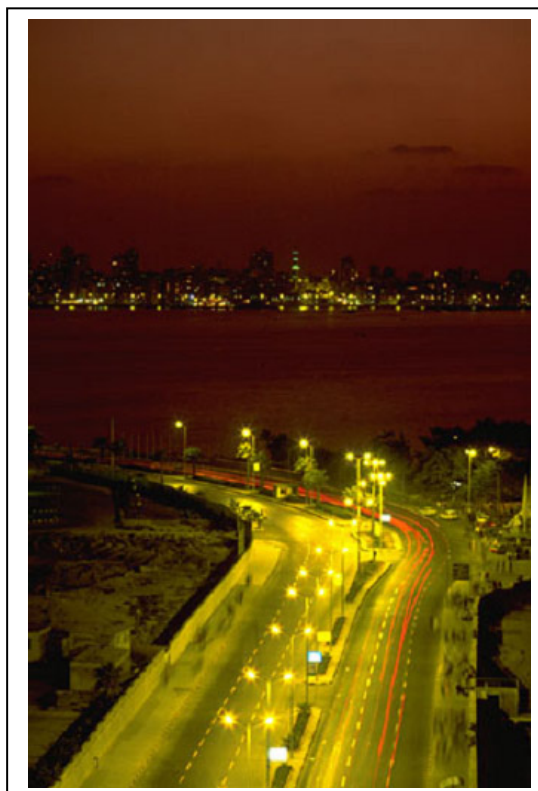




Algoritmos Procesos y Diseños S.A.

# RAI 2002

## REGISTRADOR AUTOMÁTICO DE INFRACCIONES



**APROBADO**  
**D. G. Industria Energía y**  
**Minas de la C. Madrid**  
**Número: 16-I-051 / 03034**  
**BOE de 2/12/03**



## EL SISTEMA RAI 2002

La causa que provoca muchos accidentes en los túneles es la transgresión de los límites de velocidad y/o la separación de la distancia mínima de seguridad.

El sistema RAI 2002 previene los accidentes provocados por dichas causas.

El sistema es capaz de tratar los siguientes parámetros:

- Identificar la Matricula de los vehículos.
- Detectar la Velocidad de paso de los vehículos.
- Detectar la Distancia de separación entre dos vehículos consecutivos.

Basándose en dichas mediciones, el sistema transmite en tiempo real la información generada a la Estación de Control del Túnel, que la gestiona de acuerdo a una aplicación tendente a prevenir las Infracciones, con la ayuda de la Gestión Centralizada del Túnel (GTC), un Puesto de Operación, y accesos remotos restringidos, vía Internet, para las Jefaturas de Tráfico, encargadas de velar de la Seguridad Vial en el interior del túnel.

El sistema RAI 2002 está homologado por el Centro Español de Metrología y la Comunidad de Madrid para la medida de velocidad, y certificado por el Laboratorio de Metrología y Metrotecnica (LMM) de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid para la medida de distancia entre vehículos.

## DESCRIPCIÓN

El sistema ha sido concebido principalmente para identificar automáticamente a los vehículos, chequear su velocidad y controlar la distancia entre dos vehículos consecutivos, aunque la tecnología empleada facilita además otras funciones típicas de los controladores de aforo.

En el aspecto preventivo y formativo, el sistema es capaz de ofrecer al conductor infractor información inmediata de su velocidad y su distancia con el vehículo precedente, presentando mensajes de aviso, a través de los paneles de mensajes variables instalados en el túnel a una distancia adecuada.

En el aspecto punitivo, el sistema es capaz de imponer sanciones a los conductores que infringen los límites establecidos de forma automática e inmediata.

Su precisión y grado de confianza le confiere la capacidad de sancionar a los infractores de un modo completamente automático, sin la presencia de ningún agente o de aparatosos equipos en los arcones.

Los datos y variables del sistema son accesibles mediante sus diferentes dispositivos de comunicación, sin que sea necesario el consumo de ningún tipo de película, accesorio, ni mantenimiento específico.

