SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO CARRETERO

CONCURSO PARA LA ADJUDICACIÓN DE UN PROYECTO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE DISPONIBILIDAD DEL "LIBRAMIENTO DE LA CARRETERA LA GALARZA – AMATITLANES", QUE INCLUYE SU DISEÑO, ASÍ COMO EL OTORGAMIENTO DE LA CONCESIÓN POR 30 AÑOS, PARA SU CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO, EN EL ESTADO DE PUEBLA.

APÉNDICE 3 DEL ANEXO 10

OPERACIÓN DEL ITS

ÍNDICE

1. Requerimientos Funcionales del Sistema ITS y Centro de Control de Operaciones (CCO). ……4
1.1. Requisitos Generales. ……4
1.2. Aplicación del proceso "Ingeniería de Sistemas"……6
1.3. Licencias, permisos, contratos de servicio y convenios……6
1.4. Intercambio e integración de información y video de otros centros y organismos……7
1.5. Implementación del Sistema ITS por Fases……7
1.6. Flexibilidad en el diseño y operación del CCO y Sistema ITS……8
1.7. Indicadores de desempeño de operación……8
1.8. Penalización…… 9
1.9. Requisitos para Propuesta Técnica…… 9
1.10. Requisitos y documentos requeridos para el proyecto ejecutivo……9
1.11. Aprobación de la compra de equipo, hardware y software…… 10
1.12. Pedidos de información y aclaraciones……11
1.13. Sistema Integrado……11
1.14. Pruebas de Aceptación del Sistema……11
1.15. Planos finales de Construcción……15
1.16. Operación del CCO y del Sistema ITS……15
1.17. Programa de Mantenimiento del CCO y del Sistema ITS……13
1.18. Requisitos del cierre de carriles (plan de desvíos)……15
1.19. Requisitos ambientales……15
1.20. Requisitos y experiencia de los proveedores de hardware y software……16
1.21. Protección contra vandalismo y robo……16
1.22. Estructuras para los dispositivos ITS……17
1.23. Cámaras de Circuito Cerrado (CCTV.)……17
1.24. Tableros de Mensajes Dinámicos (DMS)…… 17
1.25. Cámaras de Reconocimiento de Placa……18
1.26. Diseñar las estructuras y cimientos……18
1.27. Detectores de Condiciones Meteorológicas Adversas……18
1.28. Gabinetes para equipos electrónicos de los dispositivos ITS……19
1.29. Defensas Metálicas……19
1.30. Fuente de energía primaria……19
1.31. Suministro de Energía en Caso de Corte del Servicio……-……20
1.32. Visibilidad de Dispositivos……21

2. Requerimientos funcionales específicos de los subsistemas. ……21
2.1. Centro de Control de Operaciones (CCO). ……21
2.2. Vehículos de Asistencia en la Carretera. ……24
3. Subsistema Software Maestro. ……25
3.1. Objetivos Operacionales. ……25
3.2. Requisitos funcionales. ……26
3.3. Interfaz Gráfica. ……27
3.4. Uso y monitoreo de dispositivos ITS. ……29
3.5. Mejoras e integración de nuevos dispositivos ITS. ……29
3.6. Registro de actividades. ……29

3.7. Entrenamiento para uso del Software Maestro. ……-……30
4. Subsistema de Cámaras de Circuito Cerrado (CCTV). ……31
4.1. Objetivos Operacionales. ……31
4.2. Equipo y materiales. ……31
5. Subsistema de Tableros de Señalamiento Dinámico (DMS). ……35
5.1. Objetivos Operacionales. ……35
5.2. Equipo y materiales. ……35
6. Subsistema de Límite de Velocidad Variable y Real. ……39
6.1. Objetivos Operacionales. ……39
6.2. Equipo y materiales. ……40
7. Sensores Meteorológicos (RWIS). ……42
7.1. Objetivos Operacionales. ……42
7.2. Equipo y materiales. ……42

1. Requerimientos Funcionales del Sistema ITS y Centro de Control de Operaciones (CCO).

1.1. Requisitos Generales.

Los Requerimientos Funcionales describen el Alcance de Trabajo del Sistema ITS, y del Centro de Control de Operaciones (CCO) de la Concesión.

El Concesionario será responsable de cumplir cabalmente con los requisitos de todas las secciones, independientemente de dónde hayan sido especificados, puesto que dichos requisitos ofrecen en conjunto la información requerida para brindar las bases del diseño final (Proyecto del Concursante), la implementación, Operación y Mantenimiento conforme a lo definido por el CCO y los sistemas ITS para el Proyecto.

Asimismo, se considera que el Concesionario es responsable de coordinar y obtener todos los permisos, licencias y aprobaciones requeridas de las diferentes autoridades y organismos para el trabajo conforme a lo especificado en el concepto de Operaciones y requerimientos funcionales, así como las normas o documentos con los que se requiere cumplir.

En resumen, la responsabilidad del Concesionario consiste en:

Diseñar, instalar, operar y mantener un Centro de Control de Operaciones (CCO) y Sistema ITS completamente funcional y operacional, que cumpla con todos los requisitos del concepto de operaciones y los requerimientos funcionales.

Las tareas principales asociadas con el CCO y el sistema ITS se relacionan con el diseño, implementación y mantenimiento de los siguientes elementos:

- Un Centro de Control de Operaciones (CCO) construido dentro del Derecho de Vía del Libramiento.
- Una aplicación web "software maestro" con posibilidad de despliegue en idioma español, que servirá para integrar e intercambiar información, y para integrar todos los dispositivos ITS en una interfaz gráfica (GUI, por sus siglas en inglés) y una base de datos para uso de los operadores del CCO y para proporcionar un sitio web público de información integrada.
- Un sistema propio de cámaras de circuito cerrado de TV (CCTV).
- Un sistema de señalamiento por medio de Tableros de mensaje variable (DMS), de acuerdo a la norma aprobada, o en proceso por parte de la SCT.
- Un sistema de tableros de Velocidad Variable y Real (VVR), de acuerdo a la norma aprobada, o en proceso de aprobación por parte de la SCT.
- Un sistema de información al viajero por medio telefónico y de una página Web disponibles en idiomas español.
- Un sistema de teléfonos / postes SOS a lo largo del Libramiento.

- Formar y coordinar un grupo de vehículos y personal destinados a la asistencia de los usuarios en el Libramiento.
- Un sistema de cámaras de reconocimiento de placas para usarse en el cálculo de tiempos de viaje y violación del límite de velocidad promedio.
- Un sistema de detectores de condiciones meteorológicas adversas.
- Un sistema de comunicaciones que ofrezca comunicación en tiempo real de información e imágenes de video entre todos los dispositivos ITS en el campo y el Centro de Control de Operaciones (CCO).
- Un sistema de comunicaciones y protocolos que ofrezcan comunicación en tiempo real de información e imágenes de video entre los sistemas ITS y el CCO.
- Un CCO y sistema ITS integrado que utiliza hardware, software y telecomunicaciones para detectar, analizar, guardar y generar reportes con toda la información requerida para archivo, y uso en posibles auditorías.
- Cimientos y estructuras adecuadas para montar todos los dispositivos ITS en el campo.
- Gabinetes para equipos electrónicos, ductos para cables de corriente eléctrica y/o de telecomunicaciones, terminaciones, cajas de registro, cableado eléctrico y de telecomunicaciones, y otros accesorios auxiliares.
- Protección contra relámpagos y aumento repentino de energía para el cableado entrante y saliente de todos los gabinetes de campo y del CCO.
- Una serie de medidas físicas y electrónicas antirrobo y anti-vandalismo para el Centro CCO y para todos los dispositivos ITS en el campo.
- Realizar todas las pruebas para aceptación requeridas por los sistemas, subsistemas y componentes instalados bajo el contrato del Concesionario y realizar pruebas periódicas de todos los sistemas cada tres (3) meses durante la vigencia de la concesión.
- Ofrecer entrenamiento adecuado al personal encargado de la operación del Software Maestro en el CCO.
- Desarrollar y utilizar durante la vida de la concesión procedimientos estándar de operación para la operación del CCO y el Sistema ITS.
- Desarrollar y utilizar durante la vida de la concesión un plan de mantenimiento para mantener funcionando el CCO y el Sistema ITS.
- Desarrollar y seguir un programa de planeación estratégica y cada doce (12) meses un "Plan de Mejoras Continuas" para ajustar, expandir y/o mejorar el CCO y el sistema ITS y las actividades de las operaciones según se necesite para una mejora continua durante la vida de la concesión.
- Entregar a la Convocante toda la información requerida en la propuesta, en los documentos del diseño final del sistema, para la aprobación de compra de equipo y la documentación final de la construcción según sea requerida durante el desarrollo del CCO y el sistema ITS.
- Proveer control y protección apropiado del tránsito (plan de desvíos) durante todo el trabajo de instalación y mantenimiento realizado bajo este contrato, tanto en El Libramiento como en los entronques.
- Reparar todas las áreas afectadas hasta la conclusión de todas las actividades de instalación y mantenimiento.

1.2. Aplicación del proceso "Ingeniería de Sistemas".

Un enfoque estándar de ingeniería de sistemas será utilizado para desarrollar, implementar, operar y mantener el CCO y el sistema ITS. El Concesionario deberá utilizar un tipo de Arquitectura ITS, el Concepto de Operaciones y los Requerimientos Funcionales para la realización su Proyecto, la construcción, operación y el mantenimiento del CCO y el sistema ITS. Este trabajo es responsabilidad exclusiva del Concesionario e incluye las siguientes tareas principales:

- Diseño Detallado del CCO y el Sistema ITS (Proyecto).
- Construcción, Implementación e Integración del CCO y el Sistema ITS.
- Pruebas de Aceptación del CCO y el Sistema ITS.
- Operación del CCO y el Sistema ITS.
- Mantenimiento del CCO y el Sistema ITS.
- Actualizaciones (Mejoras) y Reemplazos del CCO y el Sistema ITS.

1.3. Licencias, permisos, contratos de servicio y convenios.

Licencias y Derechos de uso: El Desarrollador será responsable de conseguir todas las licencias y derechos de uso necesarios de todos los productos, hardware, software y otros artículos de propiedad intelectual de terceros. El Desarrollador ofrecerá la documentación de todas las licencias aplicables y derecho de uso a la Contratante.

Derecho de Vía: La instalación de los dispositivos ITS y equipo de comunicaciones relacionadas así como de la infraestructura de energía de este Proyecto, será completada dentro del Derecho de Vía en el Libramiento. Será responsabilidad del Desarrollador asegurar que estos dispositivos e infraestructura relacionada sean instalados en el derecho de vía y no fuera de sus límites de acuerdo con las normas oficiales de la SCT, Normas Federales y Normas Estatales. Además, los dispositivos ITS e infraestructura relacionada, podrán, en su caso, ser colocados en estructuras existentes de otras agencias y con el Derecho de Vía de otras agencias, especialmente en los entronques. Será responsabilidad del Desarrollador completar toda la coordinación requerida y la documentación necesaria para obtener los permisos requeridos para instalar los dispositivos ITS en estructuras existentes de otras agencias y para la instalación de los nuevos dispositivos ITS en nuevas estructuras dentro del Derecho de Vía de esas agencias y organismos.

Proveedores de Servicio de Telecomunicaciones: El Desarrollador será responsable de coordinar, obtener, pagar y mantener todos los contratos y convenios necesarios para celular, línea fija, satélite u otro tipo de proveedor de servicio de telecomunicaciones conforme sea necesario para brindar el servicio de telecomunicación como apoyo para la funcionalidad total del CCO y el sistema ITS, según lo especificado en el concepto de operaciones y en los requerimientos funcionales.

Proveedores de Servicio Eléctrico: El Desarrollador será responsable de coordinar, obtener, pagar y mantener todos los contratos y convenios necesarios para los proveedores del servicio de energía eléctrica

para lograr la funcionalidad total del CCO y el sistema ITS, según lo especificado en el concepto de operaciones y los requerimientos funcionales.

Convenios y Acuerdos para el Intercambio de Información e Interconexión de Sistemas: El Desarrollador será responsable de coordinar y obtener todos los acuerdos y convenios necesarios para lograr una coordinación, cooperación, intercambio de información, y conexión entre el CCO y los otros organismos y sus sistemas y centros de control, en específico de las carreteras que se conectan con este proyecto, según lo especificado en el concepto de operaciones y los requerimientos funcionales.

