tanto de los costos --en términos económicos a precios de escasez según las condiciones del mercado nacional, como de los beneficios-- tanto como de los valores de impactos positivos llamados beneficios económicos para el país (usuarios de las vías, MTOP y otros grupos).

Su objetivo central es lograr una medida, en términos monetarios, del valor actual de todos los costos necesarios así como del valor actual de los beneficios que se proyecta generar, de forma de compararlos y realizar un análisis objetivo de la viabilidad y de la medida de sus eventuales ventajas.

Los resultados de la evaluación económica deben permitir:

Definir los parámetros numéricos e indicadores de evaluación y análisis como Valor Actual Neto (VAN) a una tasa media de costo del capital público (WACC); Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE); Relación Costo-Beneficio (RCB); otros. Se utilizará una tasa de actualización del 12%.

Realizar el análisis técnico-económico que sea pertinente.

Mostrar que la SVS en estudio cumpla a cabalidad que su tasa de rentabilidad social –hecho el más exigente de los escenarios de análisis de sensibilidad- está por arriba del 12 por ciento anual.

Bajo tales objetivos, especial consideración debe hacerse a la participación de especialistas con experiencia que puedan colaborar en la tarea de re-expresar los costos corrientes, que deben actualizarse a una sola fecha, homogeneizarse, y transformarse, con bases justificadas, en precios de escasez relativa (costos económicos) en el Ecuador.

INDICADORES ECONÓMICOS DE LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Con los beneficios económicos totales y los costos expresados en términos de costo-país que genera el proyecto se realizará la evaluación económica. Para esto se utilizará, tal como ya se ha expresado, el modelo HDM-4 con beneficios exógenos calculados en forma separada y en los cálculos y para el análisis necesario se utilizará una tasa de actualización igual al costo medio ponderado de los recursos públicos en el Ecuador.

Además se realizará un análisis de sensibilidad con el siguiente esquema:

Aumentando, bajo justificación separada por ítems, los costos de construcción en un rango 10 y 25%.

Disminuyendo, en forma similar a lo anterior, los beneficios en ciertas líneas hasta un rango entre el 10 y el 25 %.

Aumentando la tasa de actualización, en dos escenarios.

Como es conocido, la SVS en estudio es rentable económicamente, desde el punto de vista del MTOP y de los interés del país, si la TIRE (TIR) en términos económicos, es mayor a la tasa media ponderada de costo de los recursos del Estado y además supera este indicador, en el escenario más exigente de las diferentes alternativas de sensibilidad. De esta forma el grupo Consultor debe mostrar que se cumple la siguiente inecuación:

$$VA_{S_j}^C < VA_{S_j}^B, \text{ donde}$$

$VA_{S_j}^C$ = Valor Actual, en dólares, de los costos totales, C, necesarios para construir y mantener durante toda la vida útil, la Solución Vial “j”

$VA_{S_j}^B$ = Valor Actual, en dólares, de los beneficios económicos, B, directos e indirectos generados por la implementación y uso de la Solución Vial “j”

EVALUACIÓN FINAL DE LA SOLUCIÓN VIAL (FACTIBILIDAD)

Es esta etapa el Equipo Consultor deberá realizar la evaluación final de la alternativa, teniendo en cuenta todos los parámetros técnicos, ambientales y económicos. Esta SVS se la compara nuevamente con la solución “0”, es decir con la solución existente mejorada. En el caso especial, ya comentado previamente, si la SVS implica la utilización del trazado original, deberá hacerse una comparación entre la Solución Vial Integral tipo carretera vs. La

Solución Vial solo mejorada sobre la misma ruta. Todas estas comparaciones requeridas por el MTOP deberán incluir, para que sean soluciones homogéneas, los Costos Totales y Beneficio de mejoramiento, mantenimiento y operación en todo el horizonte temporal de utilización de cada infraestructura.

Como conclusión, el Equipo Consultor deberá definir si la construcción de esta Solución Vial es FACTIBLE y conveniente. De no cumplir estas condiciones, (reducción de niveles de servicio, fases de construcción, disminución de vías de servicio, disminución de intercambiadores o viaductos, y entre otros) debe especificarse cuándo y bajo cuáles otras condiciones llegaría a ser factible y conveniente.