El software, diseñado a medida, garantiza la privacidad de los datos obtenidos y la seguridad de transmisión a través de la red de área local interior del túnel.

En conjunto, la solución reúne la más avanzada tecnología en tratamiento digital de la imagen y en detección de movimiento: Infrarrojos y Radar Doppler.

Una gran ventaja del sistema, que aporta beneficios de índole económica, es el uso de componentes del mercado, de amplio uso en aplicaciones particulares. Todos los productos disponen de amplias referencias de utilización en los ambientes mas adversos y cumplen los estándares de calidad mas estrictos.

Conviene destacar la modularidad del sistema que permite crecer flexiblemente en el número de puntos de registro, que pueden instalarse con una separación a partir de los 200 metros de distancia.

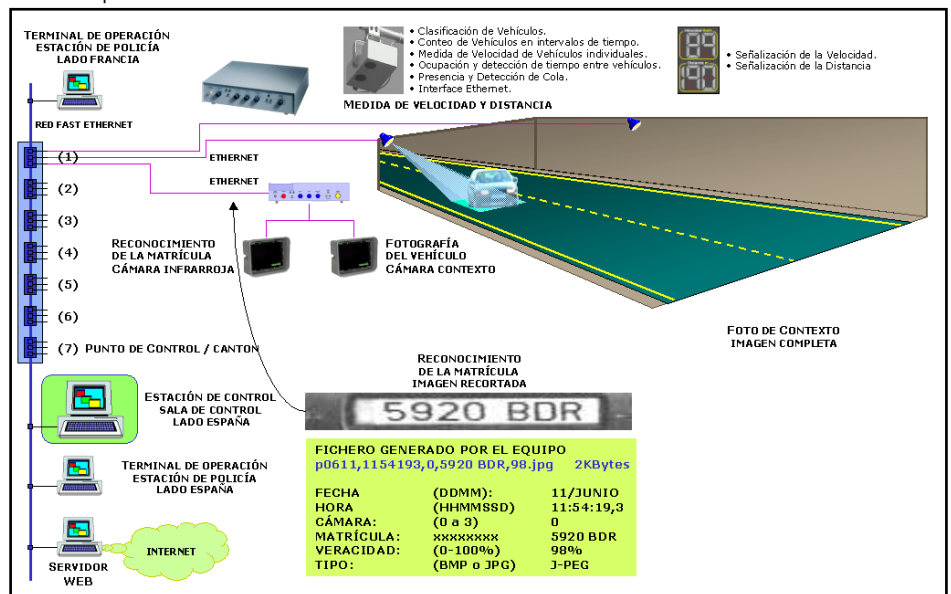
## COMPOSICIÓN

El Sistema está compuesto de:

## PUNTOS DE CONTROL

Son los puntos en los que se desea establecer el control de la velocidad y la distancia intra vehicular.

Se distribuyen en el interior del túnel y se conectan mediante un puerto Fast Ethernet al anillo de comunicaciones de fibra óptica.



Constan de un Armario y de la Instrumentación de medida, a ubicar en un Nicho o en un Refugio del túnel.

Las funciones de los Puntos de Registro son las siguientes:

- Detectar la infracción: Velocidad Máxima y Separación entre Vehículos.
- Medida de la Velocidad.
- Medida de la Separación.
- Reconocimiento óptico de los caracteres de la Matrícula (OCR).
- Obtención de la Imagen completa del Vehículo y de la matrícula.
- Generación de archivo con la imagen del vehículo infractor, la imagen de la matrícula, la velocidad y la distancia medidas, la fecha, la hora y el punto kilométrico de la infracción.
- Transmisión de los datos al Centro de Control.

Para facilitar el trasvase de la información: Fecha, Hora, Minutos, Segundos, Centésimas, Número de Cámara y Porcentaje de Acierto en el Reconocimiento, los datos se usan para dar nombre al Fichero que contiene la Imagen del Vehículo con su matrícula recortada.