Otros: El Desarrollador será responsable de completar cualquier modificación necesaria de permisos provistos por la Secretaría u otras autoridades y dependencias estatales, y de obtener cualquier y todos los permisos adicionales, licencias y aprobaciones que no hayan sido obtenidos por dichos organismos y que sean necesarios para la conclusión de este Proyecto, incluyendo el trabajo en las zonas de entronques con otras carreteras. Es absoluta responsabilidad del Desarrollador garantizar que todas las licencias, los permisos, las aprobaciones, y los convenios y contratos de servicio sean obtenidos de modo que la funcionalidad total del CCO y el sistema ITS, según lo especificado en el concepto de operaciones y requerimientos funcionales, pueda ser realizada.

1.4. Intercambio e integración de información y video de otros centros y organismos.

El Desarrollador importará e integrará información y video de cuando menos, los sistemas ITS correspondientes al tramo que le corresponde en el "Libramiento de la Carretera La Galarza – Amatitlanes". Asimismo podrá integrar información proveniente de otros Concesionarios colindantes, centros y organismos, como la SCT, la PFP, la Secretaría de Seguridad Pública, el estado de Puebla y otras, conforme sea necesario durante la vida de la concesión para cumplir con lo estipulado en los requerimientos del presente Título de Concesión, así como de los índices que se generen por requerimientos de la Operación del Libramiento.

Los datos e imágenes que serán integrados al sistema y al software maestro del Desarrollador serán datos e imágenes que estarán disponibles en tiempo real, o tiempo "casi real" (es decir, el tiempo real menos el tiempo de procesamiento de datos de los dispositivos, conocido en inglés como "near real - time") o formatos históricos/archivados. Los datos serán de una naturaleza útil al Desarrollador en la operación del CCO y el Sistema ITS.

1.5. Implementación del Sistema ITS por Fases.

El Desarrollador implementará el CCO y el Sistema ITS en dos fases principales. La primera fase debe ser la instalación y operación del CCO y los dispositivos ITS de forma independiente; es decir, operando el CCO y los dispositivos sin hacer una coordinación con otros organismos, y sin proveer ningún tipo de información vial al público a través del sistema telefónico, la página web, los tableros dinámicos, o cualquier otro medio.

El objetivo de esta primera etapa es verificar el adecuado funcionamiento y precisión de los sistemas ITS, así como calcular y almacenar la información de los tiempos de recorrido en las autopistas, para tener una línea base de esta información. El Desarrollador debe registrar y almacenar la información de tiempos de recorrido en incrementos de no más de 15 minutos, las 24 horas al día, durante un período de un (1) mes.

Después de esta primera fase de almacenaje de tiempos de recorrido, el Desarrollador comenzará a operar el CCO y el Sistema al 100%, considerando los requerimientos funcionales, acuerdos y convenios con los organismos involucrados.
La información final, una vez implantado el o los sistemas deberá almacenarse históricamente a lo largo de la Concesión.

1.6. Flexibilidad en el diseño y operación del CCO y Sistema ITS.

El Desarrollador será responsable de diseñar, instalar, operar y mantener el CCO y el sistema ITS que cumpla con los requisitos mínimos contenidos en el concepto de operaciones y requerimientos funcionales. El Desarrollador podrá proponer modificaciones y mejoras a esos requisitos mínimos con el fin de alcanzar las metas generales, será responsabilidad absoluta del Desarrollador el garantizar que todos los requisitos contenidos en el Concepto de Operaciones y Requerimientos funcionales sean alcanzados y que ninguna función o funciones sean eliminadas o disminuidas como resultado de alternativas propuestas por el Desarrollados. Es de particular importancia que ninguna de las funciones que son visibles al usuario o que afectan al servicio ofrecido a los usuarios sean modificadas. Además, el garantizará que el sistema que se ofrece cumpla con todos los indicadores de desempeño de operación que sean definidos en conjunto con la Secretaría.

1.7. Indicadores de desempeño de operación.

La evaluación del sistema ITS y el CCO se realizará por medio de indicadores de desempeño de operación. Estos indicadores servirían para medir y calificar la operación del sistema, y en consecuencia, aplicar acciones correctivas que fueren necesarias, para mejorar de forma continua las deficiencias existentes y de esta manera aumentar la productividad.

Los indicadores de desempeño se desarrollarán en conjunto con La Secretaría y sus resultados se analizarán periódicamente (cada 6 meses). Su enfoque hará hincapié en los objetivos que se tienen y en los cuales se fundamentan estos indicadores: Seguridad, Fluidez, Confiabilidad y Comodidad. Los indicadores de desempeño auxiliarán para que el Desarrollador identifique áreas problemáticas que deberán mejorarse cuantitativa y cualitativamente, y formule recomendaciones de posibles cambios, ajustes y mejoras en la infraestructura, en el equipo ITS y/o en las acciones operativas.

1.8. Penalización.

Durante la vida del Contrato, el Desarrollador será sujeto de penalizaciones asociadas a los Indicadores de Desempeño de Operación según lo acordado con La Secretaría, y estipulado en el Contrato APP y en el Título de Concesión.

1.9. Requisitos para Propuesta Técnica.

Los participantes en la Licitación deberán presentar una carta, bajo protesta de decir verdad, manifestando "el cabal cumplimiento de la construcción y equipamiento del CCO y los elementos del ITS. Así mismo se comprometerá la completa observación de todos los requisitos de Operación, la generación de indicadores y el EVA según definiciones del Contrato APP y del Título de Concesión.

Se manifiesta la conformidad para revisión de los sistemas en plena función por parte de la autoridad, para lo cual la Secretaría tendrá en todo momento la opción de tener acceso al sistema a través del Supervisor Externo de Operación y también por vía remota mediante un pase electrónico.
a). A los índices que deberán generarse de forma automática para Seguridad.
b). A los índices que deberán generarse de forma automática para Fluidez.
c). A los índices que deberán generarse de forma automática para Comodidad.
d). A los índices que deberán generarse de forma automática para Confiabilidad.
e). Al Estado Vigente del Libramiento (EVA).
f). Al monitoreo de funcionamiento en línea de cada elemento que comprende el ITS.
g). Otros indicadores que la Secretaría recomiende a través del Supervisor Externo de Operación".

1.10. Requisitos y documentos requeridos para el proyecto ejecutivo.

El Desarrollador completará el Proyecto de Referencia (diseño detallado) para el CCO y el sistema ITS de acuerdo a todos los requisitos de la Convocante, los requisitos específicos para esta Concesión y los siguientes requisitos específicos para el CCO y el sistema ITS.

El Desarrollador presentará avances del Proyecto con avances de 60%, 90% y 100% para revisión, comentarios y aprobación de la Secretaría. La Secretaría designará a un responsable, el cual será el encargado de llevar a cabo las revisiones de los documentos mencionados. Los documentos del Anteproyecto deben tratar todos los sistemas, subsistemas y componentes mínimos propuestos para el correcto funcionamiento y operación del sistema.

Los documentos del Anteproyecto cumplirán con todas las normas aplicables y requisitos Federales, de la Secretaría, el Estado de Puebla, así como los siguientes requisitos mínimos:

Como mínimo, los planos deberán mostrar lo siguiente:

- Tipo y colocación de los ductos, incluyendo detalles de conexión de los ductos.
- Tipo y ubicación de las cajas de registro.

- Tipo y ubicación de los cables de comunicaciones.
- Ubicación y conexiones de todos los dispositivos ITS.
- Ubicación de los gabinetes de equipo de comunicaciones y otro equipo del sistema.
- Detalles completos del suministro de energía, incluyendo identificación de punto de servicio del suministro de energía, tipo de cables, esquemáticos, diagramas de línea única (single line diagrams), detalles de medición, y cálculos de carga.
- Diagramas de bloque de sistemas de comunicación, asignación de fibra óptica (en su caso), diagramas del sistema, cálculos de banda, etc.
- Planos detallados arquitectónicos, de ingeniería y de sistemas para el CCO (en su caso).
- Planos estructurales y geotécnicos del CCO (en su caso).
- Cálculos estructurales y geotécnicos.

Además de los planos y diseños técnicos, el Desarrollador llevará a cabo toda la coordinación con los organismos involucrados para elaborar los acuerdos y convenios necesarios.

El desarrollo de los procedimientos estándar de Operación para el CCO, los sistemas ITS y el intercambio de información con los otros centros y sistemas de los organismos serán entregados como parte del Proyecto. Los procedimientos estándar de operación deberán de incluir diagramas de flujo y otros detalles sobre todos los procesos y esfuerzos de la gestión de tránsito e intercambio de información que llevará a cabo el CCO con los otros centros y organismos.

El Desarrollador será responsable de entregar un mínimo de cinco (5) juegos de copias de todos los documentos del diseño a la Secretaría, para su revisión, comentarios y aprobación. También será responsable de entregar copias de los planos en formato doble carta (11" x 17") o mayor si se requiere, y entregar las especificaciones técnicas en formato carta. Proporcionar planos y especificaciones finales del diseño (completado al 100%) tanto en formato físico como electrónico (en CD).

La Secretaría llevará a cabo una revisión de los documentos del 60%, 90% y del 100% cuando sean entregados por el Desarrollador. El Desarrollador no tendrá permiso de desarrollar los documentos de diseño del 100% hasta que los documentos del 60% y 90% sean revisados por la Secretaría y se hayan ofrecido comentarios al Desarrollador. El Dearrollador no tiene permiso de llevar a cabo ninguna compra de equipo hasta que los documentos del diseño del 100% (Proyecto Ejecutivo) hayan sido aprobados por la Secretaría.

El Desarrollador puede proceder con la entrega de información específica para la aprobación de compra de equipo y empezar a construir un subsistema en particular únicamente después de que los documentos del 100% del diseño (planos) hayan sido aprobados por la Secretaría.

1.11. Aprobación de la compra de equipo, hardware y software.

Cuando los documentos del 100% del diseño (Proyecto Ejecutivo) hayan sido aprobados para cada subsistema particular, y antes de la compra o fabricación de cualquier equipo o material para uso en este

proyecto, el Desarrollador entregará, para revisión a la Secretaría, el catálogo de información del vendedor, manuales descriptivos, folletos y/o especificaciones de los artículos. Estos documentos deben contener suficientes datos técnicos para que sea posible evaluar el equipo en particular o el subsistema. El Desarrollador ofrecerá documentos originales o copias de gran calidad que sean iguales a los originales.

El Desarrollador proporcionará cinco (5) copias de toda la información de "aprobación de compra." El propósito de este proceso es mostrar específicamente y en detalle cómo el Desarrollador planea satisfacer los requisitos del ConOps, los requerimientos funcionales y los documentos del Proyecto. Si la información impresa es utilizada para satisfacer alguno(s) o todos estos requisitos, ningún enunciado o dato de esta información debe contradecir o causar conflicto con los documentos del diseño aprobado. Se deberá cruzar o marcar con iniciales cualquier enunciado de este tipo y anexar una indicación o comentario apropiado donde claramente indique cómo el requisito será satisfecho. Se deberá marcar claramente cada artículo o dato de entrega con la descripción del artículo o artículos que apliquen.

La aprobación de la Secretaría sobre información de un vendedor no quita al Desarrollador su responsabilidad sobre la concesión para el cumplimiento exitoso del trabajo.

1.12. Pedidos de información y aclaraciones.

Durante el proceso entero de diseño, construcción y pruebas de aceptación, el Desarrollador requerirá de resolver todas las preguntas, dudas y peticiones de información por parte de la Secretaría de manera formal, usando documentos escritos en forma estandarizada, que deberá ser numerada y fechada.
Con el fin de mantener un proceso organizado, no se aceptarán peticiones o preguntas informales ni por teléfono ni por ningún otro medio. El uso de un proceso de pedido formal de información será requerido.

1.13. Sistema Integrado.

Será responsabilidad del Desarrollador proponer, diseñar e implementar el CCO y el sistema ITS, los cuales deberán estar totalmente integrados entre ellos y con el Software Maestro, de modo tal que todos los aspectos de vista y control, manejo de incidentes o manejo de datos de los dispositivos ITS estén contenidos en un software maestro integrado y que operará con el CCO y estará disponible a la Secretaría y otras partes interesadas como está especificado en el presente documento.

1.14. Pruebas de Aceptación del Sistema.

Se requerirá cumplir con los procedimientos de prueba que se llevarán a cabo por el Desarrollador para garantizar que los elementos del sistema mínimos propuestos cumplan plenamente con los requisitos contenidos en el concepto de operaciones y en los requisitos funcionales, y que estén adecuadamente integrados para alcanzar un sistema totalmente funcional y operacional. Sin embargo, será responsabilidad del Desarrollador también establecer los protocolos correspondientes para cumplir con los requerimientos de cada una de las pruebas.