ANÁLISIS ESPECIAL: ESTUDIO DE LA CONCESIÓN

El propósito principal de esta parte de la consultoría es la profundización del estudio de modelo de concesión con similares temas y mayores alcances descritos en la etapa pre-preliminar. Este afinamiento se hará en base a la información que se ha actualizado y afinado en esta etapa para que el MTOP pueda disponer de un análisis básico de la factibilidad privada comercial de la concesión en el Corredor y/o en la Red Vial inmediata.

Esto se preparará, bajo el esquema tipo diseño final-construcción-operación y transferencia al Estado (D-C-O-T), mediante el cual se tendrán que valorar todos los costos de estas cuatro fases; los ingresos por recaudaciones por peajes (más los aportes mínimos eventuales del Estado), y agregando todos los elementos que son propios de una Asociación Público-Privada (APP) de esta naturaleza, obtener un esquema de análisis que permita evaluar las alternativas posibles y los escenarios más realistas que puedan viabilizar una concesión de obra y servicio público.

De igual forma que en la Fase I, en ésta el Equipo Consultor deberá completar los costos básicos ya disponibles y agregar - ahora no valores estimados, sino ya ajustados y detallados - entre los principales debido a que es un modelo de concesión, los siguientes:

Obras civiles adicionales a los fines de la concesión como Estaciones de Peaje y pesajes, edificios administrativos, y de gestión técnico-administrativa, que deberá requerir la Compañía Concesionaria.

Playas de estacionamiento especiales para los vehículos propios del concesionario y de los usuarios de la SVS.

Carriles adicionales en las zonas de peajes y pesajes

Equipamientos requeridos para la mejor prestación de los servicios (Básicos y Complementarios).

Servicios complementarios a los usuarios como seguridad, patrullas, comunicaciones, auxilio mecánico, atención de accidentes, entre otros.

Costos de gestión técnico-operativa integral.

Ganancia empresarial del Inversionista-Operador (IO).

Costos de normativa y control (Interventoría periódica) del ente regulador.

Gastos de constitución de la Empresa Concesionaria.

Gastos Legales diversos.

Gastos de Constitución de Fidecomisos.

Gastos pre-operativos y costos financieros.

Para el estudio de los costos totales de la concesión (y su proyección para todo el período de explotación) se considerará, además de los costos de la inversión en infraestructuras, todos los costos de mantenimiento y conservación de las vías.

Como ingresos de la concesión se considerarán los aportes del inversionista y operador, las tarifas de peaje y, en casos muy justificados -según la tasa de rentabilidad social del proyecto, TIRE- de aportes complementarios con recursos del Estado.

Respecto de los ingresos o recaudaciones, es importante y debe hacerse un breve estudio de las tarifas de peaje según categorías de vehículos y usuarios, considerando explícitamente los tráficos inducidos por el importante mejoramiento en los índices de calidad y servicio de la nueva vía (Análisis de Sensibilidad Tarifaria).

Agregando todos los elementos que son propios de una APP de esta naturaleza, se podrá obtener un esquema de análisis que permita evaluar las alternativas posibles y los escenarios más realistas que puedan viabilizar la gestión integral del proyecto o corredor bajo los términos de un contrato de concesión con un IO vial especializado del sector privado.

Para el estudio de los ingresos de la concesión, (y su proyección para todo el período de explotación) se podrá tomar en cuenta, y solo a título referencial, el criterio actual de cobro a los usuarios de US\$ 1,00/livianos cada 50 Km, en vías de 2 carriles.

Asimismo, se podrá plantear, en forma justificada, los ingresos netos generados por la implementación de actividades (lícitas, *autorizadas y compatibles* con el servicio vial) los denominados servicios conexos tales como:

Paradores turísticos.

Estaciones de combustible.

Hoteles de camino.

Restaurants.

Comercios diversos.

Y otros servicios de similar naturaleza.