Cada Punto de Registro incorpora los siguientes elementos:

- Un Armario IP-65 equipado con Protecciones Eléctricas y acometida de Alimentación.
- Un Ordenador Industrial con Pantalla TFT y teclado sensible al tacto para tratamiento de las señales recogidas de los instrumentos y presentación de la información.
- Un Procesador de Vídeo con capacidad para (4) cuatro Cámaras Monocromo Blanco de Reconocimiento de Matrículas o Cámaras Color de Contexto de los Vehículos.



A los Puntos de Registro se conectan los siguientes Instrumentos:

- Dos sensores de radar Doppler.
- Dos cámaras de infrarrojos capaces de tomar fotos de la matrícula del vehículo.
- Dos cámaras de infrarrojos capaces de tomar fotos del contexto del vehículo.
- Dos paneles numéricos capaces de presentar las medidas obtenidas.

Con dicho equipamiento se pueden controlar las Infracciones de dos

Por medio de estos terminales se realiza la configuración del Sistema y se establecen los umbrales y las pautas de generación de los Incidentes que deberán ser gestionados por la GTC del Túnel.

## PANELES DE SEÑALIZACIÓN VARIABLE

A cada Punto de Registro se le deben asociar: Un Panel de Señalización numérico que representa la velocidad (Km/h) que lleva el vehículo (10 a 199 Km/h) y la distancia (Metros) que le separa del vehículo precedente, si este se encuentra a menos de 200 metros, y un Panel de Señalización variable alfanumérico, que permite ofrecer información de la matrícula y de la sanción que se impone al conductor que infringe la norma.

Los Paneles de Señalización numéricos tienen como misión informar al conductor para que este realice un proceso de aprendizaje que le permita ajustar la velocidad del vehículo y la distancia que le separa del vehículo precedente. Su efecto es preventivo, ya que al tener conciencia de que un sistema automático monitoriza su conducción, provocará una reacción asociada para adaptarse a la norma. Opcionalmente también podrían representar la matrícula del vehículo.

Estos paneles se ubican en la esquina que forman el techo y el hastial derecho del túnel, en el sentido de la marcha, a una distancia que oscila entre los 100 y 150 metros del Punto de Registro.

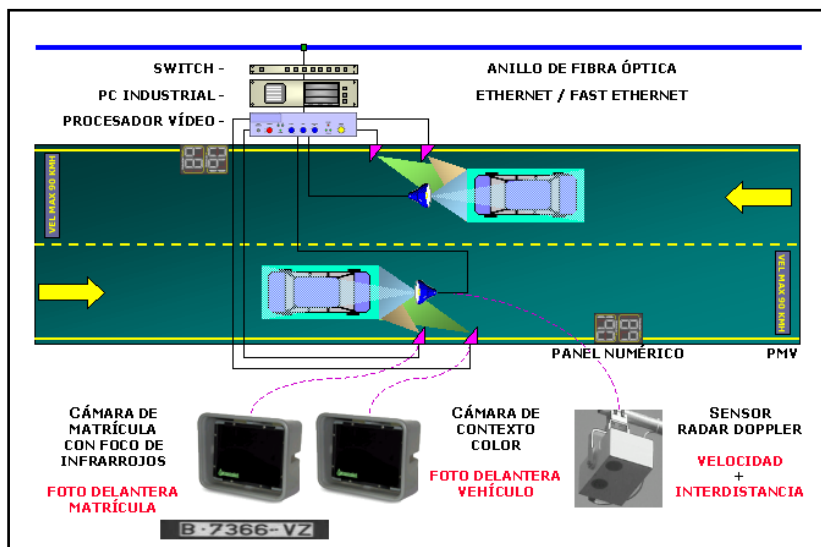
Los Paneles de Señalización variable alfanumérico tienen como misión informar al conductor que infringe reiteradamente las normas establecidas para advertirle o sancionarle.

Estos paneles se ubican en el techo del túnel a una distancia que oscila entre los 300 y 900 metros del Punto de Registro.

El sistema es capaz de analizar el valor de la velocidad y de la separación de un vehículo y transferir, con el retardo adecuado, un mensaje asociado al panel de mensaje variable asociado.