La aceptación del sistema será realizada a través del uso de cuatro (4) pruebas: Pruebas de aceptación de fábrica, pruebas preliminares de los subsistemas, pruebas independientes en el sitio, y pruebas de aceptación del CCO y el sistema ITS. Explicaciones detalladas de estas pruebas se mencionan a continuación en esta sección:

El Desarrollador deberá considerar como mínimo, llevar a cabo las siguientes pruebas, en el orden indicado, para cada pieza de equipo, subsistema y componente, como se requiere, que será parte del CCO y/o Sistema ITS de esta concesión:

1. **Pruebas de Aceptación de Fábrica:** El Desarrollador podrá llevar a cabo pruebas de aceptación de fábrica, conforme se requiera, en las instalaciones del fabricante antes de enviar el equipo al sitio del Proyecto para verificar que cada unidad del equipo cumpla con los requisitos contenidos en el presente. Si el modelo del equipo ha sido ampliamente utilizado, y el fabricante garantiza que lo estipulado en la documentación se cumple en su totalidad, esta etapa de prueba puede excluirse.

2. **Pruebas Preliminares de Subsistemas:** El Desarrollador llevará a cabo pruebas preliminares de los subsistemas en instalaciones que considere adecuadas, para verificar que cada subsistema individual satisface los requisitos contenidos en los ConOps y requerimientos funcionales. Estas pruebas serán conducidas por el Desarrollador y aprobadas por la Secretaría antes de la instalación del equipo.

3. **Pruebas Independientes en el Sitio:** El Desarrollador llevará a cabo pruebas independientes en el sitio para cada dispositivo ITS en el campo y de los subsistemas de manera individual dentro del CCO para verificar que cada dispositivo ITS en el campo y subsistema del CCO satisfagan los requisitos contenidos en los ConOps y requerimientos funcionales. Conducir estas pruebas antes de la interconexión de cualquier dispositivo o subsistema al sistema de telecomunicaciones o conexión al software maestro en el CCO.

4. **Pruebas de Aceptación del CCO y Sistema ITS Entero:** El Desarrollador llevará a cabo una prueba "maestra" de aceptación del sistema desde el CCO y en las ubicaciones de los dispositivos ITS en el campo, conforme se requiera, para verificar que cada sistema cumpla con los requisitos contenidos en los ConOps y requerimientos funcionales una vez que estén totalmente integrados y operando como un sistema.

El Desarrollador llevará a cabo las pruebas en el orden indicado. No está permitido empezar por una etapa más adelantada hasta que la etapa anterior haya sido exitosamente concluida y aprobada por la Secretaría. En el caso de que el veinte (20) por ciento del equipo de un mismo modelo falle en cualquier momento durante el periodo de prueba, se declarará el sistema como defectuoso y se solicitará el remplazo de todos los equipos de dicho modelo, hayan presentado fallas o no, por equipo similar sin costo adicional. Todo el equipo remplazado deberá ser probado nuevamente.

Los resultados de cada prueba serán comparados con los requisitos especificados en el concepto de operaciones, los requerimientos funcionales y los detalles de los documentos del diseño final (Proyecto) aprobados. No ajustarse a los requisitos de cualquiera de las pruebas será considerado un sistema defectuoso, y el equipo será sujeto de rechazo.

Para todas las pruebas, se entregará documentación, incluyendo, como mínimo, requisitos funcionales a probar, procedimientos de pruebas, listas de verificación y formatos de prueba para cada artículo probado.

1.15. Planos finales de Construcción.

El Desarrollador elaborará los planos finales de construcción que incluyen todos los cambios y ajustes a los planos del Proyecto hechos durante la construcción. Será obligatorio contar con un Vo.Bo., por parte de la Secretaría.

1.16. Operación del CCO y del Sistema ITS.

La responsabilidad del Desarrollador no se limita a proponer, diseñar e implementar el CCO e instalar y utilizar los subsistemas y dispositivos ITS especificados en este documento; la principal responsabilidad del Concesionario es la de asegurar una buena operación del Libramiento y ofrecer mejoras continuas en la Seguridad, Fluidez, Comodidad y Confiabilidad en el mismo. El Desarrollador, apoyado en los dispositivos y subsistemas ITS cuenta con una herramienta para lograr una buena Operación.

El Desarrollador asegurará, durante la vida de la concesión, la correcta y efectiva operación del CCO y el sistema ITS como parte de la buena operación de la infraestructura vial. El Desarrollador será responsable de desarrollar "Procedimientos de Operación Estándar" (SOP, por sus siglas en inglés) detallados.

Estos estarán enfocados en el cumplimiento con los indicadores de desempeño y en las mejoras continuas en cuanto a Seguridad, Fluidez, Comodidad y Confiabilidad. Los Procedimientos de Operación Estándar (SOP) serán desarrollados por el Desarrollador y aprobados por la Secretaría como parte del Proyecto del CCO y Sistema ITS.

1.17. Programa de Mantenimiento del CCO y del Sistema ITS.

El Desarrollador proporcionará mantenimiento total de todos los componentes del CCO y el sistema ITS suministrados por la duración de la Concesión, empezando con la realización exitosa de las Pruebas de Aceptación de todos los sistemas y equipos provistos bajo esta Concesión.

El Desarrollador propondrá un plan de mantenimiento detallado que cumpla con las recomendaciones de los fabricantes de todo el equipo instalado bajo este proyecto y con todos los otros requisitos contenidos en el Concepto de Operaciones, Requerimientos funcionales y el Diseño Final (Proyecto). El plan de mantenimiento también deberá ser diseñado y manejado para asegurar el cumplimiento con los requisitos de los indicadores de desempeño.

El programa de mantenimiento cubrirá todo el mantenimiento preventivo y correctivo de todo el equipo suministrado bajo esta Concesión. Se proveerá toda la mano de obra, los materiales, equipo, herramientas, transporte, mantenimiento y protección del tránsito e instrumentos necesarios. El plan tomará en cuenta la experiencia que tenga el personal asignado por el Desarrollador para cada actividad incluida en el plan. El plan será aprobado por la Secretaría antes de la fecha prevista para la conclusión de la primera fase de la implementación del CCO y sistema ITS.

El Desarrollador reparará el equipo descompuesto a un punto de funcionalidad total y condición de operatividad de acuerdo con estos requisitos. Cuando alguna pieza del equipo se descomponga en el campo o en el CCO, el técnico de reparación del Desarrollador responderá dentro de un margen de un (1) día hábil y estará activamente trabajando con tal de arreglar el problema.

El Desarrollador reparará el equipo descompuesto a una condición de operatividad total lo antes posible para siempre cumplir con los requisitos de los indicadores de desempeño y para brindar siempre un excelente servicio a los usuarios.

El Desarrollador conservará un registro de mantenimiento detallado en el Software Maestro para todos los subsistemas ITS. Este registro de mantenimiento será usado por el Desarrollador para rastrear el desempeño de los subsistemas ITS durante la vida entera de la Concesión.

Como mínimo, el registro de mantenimiento para cada subsistema contendrá la siguiente información:

- Fecha y hora de cualquier falla.
- Pieza del equipo o componente específico que sufrió la falla.
- Causa de la falla del equipo.
- Descripción del tipo de trabajo realizado y de los componentes que fueron remplazados, reparados o reconectados.
- Mano de obra necesaria, materiales y equipo especial utilizado.
- Tiempo requerido para completar la actividad.
- Estado de las actividades de mantenimiento actualizado durante todo el tiempo que se requirió para reparar el subsistema hasta un estado de funcionalidad total.
- Fecha y hora en que el subsistema fue reparado a su estado de funcionalidad total.

Este registro de mantenimiento, como cualquier otro aspecto del software maestro, estará totalmente disponible para la Secretaría todo el tiempo dentro del software maestro.

Además del mantenimiento correctivo, el Desarrollador será responsable de desarrollar y llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo. El Desarrollador proporcionará detalles de todas las actividades que serán incluidas en el programa de mantenimiento preventivo y la frecuencia de cada actividad. Proporcionará detalles de todos y cada uno de los subsistemas y componentes incluidos en el CCO y el sistema ITS. Proporcionará mantenimiento preventivo de acuerdo a las recomendaciones del fabricante del equipo. La planeación del programa de mantenimiento preventivo será aprobada por la Secretaría

antes de la fecha prevista para la conclusión de la primera fase de la implementación del CCO y sistema ITS.

1.18. Requisitos del cierre de carriles (plan de desvíos).

En caso de que se requiera realizar cierres en tramos en operación del Libramiento o sus entronques, el Desarrollador seguirá las normas oficiales de la SCT, y del Gobierno del Estado de Puebla el organismo que tenga jurisdicción en la vía para las ocasiones en las que se cierre el acotamiento, un carril o el Libramiento completo para la instalación o mantenimiento de los dispositivos ITS. El Desarrollador deberá, también, seguir todo el procedimiento estándar y requisitos federales, estatales y municipales para el cierre de carriles donde los dispositivos ITS sean instalados.

1.19. Requisitos ambientales.

Ambiente Interior Controlado: Los componentes del sistema instalados en el interior, y con ambientes controlados serán diseñados para operación continua de acuerdo a lo especificado en la Normativa para la Infraestructura del Transporte o en caso de que no exista referencia, bajo condiciones ambientales de 5 a 40 grados Celsius y de 20 a 90 por ciento de humedad relativa, no condensada.

Ambiente Interior No-controlado: Los componentes del sistema instalados en el interior, y con ambientes no-controlados serán diseñados para operación continua de acuerdo a lo especificado en la Normativa para la Infraestructura del Transporte o en caso de que no exista referencia, bajo condiciones ambientales de 5 a 40 grados Celsius y de 10 a 95 por ciento de humedad relativa, no condensada.

Ambiente Exterior: Los componentes del sistema instalados en lugares expuestos a condiciones climáticas exteriores serán diseñados para operación continua bajo condiciones ambientales de -20 a 50 grados Celsius y de 10 a 95 por ciento de humedad relativa condensada. Los componentes serán diseñados para operación continua cuando estén expuestos a lluvia como está especificado en la Normativa para la Infraestructura del Transporte o en caso de que no exista referencia, de acuerdo a la norma NEMA 250 o superior.

Ambientes Corrosivos: Los componentes del sistema que estén instalados en lugares expuestos a ambientes corrosivos serán resguardados en gabinetes metálicos que cumplan los requisitos de la Normativa para la Infraestructura del Transporte o en caso de que no exista referencia, de acuerdo a la norma NEMA 250 Tipo X o superior.

Ambientes Peligrosos: Los componentes del sistema localizados en áreas donde pueda existir peligro de fuego o explosión debido a gases inflamables o vapores, líquidos inflamables, polvos combustibles o fibras/sustancias inflamables o partículas volátiles serán diseñados e instalados de acuerdo a lo especificado en la Normativa para la Infraestructura del Transporte o en caso de que no exista referencia, de acuerdo a al Capítulo 5 de NFPA 70.

Centro de Control de Operaciones (CCO): Los componentes del sistema que estén instalados en las áreas generales dentro del CCO serán diseñados para operación continua bajo condiciones ambientales de 15 a 40 grados Celsius y a una humedad relativa de 20 a 80 por ciento, a menos que se indique específicamente de otra manera.

1.20. Requisitos y experiencia de los proveedores de hardware y software.

El Desarrollador usará subsistemas, hardware, software y dispositivos de comunicaciones únicamente de fabricantes que han estado fabricando el mismo producto o uno similar, de manera regular por los últimos cinco (5) años, y que han provisto los mismo productos o similares con una experiencia favorable.

Como prueba del cumplimiento de estos requisitos, el Desarrollador proporcionará evidencia documentada, referencias e información de contactos de al menos tres (3) agencias gubernamentales diferentes o entidades privadas que actualmente estén usando productos similares del fabricante en condiciones similares a las que se encuentran en este proyecto. La experiencia puede ser de cualquier país del mundo.

Todos los componentes del sistema tienen que cumplir todos los requisitos de material, funcionales, operacionales de esta especificación y requerimientos referidos.

Todos los componentes del sistema serán instalados e integrados por personal certificado o autorizado por el fabricante y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

1.21. Protección contra vandalismo y robo.

El Desarrollador incluirá en su póliza de seguro la cobertura del CCO y de los dispositivos ITS contra el vandalismo y el robo.
Como parte del Proyecto, el Desarrollador diseñará e implementará un plan de protección contra vandalismo y robo para los dispositivos ITS. Será la completa responsabilidad del Desarrollador utilizar las medidas físicas y/o electrónicas que sean necesarias para proteger todo el equipo de campo y mantenerlo en operación total.