Cuando se trate de sugerir aportes o compensaciones del Estado, se deberá considerar el criterio de aporte cero o de aporte mínimo de tipo subsidiario que haría el Estado sólo en cuanto se demuestre que la tasa TIR de

rentabilidad social excede en mucho la tasa TIR de rentabilidad privada, es decir, con mayor precisión, si la TIRE del país es significativamente mayor que la TIRF, la TIR de índole financiero del modelo de negocios del concesionario.

Vistos todos los costos e ingresos, el Grupo Consultor preparará un esquema o Modelo (computarizado) de Equilibrio Económico-Financiero de factibilidad comercial de la concesión conteniendo la presentación de todos los valores anuales de tal manera que permita un cálculo de los parámetros principales del negocio de la concesión: la TIR privada; el VAN a la tasa WACC O tasa media ponderada de costo de los recursos privados; el período o años de recuperación de la inversión inicial; y el valor de máxima exposición.

A los fines de lograr la estructuración de la concesión y la mejor modalidad de factibilidad comercial de la futura concesión, el Equipo Consultor tendrá que definir, por lo menos 3 escenarios, con distintas características de ingresos como:

Plazos

Análisis de Riesgos

Valor de peajes

Subsidios del Estado

Fases de concesión: Inversión dependiendo del TPD

Hipotéticos aportes del Estado.

Diferentes modalidades de financiamiento y exigencias de TIRF.

Origen de los fondos

Ingresos adicionales, por servicios complementarios y conexos

De manera similar, por el lado de los costos se tendrá que probar escenarios como:

Diferentes costos y cronogramas o fases de inversión

Reducción de número de carriles

Reducción de obras complementarias: Túneles, puentes, pasos a desnivel, entre otros.

Clausulas condicionales o de gatillo para definir programa de ampliaciones

Mantenimiento

Servicios complementarios, y

De gestión técnico – operativa integral, y

Diferentes costos promedio del capital.

El resultado de este análisis se deberá entregar en un Informe Especializado conteniendo los resultados propios de cada escenario y los criterios sobre la selección de la mejor o más realista modalidad de concesión. Si fuere el caso, se deberá mostrar con argumentos sustentatorios y con las cifras pertinentes, las dificultades y/o las formas de riesgo de la concesión.

REPRODUCCIONES

JUEGO DE PLANOS

Los entregables una vez aprobados y legalizados se entregarán debidamente encarpados en original y 2 copias

INFORMES DEFINITIVOS (INCLUYE CD'S DE INFORMES Y PLANOS)

Una vez que el estudio esté aprobado y previa comunicación del Director de Estudios, deberá entregar en forma impresa y digital en original y seis copias de todos los entregables y estudios realizados.

REQUISITOS ADICIONALES DE ESTUDIO

CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las cantidades de obra, análisis de precios unitarios y especificaciones técnicas se corresponderán estrechamente y estarán compatibilizadas entre sí, en los procedimientos constructivos, métodos de medición y bases de pago.

Los precios unitarios serán calculados para cada rubro, tomando en cuenta los costos de equipo, mano de obra, materiales y productividad.

Las cantidades de obra se efectuarán, considerando los rubros de obra a ejecutarse, la unidad de medida, los diseños propuestos indicados en los planos de planta de perfil longitudinal, secciones transversales, cortes longitudinales, diseños pre-preliminares y preliminares. Además de cuantificarán las cantidades que demande el mantenimiento de la soluciones viales (pre-preliminar) y la Solución Vial (preliminar) dentro del periodo de concesión proyectado.

Los análisis de precios unitarios se efectuarán para cada partida del proyecto, considerando la composición de mano de obra, equipo, materiales y rendimiento correspondientes. Los análisis se efectuarán detallando, tanto para los costos directos, como los indirectos (gastos generales fijos, variables, utilidad). El Presupuesto de obra deberá ser calculado basado en las cantidades de obra y los análisis de precios unitarios, diferenciando los costos directos, indirectos y los impuestos que correspondan.

Para complementar, se deberá incluir la teoría explicada en los capítulos de "Costos Totales" .