Además, el sistema es capaz de comunicar con los paneles de señalización variable ya instalados en el interior del túnel, controlados por la GTC, para presentar los mensajes asociados al sistema de Control Automático de Infracciones.

Opcionalmente, el sistema puede hacer uso también del Sistema de Radiocomunicación del Túnel para transmitir información a los conductores, relativa a las Infracciones, por dicha vía.



carriles con circulación en el mismo sentido o en sentido opuesto.

## ESTACIÓN DE CONTROL

Constan de un Rack de 19" equipado con un Servidor, a instalar en la Sala de Control del Túnel.

El software de la Estación de Control consta de los siguientes elementos:

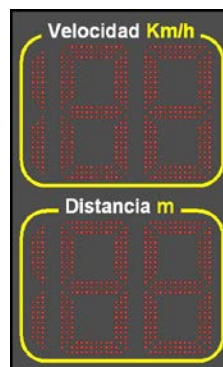
- Una aplicación informática capaz de almacenar y relacionar los datos recibidos con una Base de Datos precargada.
- Una aplicación informática capaz de controlar el funcionamiento de los paneles de señalización variable.
- Una aplicación informática centralizada para la gestión de multas y archivo de las imágenes.
- Una aplicación informática centralizada para la configuración y operación del sistema.

La Estación de Control incorpora los siguientes elementos:

- Un Rack de 19" equipado con Protecciones Eléctricas y acometida de Alimentación.
- Un Servidor basado en un Ordenador Industrial con Pantalla TFT y teclado sensible al tacto para la Aplicación RAI.
- Un Switch Fast Ethernet 10/100 MBps para establecer una conexión privada y reservada con cada uno de los Puestos de Control.

## TERMINAL DE OPERACIÓN

Consta de un terminal de operación con una aplicación informática cliente para el control del Sistema por parte de los operadores encargados de controlar la seguridad vial del Túnel.





## PRINCIPIOS DE ELABORACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La solución adoptada está basada en el uso del sensor de tecnología Doppler, de cámaras monocromo infrarrojas y cámaras de color.

La medida de la Velocidad y Distancia de separación entre vehículos se realiza por medio de un Radar Doppler, situado en el centro del carril, enfocado en la dirección de acercamiento de los vehículos.

La foto de la Matrícula se realiza mediante una cámara monocromo infrarroja y la foto de contexto por medio de una cámara en color.

## SENSOR TECNOLOGÍA DOPPLER

Los Detectores de Microondas emiten una señal radio de frecuencia elevada en el rango de los GHz. Un vehículo que se mueve en o a través del área de detección refleja la señal que incide sobre él hasta el detector. Del desplazamiento Doppler entre la frecuencia emitida y la recibida se puede determinar la dirección y la velocidad de un vehículo con mucha precisión.

Los Detectores Radar Doppler son dinámicos y reaccionan sólo al movimiento.

Este sensor usa el principio del Radar Doppler para medir con precisión la velocidad y la distancia de un vehículo sobre cualquier tipo de superficie, incluidas carreteras, railes, tierra, grava, arena, hielo y nieve.

La unidad está herméticamente sellada en una caja rugerizada contra daños ambientales.

La unidad, se monta sobre un soporte articulado que puede ser anclado a cualquier tipo de estructura.

El sensor no requiere ajustes, solo debe alinearse en la dirección del vehículo con una inclinación de 30 Grados desde la Horizontal.

## CÁMARA DE MATRÍCULA

La Cámara de Matrícula incorpora un sensor CCD y un iluminador IR en el mismo dispositivo. La iluminación se realiza por medio de un conjunto de Leds infrarrojos de alta luminosidad que se activan en forma de pulsos con diferente nivel de intensidad, lo que permite que el sensor CCD realice excelentes capturas de imágenes de Matrículas en condiciones de alta luminosidad solar, en oscuridad y con luces frontales de vehículos. Una única caja con calefacción interna y externa, con una ventana transmisiva al infrarrojo facilita el montaje. La alimentación de la cámara se realiza a través del propio cable. La cámara cumple la recomendación IP67.