1.22. Estructuras para los dispositivos ITS.

El Desarrollador será responsable de diseñar, instalar y mantener las estructuras y los cimientos para los dispositivos ITS incluidos en esta Concesión de acuerdo a lo especificado en la Normativa para la Infraestructura del Transporte, específicamente en los libros dedicados a Construcción (CTR), o en caso de que no exista referencia, de acuerdo a lo siguiente:

1.23. Cámaras de Circuito Cerrado (CCTV.)

Para los postes de las cámaras CCTV, el Desarrollador será responsable de proporcionar postes de concreto o de acero galvanizado de al menos veinte (20) metros de altura. Los postes de las cámaras CCTV serán diseñados e instalados para permitir no más de diez (10) cm en total de deflexión en la ubicación de la cámara CCTV debido a la deflexión combinada del poste y el cimiento bajo vientos fuertes de ciento sesenta (160) km/hr con un 30% de factor ráfaga.

Diseñar los postes de las cámaras CCTV y los cimientos conforme a lo siguiente:

- AASHTO "Standard Specifications for Structural Supports for Highway Signs, Luminaries and Traffic Signals", 2001 (incluyendo 2002 y 2003 Interim Standard Specifications o la versión más reciente)
- AASHTO "Standard Specifications for Highway Bridges, 1996 (con Interim Standard Specifications hasta el año 2000 o la versión más reciente)

El peso mínimo de diseño para la cámara, poste de la cámara y otros accesorios será basado en el peso real de estos artículos.

1.24. Tableros de Mensajes Dinámicos (DMS).

El Desarrollador será responsable de proporcionar estructuras de acero galvanizado para los tableros DMS. Para todos los tableros DMS de Matriz, destinados a proveer información al usuario, el Desarrollador utilizará estructuras tipo marco o bandera (cantiléver). En caso de que el Desarrollador requiera ofrecer un pasillo detrás del tablero para tener acceso total al interior del mismo, donde están los componentes de control, el pasillo del tablero DMS será diseñado para soportar la carga de al menos cuatro adultos y su equipo/herramientas, y debe contener un barandal fijo a lo largo del pasillo entero para prevenir caídas del pasillo.

El peso mínimo de diseño para cada tablero y otros accesorios estarán basados en los pesos reales de estos artículos.
Para consideraciones de peso externo, el peso del viento por fatiga será calculado de acuerdo a AASHTO Sign Specs Tabla 11-1 por Categoría de Fatiga I considerando ráfagas de viento y ráfagas inducidas por camiones. Diseños para una vida recomendada de cincuenta (50) años.

Para los Tableros de Límites de Velocidad Variable, el Desarrollador proporcionará estructuras de dos postes para la instalación de los tableros al lado derecho de la vía.

1.25. Cámaras de Reconocimiento de Placa.

Para las cámaras de reconocimiento de placa, el Desarrollador será responsable de proporcionar estructuras de concreto o de acero galvanizado del tipo y altura requerido para cumplir con todos los

requisitos contenidos en los requerimientos y en cumplimiento absoluto de las recomendaciones del fabricante del equipo. Las estructuras serán diseñadas e instaladas para permitir no más del máximo en deflexión total en la punta de la estructura recomendado por el fabricante de los detectores debido a la deflexión combinada del poste y el cimiento bajo vientos fuertes de ciento sesenta (160) km/hr. Con un factor ráfaga del 30%.

1.26. Diseñar las estructuras y cimientos conforme a lo siguiente:

AASHTO "Standard Specifications for Structural Supports for Highway Signs, Luminaries and Traffic Signals", 2001 (incluyendo 2002 y 2003 Interim Standard Specifications o la versión más reciente) AASHTO "Standard Specifications for Highway Bridges, 1996 (con Interim Standard Specifications hasta el año 2000 o la versión más reciente) o la Norma Mexicana que lo sustituya.

El peso mínimo de diseño para cada equipo de detección de reconocimiento de placas y otros accesorios será basado en pesos reales de estos artículos.

1.27. Detectores de Condiciones Meteorológicas Adversas.

Para los postes (o torres) de detección de condiciones meteorológicas adversas, el Desarrollador será responsable de proporcionar estructuras de concreto o acero galvanizado de aproximadamente tres (3) a cinco (5) metros de altura conforme con las recomendaciones del fabricante del equipo de detección. Las estructuras serán diseñadas e instaladas para permitir no más del máximo en deflexión total en la punta de la estructura recomendado por el fabricante de los detectores debido a la deflexión combinada del poste y el cimiento bajo vientos fuertes de ciento sesenta (160) km/hr. Con un factor ráfaga del 30%.

Diseñar los postes/torres de detección de condiciones meteorológicas adversas y cimientos conforme a lo siguiente:

- AASHTO "Standard Specifications for Structural Supports for highway Signs, Luminaries and Traffic Signals ", 2001 (incluyendo 2002 y 2003 Interim Standard Specifications o la versión más reciente) o la Norma Mexicana que lo sustituya.
- AASHTO "Standard Specifications for Highway Bridges, 1996 (con interim Standard Specifications hasta el año 2000 o la versión más reciente) o la Norma Mexicana que lo sustituya.

El peso mínimo de diseño para cada equipo de detección de condiciones meteorológicas adversas, la cámara CCTV y otros accesorios será basado en pesos reales de estos artículos.

1.28. Gabinetes para equipos electrónicos de los dispositivos ITS.

El Desarrollador proporcionará gabinetes para el equipo de cada dispositivo ITS y para el equipo de comunicación en el campo. En los lugares donde dos (2) o más dispositivos de ITS sean colocados (por

ejemplo, cámaras CCTV y tableros DMS), el Desarrollador utilizará un gabinete para albergar el equipo de control y comunicaciones de ambos dispositivos ITS.

Todos los gabinetes cumplirán con lo especificado en la Normativa para la Infraestructura del Transporte, o bien los gabinetes cumplirán o excederán con los requisitos de la clasificación NEMA 3R o su equivalente. Los gabinetes y puertas fabricadas de hojas de aluminio cumplirán con la especificación Marine Grade 5052-H32, de al menos, 3.175 mm de grueso y reforzadas adecuadamente. Proporcionar gabinetes lo suficientemente reforzados y/o colocados de una manera para protegerlos contra el vandalismo y/o el robo.

El Desarrollador proporcionará los gabinetes, que tengan las dimensiones de altura, profundidad y ancho apropiadas para cada aplicación de modo que cada equipo, componente de comunicación y cables requeridos puedan ser acomodados y mantenidos con su funcionalidad total de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Se instalará un cimiento de concreto (donde sea necesario) y ductos desde el gabinete al poste o estructura de los dispositivos ITS y se proporcionará un ducto conteniendo todo el control necesario, cables eléctricos y de video transmisión.

1.29. Defensas Metálicas.

El Desarrollador será requerido a proporcionar defensas metálicas para todas las estructuras de los dispositivos ITS de acuerdo a la Normativa para la Infraestructura del Transporte. Todas las defensas metálicas deberán utilizar postes de acero y ser diseñadas e instaladas para proteger los postes y estructuras de los dispositivos ITS.

1.30. Fuente de energía primaria.

El Desarrollador coordinará, diseñará, instalará y mantendrá la fuente de energía primaria para el CCO y todos los dispositivos ITS (en su caso) en el campo o donde proponga instalarlo. Este trabajo incluye toda la coordinación con, y los pagos necesarios a, la compañía proveedora de energía para la instalación inicial, y todo el servicio y uso de energía durante la vida de la Concesión.

También incluye la instalación de toda la infraestructura propia necesaria para la fuente de energía primaria entre el punto de servicio de la compañía de energía, el CCO y los dispositivos ITS, incluyendo: gabinetes, servicio interruptor, fusibles, medidores, registros de paso, registros de conexión, ductos, cableado eléctrico, postes para tender cables de forma aérea, y todo el equipo y conectores adicionales necesarios para proveer las fuentes de energía necesarias para el CCO y los dispositivos ITS.

El Desarrollador proporcionará una fuente de energía primaria a través de un sistema de baterías y paneles solares siempre y cuando sea diseñado adecuadamente y ofrezca la energía suficiente para la continua operación del dispositivo.

El Desarrollador deberá tomar la decisión de proveer energía eléctrica a través de una compañía proveedora de energía (sistema cableado) o de un sistema propio de baterías y paneles solares. Será responsabilidad del Desarrollador diseñar el sistema para garantizar la operación continúa de los dispositivos para cumplir con el requisito de disponibilidad de dispositivos en los indicadores de desempeño.

Las instalaciones de energía cumplirán con todas las normas aplicables en México, los requisitos de los fabricantes de los dispositivos ITS y el equipo del CCO, y todos los requisitos y estándares aplicables para este tipo de instalación en México.

1.31. Suministro de Energía en Caso de Corte del Servicio.

Dispositivos ITS: Como mínimo, el Desarrollador propondrá e instalará un suministro de energía no-interrumpible (UPS) para todas las cámaras CCTV, y para todos los gabinetes con equipo de comunicación en los cuales dos (2) o más dispositivos ITS estén concentrados.

El Desarrollador proporcionará un respaldo de energía (UPS) que ofrezca al menos una (1) hora de operación del equipo de cada dispositivo en el caso de falla de energía principal. Proporcionar ventilador(es) del tamaño, tipo y watts necesarios para mantener la temperatura de los gabinetes dentro del rango operable del equipo UPS que se tenga.

Centro de Control de Operaciones (CCO): El Desarrollador instalará un suministro de energía no-interrumpible (UPS) para todo el equipo y los sistemas del CCO, excepto para el sistema de aire acondicionado. El UPS deberá ofrecer este respaldo durante al menos treinta (30) minutos. El Desarrollador también deberá instalar una planta de generación eléctrica de emergencia a diésel para las fallas de energía que duren más tiempo. La planta diésel deberá ser diseñada e integrada para empezar a funcionar de forma automática cuando el UPS se descarga o cuando la temperatura de una de las salas del CCO llega a una temperatura crítica. El diésel almacenado debe ofrecer una operación de al menos 72 horas. La planta diésel deberá ser diseñada para sostener todas las funciones críticas del CCO, incluyendo: todo el equipo de telecomunicaciones, todos los servidores y computadoras, el software maestro, los monitores, las estaciones y oficinas del CCO, así como los pasillos, los baños y el aire acondicionado.

Ductos, cables, registros y otros equipos relacionados: El Desarrollador seguirá lo estipulado en la Normativa para la Infraestructura del Transporte y los organismos que tengan jurisdicción para cada instalación, para los ductos, cables de electricidad, cables de telecomunicaciones, registros de paso, registros de conexión, postes de soporte de cables aéreos y otro equipo necesario para la instalación del CCO y el sistema ITS.

1.32. Visibilidad de Dispositivos.

El Desarrollador seleccionará los sitios para la instalación de dispositivos, y removerá o podará árboles y otros obstáculos conforme sea necesario y de acuerdo a la ley y todas las regulaciones ambientales aplicables para ofrecer una línea de visibilidad clara para cada cámara, señalamiento y tablero DMS incluidos en este proyecto. El Desarrollador coordinará la ubicación exacta y la severidad de la poda de árboles con el organismo que tenga jurisdicción antes de iniciar un trabajo de poda o tala.

2. Requerimientos funcionales específicos de los subsistemas.

En esta sección se indica la función de cada uno de los subsistemas dentro del proyecto, las características de cada uno de ellos, así como sus ubicaciones preliminares, complementado lo descrito en el documento de Concepto de Operaciones.

2.1. Centro de Control de Operaciones (CCO).

2.1.1. Objetivos Operacionales. El Centro de Control de Operaciones (CCO) será la instalación remota o en campo, que actúe como el centro de comando central de todas las actividades de operaciones, gestión de tránsito, gestión de incidentes y todas las actividades para proveer información al viajero que son responsabilidad del Desarrollador.

La ubicación del CCO responderá a las necesidades del Sistema ITS, de accesibilidad a los servicios y otros factores relevantes, encontrándose en las inmediaciones de la Concesión, según se indica en el Contrato APP y del presente Título de Concesión.

2.1.2. Equipo y materiales. El CCO será construido, equipado y listo para ocuparse antes de que la primera fase de la instalación de los dispositivos ITS se termine, según se indica en el Título de Concesión.

Climatización e instalaciones:

- El CCO contará con piso elevado, y con ductos e instalaciones entre el nivel del suelo y el piso del CCO por donde pasará el cableado entre las diferentes salas y a las estaciones de trabajo de los operadores.
- Todas las salas del CCO contarán con un sistema de aire acondicionado, de acuerdo con los requisitos de los equipos de telecomunicaciones, computadoras, servidores, etc. que se encuentren en las diferentes salas del CCO.
- Todas las salas del CCO contarán con un sistema de control de acceso, basado en la utilización de al menos uno de los siguientes elementos: tarjeta inteligente, lectura de huella digital o clave de acceso.
- El CCO tendrá un baño de hombres y un baño de mujeres dentro de las instalaciones del CCO.
- El CCO tendrá un área de casilleros para los operadores y las demás personas que trabajan en el CCO con tal de guardar de manera segura sus artículos personales.