Las especificaciones técnicas serán desarrolladas para cada rubro del proyecto, incluyendo el rubro de revisión de los estudios, en términos de especificaciones particulares, tendrán como base las recomendaciones y soluciones formuladas por cada especialista, así como las Especificaciones para la Construcción de Carreteras de la AASHTO, ASTM, las Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes del MOP con sus complementaciones y/o modificaciones. Incluirá las especificaciones para el control de calidad, ensayos durante la ejecución de

obra y criterios de aceptación o rechazo; así mismo los controles para la recepción de la obra; también incluirá los aspectos referidos a la conservación del medio ambiente.

Los rubros de las cantidades de obra deben ser presentados de acuerdo las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP-001-F-2002.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA OBRA, DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS, MATERIALES Y DE DESEMBOLSOS

El Consultor deberá formular el cronograma de ejecución de obra, (de tiempos y costos monetarios) considerando las restricciones que puedan existir para el normal desenvolvimiento de las obras, tales como lluvias o condiciones climáticas adversas, dificultad de acceso a ciertas áreas, etc. El cronograma se realizará empleando el método PER-CPM y el Software MS Project, identificando las actividades o partidas que se hallen en la ruta crítica del proyecto; también se presentará un diagrama de barras para cada una de las tareas y etapas del proyecto.

El cronograma general del proyecto incluiría la especificación de tiempo para cada parte o componentes tales como

Fase Constructiva

Bajo los criterios actuales la fase constructiva será realizada de formada detallada de manera de asegurar el inicio oportuno, los ritmos (y turnos) más exigente de avance de obra a la presentación de cada planilla, la evaluación expresa de eventuales atrasos e inconvenientes que pudieran presentarse. Todo este debe inscribirse en una visión de disminución de costos, disminución de tiempos de construcción, integralidad de las obras ejecutadas y la entrega final de infraestructura de transporte al más alto nivel Fase de Conservación y Mantenimiento

El Equipo Consultor deberá tomar las cautelas imprescindibles a fin de garantizar la calidad de la vía a través de una programación de obras de conservación, reforzamiento, mejoramiento, rehabilitación. En términos de mantenimientos, y en forma similar, se tendrá que presentar un cronograma justificado de trabajo de mantenimientos preventivos, rutinarios, periódicos y emergentes, no solo en función del tiempo transcurridos, sino en función de los tráficos que soporte la carretera, la vida útil los materiales, las características climatologías de la zona del trazado, la calidad de diseño y tecnologías constructivas.

Además, para los fines de la concesión y con el objetivo de mantener la obra en perfecto estado, se tomarán en cuenta las necesidades de mantenimiento y/o remplazo de las obras propias de la concesión, equipamientos, vehículos para los trabajos de supervisión complementarios y otros de similar naturaleza.

DETALLE DE ENTREGABLES POR EL EQUIPO CONSULTOR

El Consultor entregará la documentación de planos e informes en original y dos copias, con el respectivo respaldo magnético y fotografías.

Los entregables finales serán:

Estudio preliminar de la alternativa seleccionada con el contenido del apartado 3 de estos Términos de Referencia

Estudio de la Concesión seleccionada con el contenido del apartado 4 de estos Términos de Referencia

El Consultor deberá entregar el respaldo magnético con los archivos correspondientes al Estudio, en una forma ordenada y con una memoria explicativa indicando la manera de reconstruir totalmente el Informe Final.

Así mismo el Consultor entregará los videos y fotografías tomadas a la vía, especialmente de los sitios conflictivos, superficie de rodadura, drenajes, puentes, taludes inestables, etc.

Cada informe será numerado por separado según su contenido y tendrá en su página final una fecha de entrega, un nombre y firma del especialista responsable y las observaciones que sean necesarias.

PLANOS

Los planos tendrán una presentación y tamaño uniforme, debiendo ser entregados debidamente protegidos en porta planos que los mantengan unidos pero que permitan su fácil desglosamiento.

Deberán estar identificados por una numeración y codificación adecuada y mostrarán la fecha, sello y firma del Director del Proyecto.

INFORMES

Todos los informes deberán tener un formato de texto homogéneo y contener índice, lista de tabla, y lista de figuras. Todas las páginas deberán estar numeradas. El equipo Consultor podrá adoptar un estilo de formato conocido, tal como APA, MLA, entre otros. Adicionalmente, los textos citados deberán estar bajo los estándares APA o MLA.