## PROCESADOR DE VÍDEO

El Procesador de Vídeo es una unidad autónoma que incorpora el hardware y el software necesario para realizar el Reconocimiento Automático de Matrículas. Puede analizar hasta cuatro cámaras con iluminador infrarrojo y cuando un vehículo atraviesa el campo de visión de la cámara, el procesador lee la matrícula y la convierte en formato texto, junto con la Fecha, Hora, número de carril, y otra información adicional y la asocia como nombre de fichero a la imagen recortada de la matrícula.

El procesador selecciona la mejor imagen recibida desde las cámaras a través de todo el campo de visión. No necesita disparador externo, incluso con altas velocidades de los vehículos, sin embargo dispone de una entrada de disparo externa para aplicaciones que así lo requieran.

El procesador está diseñado para trabajar en entornos duros para un PC. Un Watch-dog interno facilita que el procesador no se cuelgue si existen fallos de alimentación en instalaciones remotas.

## CAPTURA DE LA IMAGEN DE LA MATRÍCULA

Una vez detectada una infracción (exceso de velocidad o separación mínima), el Procesador dispara las cámaras digitales infrarrojas.



Una cámara situada estratégicamente permite la captura de la imagen de la matrícula.

Para que el Procesador pueda leer con precisión una matrícula es muy importante que disponga de una buena imagen. El uso de cámaras estándares de supervisión y vigilancia no es lo más adecuado. Las imágenes deben ser nítidas, tanto si existen condiciones de luz ideales, como en condiciones de baja visibilidad. Además, existen otras condiciones que pueden causar una degradación severa de la calidad de la imagen, y como consecuencia una reducción de la precisión:



- Las luces frontales directas y de frenos traseras deslumbran la cámara.
- Los reflejos intensos de luz sobre la matrícula deslumbran la cámara y oscurecen la imagen de la matrícula.
- Los reflejos intensos producen destellos.
- La baja luminosidad provoca que la velocidad del obturador sea demasiado lenta para poder congelar el movimiento.
- La variada reflexión de diferentes matrículas provoca que el ajuste de la cámara no sea el correcto para todos los vehículos.
- La lluvia, las salpicaduras y otras condiciones climatológicas pueden ensombrecer la visión.





Para evitar los efectos anteriores, el uso de una longitud de onda infrarroja apropiada, proporciona un alto contraste de las placas de las matrículas bajo las más adversas condiciones. Mediante el uso de una iluminación invisible pulsada y de un conjunto de filtros, las cámaras proporcionan una imagen nítida, incluso cuando existe luz de faros directa en el campo de visión. La cámara incorpora en la misma caja, el sensor de imagen CCD y la iluminación IR.

La iluminación está realizada por un conjunto de diodos infrarrojos Leds, que pueden ser activados en forma pulsada a escala variable, para propiciar que la cámara capture buenas imágenes de las matrículas en cualquier condición de visibilidad. La disposición de los Leds infrarrojos alrededor de la lente facilita un fuerte reflejo de las superficies retro reflexivas y minimiza el reflejo de otras superficies. Los Leds son activados mediante pulsos de forma sincronizada con el obturador de la lente.

La técnica de filtrado y activación del flash está patentada y reduce drásticamente los efectos indeseados. Facilita una imagen contrastada de la matrícula, mientras que el resto de la imagen permanece oscura. Los parámetros del flash, ganancia, y obturador son controlados campo por campo para lograr la máxima eficacia. Esto hace que la cámara se ajuste no solo a las condiciones ambientales sino a las diferencias de reflexión entre matrículas.

Hay que observar que la imagen no es válida en general para supervisión, lo que implica que no se deban usar matrículas que no sean reflexivas.

El conjunto de la cámara es compacto y dispone de calefacción para garantizar la estabilidad operativa. Para facilitar la instalación y el mantenimiento la cámara solo requiere de un cable coaxial por el que se transmite simultáneamente la imagen y la alimentación de los dispositivos. La cámara no necesita de iluminación auxiliar, refrigeración o auto iris.