- El CCO tendrá una sala HVAC con todo el equipo necesario para mantener todas las salas del CCO acondicionadas de acuerdo con los requisitos de los fabricantes de los equipos, computadoras, servidores, etc. en cada sala.
- El CCO tendrá un estacionamiento adyacente al CCO que sea de un tamaño adecuado para los empleados y visitantes del CCO.
- El CCO será diseñado, equipado y construido de acuerdo con todas las leyes, códigos y estándares para construcciones de este tipo. El Desarrollador contratará a arquitectos, ingenieros y contratistas de construcción con la experiencia y todos los permisos necesarios para este tipo de construcción.
- El diseño y construcción/equipamiento del CCO seguirá los procesos de "ingeniería de sistemas" antes señalados en este documento.

Sala de Control:

- Contará con al menos (2) estaciones de trabajo desde donde se puedan observar las pantallas donde se proyectan las imágenes provenientes de las cámaras CCTV.
- Cada estación de trabajo será equipada con lo siguiente:

  a. Una consola /mesa adecuada para centro de comando.
  b. Una silla de oficina ergonómica y con ruedas.
  c. Una computadora con procesador Intel i7 o superior y cuando menos 8Gb de memoria RAM, y disco duro de 500GB SATA 3.0Gb/s o superior. La computadora contará con las características adecuadas para hacer todo lo estipulado en la operación del sistema ITS y el software maestro de acuerdo con el Concepto de Operaciones y los requerimientos funcionales.
  d. Dos (2) monitores TFT-LCD.
  e. Unidad de control de cámaras CCTV.
  f. Un teléfono con funciones de altavoz, transferencia, espera, etc.
  g. Las estaciones de trabajo en la sala de control serán diseñadas e integradas de modo que todas las funciones del CCO puedan ser desarrolladas en cualquier estación de trabajo.

- La oficina será equipada con al menos lo siguiente:

  a. Un escritorio de oficina.
  b. Una silla de oficina ergonómica y con ruedas.
  c. Una computadora con procesador Intel i7 o superior y cuando menos 8Gb de memoria RAM, y disco duro de 500GB SATA 3.0Gb/s o superior. La computadora contará con las características adecuadas para hacer todo lo estipulado en la operación del sistema ITS y el software maestro de acuerdo con el Concepto de Operaciones y los requerimientos funcionales.
  d. Un monitor TFT-LCD para GUI y uso de video.
  e. Un teléfono con funciones de altavoz, transferencia, espera, etc.

- La sala de control contará con un arreglo de pantallas (Videowall) que tenga al menos catorce (14) pantallas de acuerdo con lo siguiente:

a. Dos (2) pantallas centrales planas, cada uno de un tamaño de al menos ciento cincuenta (150) cm en diagonal de una esquina a la contra esquina. Una de las pantallas centrales será para mostrar, de forma continua, el mapa principal del Software Maestro con todos los dispositivos ITS, incidentes activos y otra información de operación señalada en el mapa. La otra pantalla central será para mostrar las imágenes de video de interés durante el manejo de un incidente, etc.
b. De cada lado de la pantalla central seis (6) pantallas planas de al menos sesenta y cinco (65) cm en diagonal de una esquina a la contra esquina. Estas pantallas serán instaladas en una matriz de 3x2 (3 filas y 2 columnas). Estas pantallas serán para mostrar las imágenes de video de las cámaras CCTV de forma continua.
c. Las pantallas serán ubicada frente a las estaciones de trabajo y colocadas a una altura en la que todos los operadores tengan una vista clara y directa a todas las pantallas mientras estén sentados en sus estaciones. Las pantallas también serán visibles desde la sala de conferencias.

- La sala de control también incluirá una sección común con impresora(s), fotocopiadora, máquina de fax, etc.

Sala de Cómputo y Comunicaciones:

La Sala de Cómputo y Telecomunicaciones será una sala separada y contará con un sistema de control de acceso, adicional al sistema requerido para entrar al CCO. Esta sala incluirá lo siguiente:

- Todo el equipo de telecomunicaciones (módems, decodificadores, switches, etc.).
- El equipo para el manejo y grabación de las Cámaras de Circuito Cerrado (CCTV).
- Los servidores, computadoras y sistemas necesarios para el software maestro, la operación de todos los dispositivos ITS, las bases de datos, y las demás funciones del CCO.
- El equipo de suministro de energía de respaldo (UPS), diseñado, configurado e instalado para proveer energía a todo el equipo de al menos toda el área de control, la sala de juntas, y la sala de cómputo y telecomunicaciones durante una falla en el suministro de electricidad.

  a. El UPS no tendrá que proveer energía para el sistema de aire acondicionado.
  b. El UPS empezará a proveer energía, sin interrupción, en el caso de un apagón.
  c. El UPS proveerá de energía al equipo y las salas indicadas durante un periodo de al menos treinta (30) minutos o hasta que la temperatura rebase un nivel aceptable para las computadoras y otros equipos en el CCO. Al llegar a los treinta (30) minutos o a la temperatura máxima el UPS será relevado por el sistema diésel (generador) de suministro de energía.

Sala de Juntas:

- La sala de conferencias tendrá la capacidad para al menos diez (10) personas sentadas alrededor de la mesa de conferencias, además de espacio para otras diez (10) personas a lo largo de las paredes.

- La sala de juntas tendrá una mesa central de conferencias y al menos veinte (20) sillas tipo oficina con ruedas.

  a. Será adyacente a la sala de control y una de sus cuatro paredes será de vidrio para tener una vista completa de la sala de control y el muro de pantallas desde la sala de conferencias.
  b. Tendrá una pantalla plana de al menos ciento veinte (120) cm en diagonal de una esquina a la contra esquina.
  c. Tendrá una computadora para manejar el Software Maestro dentro de la sala, usando la pantalla de 120 cm como su monitor.
  d. Tendrá un teléfono con la función de conferencia, transferencia, espera, etc.
  e. Será una sala cerrada y tendrá una puerta que podrá ser asegurada.

2.2. Vehículos de Asistencia en la Carretera.

2.2.1. Objetivos Operacionales.

Uno de los principales brazos ejecutores de todo Sistema ITS son los Vehículos de Asistencia en Carretera. Una vez que ha sido detectado algún incidente son ellos los que asistirán de inmediato al lugar de los hechos y solucionarán el problema. Los equipos de asistencia en carretera que se proponen son de tres tipos diferentes, y cada uno de ellos realiza labores especializadas:

- **Grúas:** Se requieren para mover los vehículos accidentados y/o descompuestos. Es la grúa la primera que se envía al lugar del incidente. En caso de ser un incidente grave, inmediatamente llama al CCO para pedir que se envíe el vehículo de rescate o una ambulancia, en caso de haber heridos graves que requieran ser trasladados de inmediato a un hospital.

- **Ambulancias:** No se requiere que sean propiedad del Concesionario, ya que se pueden usar las ambulancias de la Cruz Roja y de otras instituciones locales. Sin embargo es responsabilidad del Concesionario tener los acuerdos con suficientes instituciones, para poder responder a cualquier incidente en los tiempos establecidos. En caso de no contar con instituciones locales confiables será responsabilidad del Concesionario contar con ambulancias propias. En caso de necesitarse equipo de urgencia con mayor especialidad, como vehículos de rescate y de transporte de los accidentados, la grúa se comunicará con el CCO para llamar ya sea una ambulancia terrestre o aérea con el personal y equipo médico necesario para atender la emergencia. Remitirse a la descripción provista en el Contrato APP y el Título de Concesión con respecto a la Norma aplicable.

Los vehículos estarán disponibles las 24 horas del día en sus instalaciones. Además, se establecerán los acuerdos necesarios con empresas locales que cuenten con estos equipos, para el caso de ser necesario su uso en incidentes simultáneos o de gran magnitud. Se cumplirá siempre con los tiempos de respuesta estipulados de máximo 10 minutos, aunque se presenten varios eventos a la vez, es por ello, que si a

pesar de lo sugerido en el presente estudio, se requiere de mayor asistencia, se sugiere buscar el respaldo de empresas locales que puedan prestar el servicio y cumplir con los requerimientos.
Se contará al menos con 2 Grúas, 2 Camionetas de asistencia y 2 ambulancias, las cuales estarán localizadas en dos ubicaciones:

- 2 Grúas, 2 Camionetas y 2 Ambulancias

3. Subsistema Software Maestro.

3.1. Objetivos Operacionales.

Esta sección específica lo requerido para que el Desarrollador implemente un sistema de software (tipo aplicación web) integrado que ofrecerá a los operadores del Centro de Control de Operaciones (CCO) un solo paquete de software para manejar todos los aspectos del CCO y de las operaciones de ITS. A lo largo de esta especificación el Sistema de Software Maestro será referido simplemente como El Sistema.

El Desarrollador proveerá todas las licencias requeridas para el funcionamiento del Sistema, considerando el costo de las mismas para la funcionalidad especificada en el presente documento, como cualquier otra que considere necesaria.

El Sistema proveerá una herramienta de software integrada para los operadores del CCO. El Sistema permitirá a los operadores del CCO hacer uso efectivo de las tecnologías de vigilancia e información de diferentes fuentes para El Libramiento. Esto permitirá que los operadores del CCO identifiquen y coordinen rápidamente congestionamientos, incidentes y situaciones de emergencia, y también contribuirá a que dichos operadores implementen y coordinen, también de manera oportuna una respuesta. Esto facilitará una integración y distribución oportuna de información acerca de las condiciones de tránsito a los viajeros y a los organismos involucrados.

El Sistema implementado por el Desarrollador, cumplirá con los requisitos mínimos presentados en esta especificación con el fin de satisfacer totalmente las necesidades de la operación del sistema ITS y el CCO.

- Ofrecer un control integrado de todos los dispositivos ITS del Desarrollador desde un solo software en el CCO.
- Ofrecer una integración de información, datos e imágenes de video de los organismos involucrados.
- Permitir un seguimiento y una coordinación eficiente y apropiada por parte del CCO a los incidentes y eventos de tránsito.
- Proveer de manera eficiente información en tiempo real a los usuarios actuales y potenciales del Libramiento.
- Entregar de manera coordinada, información operacional electrónica en tiempo real entre el CCO, y los otros organismos involucrados.

- Funcionar como herramienta principal para la colección, ingreso, análisis y almacenaje de datos para tener toda la información requerida.

3.2. Requisitos funcionales.

- El sistema permitirá la toma de decisiones en las operaciones de tránsito para mantener un estado de alerta de situaciones con respecto a las condiciones de viaje.
- El Sistema colectará e integrará continuamente datos electrónicos recibidos de los dispositivos ITS y de información introducida al Sistema por los operadores del CCO para ofrecer un almacén central de información actualizada al momento acerca de la condiciones de viaje a través del Libramiento.
- La información manejada por el Sistema incluirá al menos, lo siguiente:

  a. Velocidad promedio de los vehículos en una base de segmento por segmento en cada sentido del camino y tramo definido.

  b. Tiempo promedio de viaje y tiempo de viaje de los vehículos.

  c. Tiempo promedio de cruce de la caseta de cobro.

  d. Ubicación de todos los incidentes, accidentes y emergencias en El Libramiento; el estado actual de cada incidente, y otros datos clave del incidente incluyendo: tiempo (hora/minuto) de detección del incidente, manera de detección del incidente, acción tomada en el CCO en reacción al incidente, vehículo(s) mandados al incidente, tiempo (hora/minuto) que los vehículos fueron mandados al incidente, tiempo (hora/minuto) que cada vehículo llegó al incidente, número de carriles cerrados, acciones tomadas en la escena del incidente, tiempo (hora/minuto) que el incidente fue despejado, etc. La información de la gestión/manejo de cada incidente será lo más completa posible para tener una base de datos muy amplia para cada incidente. Para los sistemas de información al viajero, cada incidente, accidente y emergencia tendrá una estimación de cuánto tiempo va a durar el incidente, actualizado regularmente por los operadores del CCO durante toda la duración del incidente.

  e. Ubicación de todos los cierres planeados y no planeados de caminos y de restricciones en El Libramiento, incluyendo cierres para construcción y mantenimiento planeado y no planeado.

  f. Información para todos los dispositivos ITS, incluyendo al menos lo siguiente: tipo de dispositivo (CCTV, DMS, etc.), ubicación del dispositivo, foto del dispositivo, estatus operacional del dispositivo, información actual del dispositivo (imágenes de las cámaras, mensaje puesto en los DMS, etc.), estatus de la conexión de telecomunicaciones con el dispositivo, fecha de instalación, fecha de todo el mantenimiento al dispositivo, fecha de cambio/reemplazo de algún componente del dispositivo, etc.

  g. Ubicación actual de cada uno de los prestadores de servicio en el campo, incluyendo grúas, ambulancias, asistencia a vehículos en el Libramiento, camionetas tipo pick-up de asistencia a pasajeros y vehículos de rescate. Para cada vehículo, información de su estatus actual, acciones que está tomando, capacidad instalada para responder a un Incidente, etc.

  h. Generación automatizada del reporte EVL (Estado Vigente del Libramiento), según se describe en el Contrato APP y el Título de Concesión.