PLAZO Y PROGRAMACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE LOS ESTUDIOS

El Estudio del proyecto hasta el nivel preliminar se ejecutará en un plazo máximo de XXXX (X) MESES calendario. En este plazo no se incluye el período de revisión y subsanación de observaciones al borrador de los informes.

Además el Equipo Consultor presentará:

Un diagrama de barras, mostrando las tareas a realizar y las metas a cumplir (debe entregarse en la Oferta y deberá ajustarse si es el caso durante los primeros 15 días de adjudicación del contrato).

Una programación PERT-CPM, mostrando los tiempos de ejecución de las tareas a realizar y la ruta crítica correspondiente.

Un programa de asignación de recursos tanto de personal como de equipos, materiales y otros necesarios para cada tarea, mostrando el tiempo y oportunidad de utilización de los recursos.

La programación se efectuará utilizando el Software MS Project en base a días calendario e indicará claramente el tiempo de ejecución de cada tarea dentro del plazo establecido. Los plazos de las etapas no podrán ser mayores a los indicados abajo:

Entrega de informe final para aprobación . xx días

Se asumirá que la revisión deberá tomar aproximadamente 15 días, si los informes son rechazados en su totalidad y devueltos el tiempo perdido podrá ser sujeto de multa.

REVISIÓN DE INFORMES

El MTOP revisará los Informes dentro de los 15 (quince) días laborables siguientes a la recepción de los mismos y comunicará a la Empresa Consultora sus observaciones. El tiempo para subsanar las aclaraciones o correcciones, por parte del Equipo de Consultoría será de acuerdo a lo que se estipule en el Contrato.

Al presentar el Informe Preliminar, el Consultor devolverá al MTOP, toda la documentación recibida para el cumplimiento de sus obligaciones contractuales.

La documentación que se genere y se entregue como parte de los informes en las dos fases de ejecución del Estudio constituirá propiedad del MTOP y no podrá ser utilizada para fines distintos a los del Estudio, sin consentimiento escrito del MTOP.

CONTENIDO

ANEXO II

ANEXO DE PROGRAMAS DISPONIBLES PARA EL USO DE CARTOGRAFÍA

Productos ArcGIS:

Dentro la familia de aplicaciones ArcGIS, ArcInfo es el mas comprensivo GIS disponible. Este incluye toda la funcionalidad del ArcView, y el ArcEditor además de herramientas avanzadas para procesos geográficos y la capacidad conversión de datos, todo esto hacen al ArcInfo una herramienta standard en GIS.

ArcInfoes el GIS generador de datos mas completo y puede realizar actualizaciones, consultas, mapeo y análisis. ArcInfo esta compuesto por el ArcInfo Desktop y ArcInfo Workstation.

ArcEditorincluye toda la funcionalidad de ArcView y además el poder de editar características topológicas integradas in un geodatabase o cobertura.

ArcViewes el GIS de escritorio y elprograma de mapeo mas popular del mundo con mas de 500,000 copias vendidas en todo el mundo. ArcView proporciona visualización de los datos, pregunta, análisis, y capacidades de la integración junto con la habilidad de crear y revisar los datos geográficos.

ArcSDE 8 SDE (SpatialDatabaseEngine) es un motor de acceso a datos geográficos orientado a objetos de alto rendimiento. Se implementa dentro de un ambiente de bases de datos relacional (RDBMS) utilizando una arquitectura cliente/servidor. El almacenamiento, control y mantenimiento de las bases de datos se encuentran totalmente embebidas en el sistema RDBMS.

ArcIMSpermite integrar y publicar información geográfica y descriptiva para su publicación en Internet.

MapObjectses una colección de componentes GIS incluyendo un control ActiveX (OCX) y mas de 30 objetos asociados. MapObjects es la herramienta ideal para incorporar mapeo dinámico y análisis geográficos a sus aplicaciones existentes o construir sus propias soluciones.

ArcViewGISmarca un importante adelanto en el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica Desktop y en la industria GIS en general. Continuando la tendencia de sus dos predecesores, de mantener la vanguardia en el desarrollo tecnológico.