- El Sistema ofrecerá una sola interfaz común tipo GIS para cualquier operador del CCO para ver y controlar, en tiempo real, cualquier dispositivo ITS, independientemente del tipo de dispositivo o del fabricante del dispositivo.

3.3. Interfaz Gráfica.

Sistema de Información Geográfica (GIS).

El Sistema ofrecerá una interfaz con un mapa interactivo GIS. El mapa GIS será capaz de mostrar cuando menos lo siguiente:

- Cualquier porción del Libramiento, incluyendo sus accesos, y ofrecerá al usuario controlar interactivamente una extensión visible del mapa.
- La ubicación de todos los dispositivos ITS de todo El Libramiento en la extensión visible del mapa. El mapa representará cada dispositivo ITS individualmente con un símbolo o ícono.
- Permitirá al operador colocar rasgos adicionales en el mapa dinámicamente para representar la ubicación de incidentes y eventos. El Sistema calculará dinámicamente la distancia de viaje entre el incidente y cualquier punto del mapa seleccionado por el operador, como puede ser un entronque o una unidad/vehículo de asistencia en el camino.

Tablero de Instrumentos (Dashboard).

El Sistema proporcionará una pantalla que muestre un resumen de las condiciones de tránsito actual en El Libramiento o en una porción de éste. El tablero mostrará cualquier mensaje activo de alerta, incidentes, cierre de camino y/o congestión, etc.

Los artículos del tablero serán ligados al mapa GIS, de tal manera que el operador del CCO pueda rápidamente asociar una situación mostrada en su tablero con una ubicación o ícono en el mapa.

Alarmas y Mensajes de Alerta.

El Sistema tendrá una alarma audible y mostrará un mensaje de alerta en el tablero de instrumentos cuando ocurra un evento que requiera la atención del operador del CCO. Un ejemplo no limitativo de dichos eventos son los siguientes:

- Pérdida de comunicación u otra falla con cualquier dispositivo ITS.
- Condiciones meteorológicas adversas detectadas por el sistema pertinente de acuerdo con las especificaciones y calibraciones del mismo. El puesto de cualquier mensaje de advertencia de condiciones desfavorables no será automático, sino que requerirá de la confirmación del operador del CCO previo a su activación.
- Posibles incidentes o accidentes conforme a la especificación y configuración del sistema de reconocimiento de placas para esta función.

- Variación en la medida de los indicadores de desempeño o indicadores del flujo del Libramiento.

El Sistema apagará una alarma cuando ésta sea identificada y reconocida por un operador del CCO. Y removerá el mensaje de alerta cuando el operador haya tomado medidas adecuadas para resolver la situación que generó la alerta.

Formas Electrónicas.

El Sistema ofrecerá las siguientes formas de entrada de datos electrónicos en línea conforme lo requiera el operador.

- Forma de Reporte de Incidente: Será llenada cada vez que un incidente de tránsito sea reportado al CCO desde cualquier fuente (Dispositivos de campo ITS, identificación visual con cámaras CCTV, reportes de vehículos de asistencia en El Libramiento, reportes de agencias de orden público, reportes de ciudadanos, u otro).
- Forma para Reporte de Servicio de Vehículos de Asistencia en El Libramiento: Será llenada cada vez que una unidad de asistencia ayude a un viajero.
- Forma de Reporte de Problemas de Equipo: Será llenada cada vez que un defecto operacional ocurra con un dispositivo ITS.
- Toda la información requerida y entrada en la formas contendrá suficiente información para evaluar el desempeño del Sistema y del Sistema ITS en total.

El Sistema validará la información ingresada en estas formas por el operador para asegurar la calidad de los datos y para mantener un registro electrónico permanente de la información validada.

3.4. Uso y monitoreo de dispositivos ITS.

El Sistema ofrecerá a los operadores del CCO la posibilidad de usar, ver, controlar y configurar todos y cada uno de los dispositivos ITS del Desarrollador de acuerdo con los requisitos del Concepto de Operaciones y los requerimientos funcionales para poder realizar toda operación de los dispositivos a través del Sistema desde el CCO.

El Sistema monitoreará de manera continua y automática el estado de las operaciones de cada dispositivo ITS. Este proceso de monitoreo ofrecerá a los operadores del Sistema conocimiento del estado operacional de cada dispositivo de forma continua.

El Sistema indicará el estado de cada dispositivo ITS en la interfaz del mapa GIS, de modo que el operador pueda rápidamente ver si algún dispositivo en particular está desconectado o descompuesto o cuenta con pérdida de comunicaciones.
El Sistema alertará al operador cuando alguna falla sea detectada en la operación de cualquiera de los dispositivos o en la comunicación entre cualquier dispositivo.

3.5. Mejoras e integración de nuevos dispositivos ITS.

- El Desarrollador implementará mejoras al Sistema de manera periódica durante la vigencia de la concesión para aumentar su funcionalidad, mejorar la eficiencia de las operaciones y mejorar el servicio a los viajeros. La siguiente lista ofrece algunos ejemplos de mejoras posibles que el Concesionario tendrá que implementar y que contemplará desde el principio:

  a. Avances en tecnología ITS que ofrecerán oportunidades para mejorar el manejo de tránsito o servicio a los interesados. El Desarrollador requerirá la implementación de estas tecnologías y la integración de los datos y capacidades funcionales que ellos ofrezcan en la operación del Sistema.
  b. Información de tránsito, como datos de tiempos de viaje, para alguna o todas las carreteras que se encuentren relacionadas a El Libramiento, disponibles de agencias o servicios externos. El Desarrollador requerirá de integrar todos los datos al Sistema de modo que la información pueda ser anunciada en los dispositivos DMS, la página Web y en el sistema telefónico y a la entrada de cada punto decisivo para El Libramiento.

3.6. Registro de actividades.

- El Sistema tendrá una base de datos en la cual toda actividad del Sistema será automáticamente seguida y registrada.
- El Sistema reconocerá y registrará en un registro de actividades (o bitácora) todos los mensajes de alerta y alarmas, transmisión de datos, acceso a formas electrónicas, emisión de órdenes para controlar cualquier dispositivo ITS, configuraciones de software y de dispositivos de campo ITS y la acción del dispositivo en respuesta a cada orden.
- El Sistema asegurará todos los datos del registro de actividades para evitar que cualquier persona pueda alterar los datos o copiar información.
- El sistema generará el reporte EVA (Estado Vigente del Libramiento) cada 5 minutos, mismo que almacenará en formato PDF y en algún formato electrónico que pueda ser vaciado a una base de datos para análisis posterior del comportamiento del tráfico y las condiciones externas que lo afecten.

3.7. Entrenamiento para uso del Software Maestro.

Esta sección específica los requisitos para que el Desarrollador conduzca un entrenamiento en la operación del sistema del Software Maestro.

El entrenamiento se llevará a cabo para el personal del CCO, y es considerado como parte de las operaciones internas propias del Concesionario. Se usará la aplicación web (software maestro) que está operando en las computadoras del CCO.

El curso consistirá en ambos, instrucción formal en un aula y ejercicios prácticos en el Software Maestro. Cada participante operará su propia computadora con el software funcionando a través de una conexión a Internet. Las sesiones de entrenamiento estarán limitadas a seis (6) horas al día como máximo.

El curso cubrirá al menos los siguientes temas:

- Operaciones fundamentales para cada tipo de dispositivo ITS.
- Procedimientos del CCO para el manejo del tránsito y para respuesta a incidentes.
- Navegación del sistema del mapa interactivo.
- Monitoreo del estado de los dispositivos ITS.
- Sistema de alertas y señales de alarma.
- Registro de actividades en el CCO.
- Llenado de los reportes (de incidentes, etc.).
- Transmisión electrónica de datos del sistema de información al viajero en Internet y teléfono.
- Transmisión electrónica de datos de placas a los sistemas de otras autoridades y agencias.
- Generación de reportes, incluyendo pero no exclusivamente, lo siguiente:

  a. Registro de actividades.
  b. Reporte de uso de dispositivo.
  c. Tiempo promedio de viaje por segmento.
  d. Reporte de incidentes.
  e. Reporte de desempeño de respuesta a incidentes.
  f. Reporte de rendimiento del equipo ITS.
  g. Reporte de infractores al límite de velocidad.

4. Subsistema de Cámaras de Circuito Cerrado (CCTV).

4.1. Objetivos Operacionales.

Esta sección identifica los requerimientos del Desarrollador para el diseño, instalación, operación y mantenimiento de un Sistema de Circuito Cerrado de Cámaras de Televisión (CCTV) que capture y transmita las imágenes de video por las cámaras y muestre y grabe estas imágenes de video en el Centro de Control de Operaciones (CCO).

Como mínimo, las cámaras del CCTV proveerán una cobertura de la vía acorde con el concepto de operaciones. En cada entronque/intersección del Libramiento las cámaras instaladas en el área proveerán un 100% de cobertura de todas las rampas de entrada y salida respectivas, y de por lo menos diez (10) metros a ambos lados de las rampas y de la vía. Si se necesita más de una cámara para lograr esta cobertura en cualquier intersección o entronque, será la responsabilidad del Desarrollador instalar el número que sea necesario. Las cámaras serán ubicadas también antes y después de la Caseta de Cobro (en caso de existir), así como en los puntos peligrosos y puntos que se prevea, puedan contar con alto índice de accidentalidad.

El sistema CCTV incluirá cámaras del tipo PTZ y fijas, es decir que cuenten con las funciones de (paneo) horizontal, vertical y zoom así como fijas, es decir que tengan su enfoque en áreas en que no se puede perder la visualización por encontrarse direccionadas a otros puntos; con sus respectivas estructuras de soporte, equipo de sistema de telecomunicación, y sistema de procesamiento, grabación y exhibición de imágenes de video. El equipo para el sistema de procesamiento, grabación y exhibición de imágenes de video estará localizado en el CCO. El área principal de exhibición y observación del sistema de video también estará localizada en el CCO.

El sistema CCTV estará disponible y en operación completa en todo momento. El mantenimiento preventivo y correctivo para componentes individuales del sistema, y para el sistema en su totalidad, será realizado por el Desarrollador durante la vida de la Concesión y de total acuerdo con el Plan de Mantenimiento aprobado para este Proyecto.

4.2. Equipo y materiales.

Todas las señales de video serán en formato digital. Las señales de video comprimidos para transmisión por IP serán MPEG4 Parte 2 para operaciones regulares de vigilancia, y MJPEG para aplicaciones analíticas de video. El tamaño de las imágenes de video transmitidas desde los sitios de la cámara, y grabadas en la grabadora, será de al menos 4-CIF, o similar.

El sistema CCTV será capaz de generar y transmitir imágenes de video a color, de tamaño nominal 4-CIF (704x480 pixeles), en una transmisión mínima de treinta (30) imágenes por segundo, 24 horas al día, siete días a la semana.

El sistema de video del CCTV será diseñado para grabar continuamente imágenes de color 4-CIF, desde cada cámara, 24 horas al día, siete días a la semana, los 365 días del año. El sistema de almacenamiento de video tendrá un tamaño suficiente para grabar y mantener, como mínimo, imágenes de color 4-CIF de todas las cámaras integradas al CCO, de los últimos 60 días naturales.

El sistema de procesamiento, grabación y exhibición de imágenes de video estará integrado con el software maestro del CCO para la exhibición interactiva y automatizada de imágenes relevantes que sean capturadas por las cámaras.

El sistema de video cámara del CCTV permitirá ver y controlar en el CCO, en tiempo real, las imágenes de la cámara en la pantalla de video y/o en las estaciones individuales de trabajo, así como en el salón de conferencias del CCO.

Las cámaras del CCTV estarán montadas sobre estructuras de soporte a una elevación mínima de veinte (20) metros.

El Desarrollador suministrará energía, conexiones a tierra, medidas de protección contra subidas abruptas de voltaje (picos), acondicionadores de humedad y temperatura, y otros accesorios que sean requeridos por los componentes del sistema en las locaciones exteriores en campo, así como las locaciones interiores del CCO.

Cada instalación de cámara CCTV estará equipada con un sistema no-interrumpible de batería de energía (UPS), el cual estará diseñado para el uso combinado de la cámara y los sistemas de comunicación relacionados. El sistema no-interrumpible de energía tendrá tamaño suficiente para mantener la cámara y sistemas relacionados de comunicación, operando a capacidad total por una duración mínima de sesenta (60) minutos. El sistema no-interrumpible de energía será de tipo conversión doble, en el cual la energía entregada a las cargas conectadas es provista desde la batería y no directamente desde la fuente regular de energía. La energía proveniente desde la fuente regular de energía será entregada a través del cargador de las baterías únicamente.

La instalación de la cámara CCTV, su respectivo sistema de comunicación y respectivo sistema no-interrumpible de energía, serán diseñados para operaciones de largo plazo, bajo un rango de temperatura ambiente de entre -10°C y 50°C. Además, cada cámara CCTV será equipada con un techo/protector solar elevado que ayude a reducir los efectos del calentamiento por exposición directa a la luz solar.

Se considerará la configuración de las cámaras PTZ de hasta ocho posiciones predeterminadas para cada cámara.

El sistema de procesamiento, grabación y exhibición de imágenes de video incluirá servidores para grabación de video, a la vez que servidores redundantes para manejo de video, los cuales, respectivamente manejarán la grabación y las funcionalidades de acceso del operador del CCO al sistema. No será necesaria una grabación continua de todas las cámaras, sin embargo lo que sí será necesario es grabar todos los incidentes que se presenten y que estén al alcance de una cámara, con el fin de usar esta información posteriormente cuando sea necesario. Dichas grabaciones sobre incidentes se guardarán por lo menos un año.

El sistema de pantallas de video soportará simultáneamente la exhibición de hasta 30 canales de video en el CCO. Los canales mostrados serán una combinación de imágenes de video en vivo, o grabadas, seleccionables por el operador. El sistema será configurado para detectar y anunciar condiciones de "pérdida de video" en cada entrada de video que esté conectada.

Se proveerán los medios para el rastreo de la posición en la que apunta la cámara, y la generación de subtítulos que contengan la descripción de la posición en que apunta la cámara, así como la fecha y hora, en la respectiva pantalla y grabadora de imágenes de video. La precisión mínima del rastreador de la posición en la que apunta la cámara será tal que la medida de la dirección hacia donde apunta la cámara corresponda nominalmente con cualquiera de las siguientes secciones circulares de 45 grados: Norte, Noreste, Este, Sureste, Sur, Suroeste, Oeste y Noroeste. Los subtítulos serán adicionados e incluidos en la grabación de todas las imágenes de video.

El sistema de procesamiento, grabación y exhibición de imágenes de video enviará imágenes congeladas generadas y transmitidas por las cámaras del CCTV como alimentadores de video para sitios de Internet de información para el viajero. Las imágenes congeladas serán refrescadas a un cierto intervalo seleccionado por el operador; esta tasa de intervalos será fijada en 10 segundos, tentativamente, y será configurable.

Se proveerá una unidad de control de cámaras y/o teclado (o su equivalente) a cada operador de las estaciones de trabajo en el CCO y en la sala de juntas del CCO, para la selección de las imágenes de video mostradas y para el control individual de las cámaras CCTV. El control de las funciones de las cámaras CCTV desde cualquier localidad fuera del CCO será explícitamente impedido.

Se proveerán herramientas en el software maestro para las estaciones de trabajo en el CCO, para que el operador impida temporalmente la distribución de ciertos videos al público (a través de páginas Web, etc.), en momentos de accidentes de tránsito u otros eventos de naturaleza delicada. Se implementarán rutinas computacionales para iniciar nuevamente la distribución del video después de un cierto intervalo, previamente seleccionado. La reactivación de la distribución del video (al público) requerirá de la confirmación del operador en el CCO. Este intervalo para la reactivación del video será configurable por el operador con derechos de supervisión, y será tentativamente fijado en 60 minutos.

Se seleccionará el tamaño del gabinete requerido para albergar todos los componentes y permitir facilidad de instalación y mantenimiento del equipo de las cámaras en el campo. Los gabinetes cumplirán con lo requerido en la Normativa para la Infraestructura del Transporte, y en caso de no existir referencias, serán del tipo NEMA-3R para uso en todas las aplicaciones exteriores.
Todo el equipo y los materiales usados serán componentes estándar que sean fabricados regularmente y utilizados en el sistema del fabricante. Asimismo todos los sistemas y componentes habrán sido completamente probados en uso real.

Las unidades del mismo tipo de equipo serán productos de un único fabricante. Todos los materiales y equipos serán nuevos y estarán actualmente en producción. El equipo tendrá el modelo del fabricante y número de serie en un lugar visible.

El equipo será diseñado para aumentar la capacidad del sistema por medio de la instalación de componentes modulares. Los componentes del sistema serán diseñados para facilitar el mantenimiento por medio del reemplazo de sub-ensamblajes modulares y partes. Los componentes serán diseñados para ser mantenidos usando herramientas y equipos disponibles comercialmente.

El sistema será construido con componentes disponibles en el mercado y que sean intercambiables física, electrónica y funcionalmente con componentes equivalentes. El reemplazo de componentes equivalentes no requerirá de la modificación del componente nuevo ni de otros componentes con los cuales sean usados los dispositivos de repuesto. Los componentes o módulos intercambiables no serán ajustados mediante

ensayo y error para coincidir con los requerimientos de los sistemas integrados, de la precisión del sistema o para restablecer la funcionalidad total del sistema.

Los componentes del sistema serán diseñados para operación continua. El sistema brindará operaciones continuas 24 horas al día los siete días de la semana, con una disponibilidad del 99.8%.

Las cámaras CCTV estarán en conformidad con lo estipulado en la Normativa para la Infraestructura del Transporte, o bien en caso de no existir referencia, con las normas Electronic Industries Alliance EIA170 y EIA 330, y tendrán un rango óptico dinámico total mayor de 60dB.

Todas las cámaras fijas contarán con su protección al clima y capacidad de mantener la posición en cualquier condición climática. Todas las cámaras PTZ del CCTV serán equipadas con paneo horizontal y paneo vertical completos, y funcionalidad zoom que permita una cobertura de visibilidad de la cámara de 360 grados en el plano horizontal, y un rango de visibilidad vertical de 0 grados hacia abajo, hasta al menos +5 grados sobre el plano horizontal. Todas las cámaras fijas y PTZ serán diseñadas para un nivel de iluminación día/noche, y será capaz de generar imágenes visibles bajo un nivel de iluminación de 0.1 lux.

El número mínimo de cámaras a ser instaladas son cuando menos las propuestas en el Proyecto por el Desarrollador y solicitadas por la Secretaría. Cualquier localidad adicional de una cámara a lo largo de El Libramiento para el mejoramiento de las operaciones es fomentada, pero no requerida.

El sistema proporcionará comunicación campo-a-centro entre la cámara y el CCO que cumpla con el protocolo aplicable NTCIP. Las cámaras tendrán la función de "monitoreo de estatus" para que desde el software maestro en el CCO se pueda monitorear y almacenar, de forma automática, el estatus de la cámara (en línea, fuera de línea, falla eléctrica, falla de comunicaciones, etc.)

5. Subsistema de Tableros de Señalamiento Dinámico (DMS).

5.1. Objetivos Operacionales.

Esta especificación establece los requisitos y lineamientos para el Subsistema de Tableros de Mensajes Dinámicos (DMS, por sus siglas en inglés) sobre su diseño, suministro, equipamiento, instalación e integración con el CCO.

Los DMS serán controlables remotamente desde el CCO en tiempo real. Los operadores del CCO serán capaces de operar los señalamientos usando el sistema maestro de software.

La función principal de los DMS es mantener informados a los usuarios del Libramiento, con los tiempos de recorrido, y la información necesaria, oportuna, y actualizada para que puedan tomar decisiones. Principalmente la información mostrada en los DMS consistirá en:

- Tiempos de recorrido en el Libramiento.

- Condiciones meteorológicas adversas: neblina, lluvia intensa, vientos intensos, polvo y calor excesivo entre otras.
- Congestionamientos severos de tránsito.
- Zonas en reparación y/o mantenimiento de la vía.
- Incidentes importantes que afecten el flujo de tránsito.
- Instrucciones para tomar rutas alternativas para evitar el área afectada por el incidente.
- Información de tiempo estimado de demora causado por el incidente.

5.2. Equipo y materiales.

Los requerimientos de tamaño de los diferentes tipos de DMS que se instalarán son los siguientes:

- DMS de tres (3) líneas de texto con al menos quince (15) caracteres por línea con una altura aproximada de los caracteres de cuarenta y seis (46) cm en el Libramiento o aquellos indicados por la Norma vigente.
  Los DMS de 3 líneas serán para uso en El Libramiento, aproximadamente dos (2) a tres (3) km antes de los entronques/intersecciones que representan puntos de decisión importantes para tomar rutas alternativas.
- DMS de 150 cm de ancho y 100 cm de alto (150X100) para usar como parte de un sistema de detección y advertencia de condiciones climáticas adversas. Estos señalamientos estarán equipados con dos (2) luces Ámbar de LED, de aproximadamente 30 cm de diámetro y de alta intensidad y que son colocadas físicamente en la parte de arriba del señalamiento de frente al tránsito que se aproxima.

El Desarrollador proveerá e instalará como mínimo, el tipo y número de DMS estipulados en el documento del Concepto de Operaciones (ConOps) y en estos requerimientos para alcanzar todas las funciones de manejo de incidentes y tránsito del sistema señaladas en estos.

Los DMS tendrán acceso frontal y/o acceso trasero, ser del tipo "matriz completa", una ubicación fija, con base en las definiciones del glosario que se encuentra en NEMA Estándares Publicaciones TS 4-2005.

El equipo del señalamiento eléctrico, incluyendo el controlador y el modem, serán compatibles con el equipo electrónico y con el software del CCO.

El DMS será capaz de mostrar el texto, el cual consistirá en una cadena de caracteres alfabético-numéricos en el idioma español, signos de puntuación y otros caracteres, así como gráficos. Proveer cada carácter formado por una matriz de pixeles luminosos. Proveer una matriz de caracteres estándar, donde un carácter estándar consista en 45 pixeles sobre 5 columnas y 7 filas, o aquellos que indique la Norma vigente.

La construcción del señalamiento DMS cumplirán con las indicaciones establecidas en la publicación NEMA Estándares Publicación TS 4-2005, o aquellos que indique la Norma vigente.

Todas las interfaces, electrónicas y mecánicas entre el señalamiento DMS y el controlador del señalamiento cumplirán con los requisitos establecidos en la sección 4 del NEMA Estándares Publicación TS 4-2005 o aquellos que indique la Norma vigente.

Las propiedades de la carátula de los señalamientos DMS cumplirán con la sección 5 del NEMA Estándares Publicaciones TS 4-2005. Los DMS cumplirán con las indicaciones establecidas para pixeles de color "amarillo" o "ámbar", o aquellos que indique la Norma vigente.

Los señalamientos DMS cumplirán con todas las indicaciones aplicables establecidas en las secciones 8 y 9 del NEMA Estándares Publicaciones TS 4-2005, o aquellos que indique la Norma vigente.

El Desarrollador integrará toda la funcionalidad del control del DMS al software maestro del CCO.

El CCO tendrá control total de la "lista de mensajes" en el que los mensajes serán almacenados, incluyendo listas de mensajes locales y centralizados.

El Desarrollador será responsable de mantener una fuente de energía primaria la cual provee suficiente energía para que los DMS cumplan con todos los requisitos contenidos en esta especificación.

El Desarrollador proveerá DMS capaces de mostrar de 32 a 126 caracteres ASCII (incluyendo todas las letras mayúsculas y minúsculas y los dígitos del 0 al 9) en cualquier lugar de cada reglón, o aquellos que indique la Norma vigente.

El Desarrollador proveerá DMS capaces de mostrar sólo texto, sólo gráficos, o la combinación de ambos, o aquellos que indique la Norma vigente.

El DMS utilizará tecnología diodo emisor de luz (LED, por sus siglas en inglés) como pixeles en la carátula frontal de exposición de la pantalla/DMS. Los DMS utilizarán pixeles LED con un ángulo/cono de visión de treinta (30) grados, o aquellos que indique la Norma vigente.

Los caracteres serán visibles bajo cualquier circunstancia de luz en un cono mínimo de 30 grados de visión centrada en un eje óptico del píxel. Sus puntos de 50% de intensidad definirán el perímetro del cono, o aquellos que indique la Norma vigente.

El señalamiento mantendrá un brillo adecuado para todas las condiciones de luz para una óptima legibilidad. Será lo suficientemente brillante como para tener una buena visibilidad, pero sin llegar al punto de que los pixeles deslumbren (bloom), especialmente en condiciones de nivel bajo de luz ambiental.

El brillo y el color de cada píxel será uniforme en toda la pantalla del DMS dentro del cono de visión en todas las condiciones de luz. La falta de uniformidad de brillo o luz en la pantalla del DMS bajo estas condiciones será motivo de rechazo del DMS.

El DMS será visible y todo el texto será legible a los automovilistas viajando a 110 km/hora desde al menos tres cientos (300) metros de distancia, o aquella que indique la Norma vigente.

El fabricante de los DMS utilizará las últimas técnicas disponibles en diseño de equipo y construcción de señalamientos DMS tipo LED con un número mínimo de partes diferentes.

Los DMS serán diseñados para fácil mantenimiento con todas las partes y componentes fácilmente accesibles para inspección y mantenimiento.

Los DMS utilizarán ya sea un diseño "lift-face" (levantar carátula o pantalla) que permite el acceso al sistema interno por el frente del señalamiento, o un diseño "rear-access" (acceso trasero) que ofrece acceso al interior por la parte de atrás del señalamiento, o aquello que indique la Norma vigente.

Los DMS soportarán vientos de al menos 180 kph sin sufrir daños o deformaciones permanentes, o aquella que indique la Norma vigente.

Los DMS no tendrán degradación de rendimiento incluyendo visibilidad y legibilidad de la pantalla debido a vibración continua causada por viento, tránsito u otros factores.
Si el gabinete de equipo es usado para alojar el equipo controlador del DMS, el gabinete será montado en la parte de arriba de la estructura de soporte del DMS para evitar vandalismo y/o robo.

El sistema proporcionará comunicación entre el controlador del DMS y el CCO que cumpla con el protocolo aplicable NTCIP, o aquella que indique la Norma vigente.

El DMS contará con un programa (software básico) para el controlador, capaz de desempeñar las siguientes funciones:

Mostrar un mensaje, incluyendo:

- Mensajes estáticos.
- Mensajes intermitentes.
- Mensajes alternados.

Reportar errores o fallas, incluyendo:

- Recuperación de energía.
- Falla de energía.
- Falla de ventilación.
- Sobre-calentamiento (temperatura)
- Falla en el suministro de energía
- Monitoreo de mensajes y de su funcionamiento.

El controlador del DMS responderá a una solicitud del CCO en cualquier momento. El mensaje de respuesta será capaz de ofrecer la siguiente información:

- Mensaje actual visible en la pantalla del DMS en una base de pixel individual.
- Nivel actual de iluminación del señalamiento.
- Reportes de fallas y errores.
- Lecturas de temperatura.
- Niveles de voltaje del suministro de energía.
- Origen de la transmisión del mensaje en pantalla (local o central).
- Estado del suministro de energía no-interrumpible (en caso de que aplique).
- El control de los DMS será posible desde el software maestro en el CCO y desde el DMS mismo con una computadora laptop o similar.

El Desarrollador será responsable de la operación y conservación de todos los DMS instalados.
Por medio del Software Maestro se elaborarán una lista de mensajes previos para cada DMS. La lista de mensajes contendrá mensajes estándar relacionados a las funciones antes señaladas y que serán mostrados por los DMS cuando sea requerido.

Cuando el Software Maestro del CCO realice una solicitud al DMS, independientemente de su estado de actual de operación, el DMS responderá a las condiciones requeridas.
Todos los señalamientos serán instalados, probados y comunicados con el CCO de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. De preferencia un representante certificado del fabricante también supervisará la instalación e integración.

El Desarrollador instalará los DMS de acuerdo con el criterio indicado en el documento de concepto de operaciones y en estos requerimientos. El número mínimo y ubicación de los tableros será de acuerdo con el mapa provisto en el Concepto de Operaciones.

Cualquier localidad adicional de DMS a lo largo del Libramiento para el mejoramiento de la gestión de tránsito es fomentada, pero no requerida.

Los DMS tendrán la función de "monitoreo de estatus" para que desde el software maestro en el CCO se pueda monitorear y almacenar, de forma automática, el estatus de cada DMS (en línea, fuera de línea, falla eléctrica, falla de comunicaciones, etc.) y contenidas en el reporte EVA.

El sistema brindará operaciones continuas 24 horas al día los siete días de la semana, 365 días del año, con una disponibilidad del 99.8%.

6. Subsistema de Límite de Velocidad Variable y Real.

6.1. Objetivos Operacionales.

Esta especificación establece los requisitos y lineamientos para el Subsistema de Límites de Velocidad Variable y Real (VVR.) sobre su diseño, suministro, equipamiento e integración con el CCO. Los VVR

serán controlables desde el CCO. Los operadores del CCO serán capaces de operar los VVR usando el software maestro.

El Desarrollador diseñará, instalará, operará y mantendrá una red de tableros de límites de velocidad variable y real en varios puntos a lo largo del Libramiento. El control y las operaciones de los tableros se llevarán a cabo de manera remota desde el CCO, por los operadores utilizando el software maestro.

Los tableros VVR desarrollarán dos funciones principales:

- Mostrar el límite de velocidad actual conforme lo determinado por el CCO y las autoridades correspondientes.
- Detectar y mostrar la velocidad real de los vehículos que estén circulando en todos los carriles de cada sentido de la carretera en el punto donde está el tablero.

Los operadores del CCO serán responsables de poner los límites de velocidad aprobados en los tableros de límites de velocidad variable, y de monitorear la velocidad actual de los vehículos en circulación.
Los operadores del CCO ajustarán los límites de velocidad variable de acuerdo a las condiciones del Libramiento, bajando la velocidad por las siguientes situaciones:

- Condiciones meteorológicas adversas.
- Un incidente, accidente o emergencia en el Libramiento en las cercanías del tablero.
- Construcción y/o mantenimiento del Libramiento en las cercanías del tablero.
- Congestionamiento general en las cercanías del tablero.
- Otras condiciones que justifiquen una disminución en el límite de velocidad conforme al plan de operaciones del Desarrollador

Cualquier ajuste a los límites de velocidad anunciados será de acuerdo con disposiciones y lineamientos de límites de velocidad oficiales determinado por las autoridades correspondientes.

El Desarrollador será responsable de lo siguiente:

- De proponer la tecnología de los tableros VVR.
- De elaborar un mapa de sitio con las ubicaciones precisas de los dispositivos.
- Del sistema de detección de velocidad.
- Elaborar un sistema de comunicación entre el CCO y los tableros de VVR.
- Cumplir con el número mínimo propuesto de tableros VVR.
- Del diseño de la estructura de soporte del tablero.
- Cumplir con los requisitos impuestos para aprobación de compra del equipo.

6.2. Equipo y materiales.

Límite de velocidad:

El tablero de límite de velocidad utilizará una tecnología que requiere energía eléctrica solamente para el cambio de la velocidad. El límite será visible y no será afectado en caso de un apagón de energía eléctrica. Después de un apagón, el límite de velocidad que estaba puesto se mantendrá sin cambio alguno.

El tablero de límite de velocidad cumplirá con todos los requisitos de la Normativa para la Infraestructura del Transporte para señalamiento. La parte del tablero del límite de velocidad aparecerá ante los usuarios como si fuera una señal de límite de velocidad normal. Es importante que no existan señales fijas que indiquen límites de velocidad, con la finalidad de evitar mensajes confusos para los usuarios.

El tablero de límite de velocidad será colocado en la parte de arriba del poste/soporte de las estaciones de límite de velocidad variable y real. Habrá un espacio de aproximadamente treinta (30) cm entre los dos tableros.
El operador del CCO tendrá la capacidad de poner límites de velocidad separados para cada tablero y de poner límites de velocidad en grupos de tableros de límites de velocidad variable simultáneamente.

Velocidad real:

El tablero de velocidad real utilizará tecnología LED para mostrar las velocidades. Cuando no hay vehículos circulando el tablero se mantendrá en blanco, sin mostrar ninguna velocidad.

El color de los pixeles LED será ámbar para las velocidades que estén abajo del límite de velocidad actual, y será rojo para las velocidades que estén arriba del límite de velocidad actual. Para todas las velocidades que estén arriba del límite de velocidad los números/pixeles de la velocidad se mostrarán de forma intermitente rápida para ser lo suficientemente llamativo para que los viajeros lo perciban fácilmente.

El tamaño de los números será el mismo que los del límite de velocidad. Existirá un espacio de aproximadamente treinta (30) cm entre los dos tableros.
El tablero de velocidad real será colocado en la parte de abajo del poste/soporte de las estaciones de límite de velocidad variable y real.
El tablero velocidad real utilizará una forma no-intrusiva (al pavimento) de detección de velocidad de los vehículos en circulación.

El sistema detectará la velocidad de todos los vehículos pasando por los tableros de límites de velocidad variable.

El software maestro en el CCO tendrá la capacidad de mostrar la velocidad real del vehículo que esté pasando en ese momento por cada tablero.

El sistema brindará operaciones continuas 24 horas al día los siete días de la semana, con una disponibilidad del 99.8%.

Todos los tableros de límites de velocidad variable responderán a una consulta del software maestro que solicitará el estado del dispositivo. La respuesta a la consulta contendrá todos los datos solicitados e indicará finalmente si el dispositivo está alcanzando su funcionalidad prevista o no.

El control y monitoreo de los tableros VVR se llevará a cabo remotamente desde el centro CCO y se realizará a través del software maestro.

Todas las velocidades serán mostradas en kilómetros por hora.

Estos tableros se colocarán principalmente en las entradas a la autopista, en lugares que se han detectado con peligrosos por altas velocidades y en general cada 25 km aproximadamente.

7. Sensores Meteorológicos (RWIS).

7.1. Objetivos Operacionales.

Esta especificación establece los requisitos y lineamientos para el subsistema sensores meteorológicos acerca de su diseño, suministro, equipamiento e integración con el CCO. El sistema RWIS podrá ser monitoreado desde el CCO.

El Desarrollador propondrá, diseñará, instalará, operará y mantendrá una serie de dispositivos para monitorear las condiciones meteorológicas en varios puntos a lo largo de la carretera de la concesión. Así mismo el Desarrollador informará por medio de los sistemas disponibles acerca de estas condiciones a los usuarios. El monitoreo de los dispositivos de detección, así como el control y las operaciones de los tableros se llevarán a cabo de manera remota desde el CCO, por los operadores utilizando el software maestro para controlar los mensajes de los DMS.

Las funciones principales de este sistema son las siguientes:

- Obtener un sistema de información meteorológica en el camino (RWIS).
- Mostrar avisos de las condiciones climatológicas adversas detectadas a los vehículos que estén circulando en por las carreteras.

Los operadores del CCO también ajustarán los límites de velocidad variable de acuerdo a las condiciones del Libramiento, bajando la velocidad si se detectan y confirman condiciones meteorológicas adversas.

7.2. Equipo y materiales.

El Desarrollador es el responsable de diseñar y construir todos los gabinetes, ductos, cableado y cajas de registro que sean necesarios, para facilitar la conexión y comunicación entre los sensores, las RPU, las cámaras, los tableros de mensajes dinámicos y el CCO.

Asimismo, es responsable de diseñar y construir estructuras apropiadas donde se montarán los sensores de visibilidad, las cámaras, y los tableros de mensajes dinámicos (DMS).

- **Gabinetes:**
  Para cada elemento del sistema de detección de condiciones meteorológicas que lo requiera, se seleccionará el tamaño del gabinete requerido para que quepan todos los componentes, permitiendo una instalación y un mantenimiento fácil.

- **Cámaras Fijas:**
  Las cámaras fijas se mantendrán como elementos principales de observación a puntos importantes del Libramiento.
- **Cámaras PTZ:**
  Las cámaras CCTV serán cámaras de paneo horizontal, paneo vertical y zoom (PTZ) y cumplirán con la especificación para cámaras del circuito cerrado de TV (CCTV) contenida en el presente documento.

- **Tableros DMS (150X100):**
  Los DMS serán capaces de presentar mensajes grabados o pre-programados. Serán colocados al principio del área designada propensa a condiciones adversas por ambos lados /sentidos de circulación. También serán colocados al menos cada dos (2) km en cada sentido de viaje dentro de la zona propensa a condiciones adversas, ubicados adelante de cada sensor en cada sentido de El Libramiento.