## CAPTURA DE LA IMAGEN DEL VEHÍCULO

Otra cámara situada en el frontal del vehículo permite la captura de la imagen en color del vehículo. Esta cámara tiene un tratamiento diferente al anterior y obtiene una imagen nítida del contexto del vehículo, no de la matrícula.

Sobre la imagen del vehículo infractor se inserta de forma simultánea la Fecha, Hora y el lugar de la infracción. Esta imagen se envía a la Estación de Control a través de la red de datos.

## PROCESADO DE LA IMAGEN

Respecto al Reconocimiento Automático de Matrículas (ARPL: Automatic License Plate Recognition), el sistema es capaz de extraer la siguiente información, según configuración:

- Código de registro del vehículo (Texto ASCII)
- Hora / Fecha / Localización de la lectura (Texto ASCII)
- Nivel de Confiabilidad de la lectura (0 - 100)
- Imagen de la Matrícula o imagen completa (JPEG)
- Coincidencia con una Base de Datos previamente cargada.

Si el Sistema se configura solo para captura de imagen, se almacenan todos los datos anteriores excepto el reconocimiento del Código de la Matrícula.

El procesado incluye las siguientes funciones:

- Control de las cámaras.
- Localización de las Matrículas en la imagen.
- Selector de la mejor imagen capturada.
- Algoritmo ALPR. (Realiza el Reconocimiento óptico de los caracteres OCR de la imagen)
- Comunicaciones, Gestión de la Base de Datos y Configuración del Sistema.

Todas las funciones están integradas en una sola para montaje en un rack de 19". El procesador utiliza una CPU con memoria Flash y arranque en frío, de manera que la unidad no necesita ventilación ni partes mecánicas móviles. Esto proporciona

una gran robustez y fiabilidad.

## LA RED

La red sobre la que funciona el sistema es del tipo Fast Ethernet o Gigabit Ethernet. De esta forma se posibilita que los Puntos de Registro, se comuniquen con la Estación de Control. Adicionalmente, los Puestos de Operación se pueden conectar a la Estación de Control a través de la misma red.

## SISTEMA DE ARCHIVOS Y DENUNCIAS

La información generada por los Puntos de Registro se recibe y almacena en una Base de Datos relacional del Servidor de la Estación de Control.

En dicho Servidor existe una aplicación que, entre otras, realiza las siguientes funciones:

- Parametrización y Mantenimiento del funcionamiento del Sistema:
- Límite de Velocidad.
- Mínima Separación entre vehículos.
- Mensajes a representar en los Paneles de Señalización Variable.
- Registro cronológico de las infracciones y documentación asociada en la Base de Datos.
- Comparación de las matrículas con una Base de Datos previamente cargada.
- Listados de Informes y Estadísticas de las Infracciones cometidas.

## ESTACIONES DE OPERACIÓN

En los Terminales de Operación existe una aplicación cliente que, entre otras, realiza las siguientes funciones:

- Visualización de las infracciones cometidas por:
  - ✓ Rebasar los Límites de Velocidad.
  - ✓ Rebasar la Mínima Separación entre vehículos.



- Visualización de los vehículos asociados a cada infracción:
  - ✓ Lugar en que se ha producido.
  - ✓ Imagen del Vehículo y de la Matrícula.
  - ✓ Tipo de Infracción.
- Impresión fotográfica de los datos e imágenes asociados a cada infracción.

## COMPOSICIÓN DEL SUMINISTRO

Composición de los Puntos de Registro instalados en los Refugios:

El Punto de Registro está implementado sobre un Rack de 19" x 44U (600x600x2000), en acero inoxidable, con alta resistencia al humo, líquidos e impermeable a la salpicadura de agua y basura. Posee una alta estanqueidad y los cables entran por el suelo a través de un prensaestopas hermético. Dentro del Rack están instalados los siguientes elementos:

- Un Switch Ethernet Capa 2 sobre Rack de 19" con Puertos 10/100 MBps Fast Ethernet.
- Una Unidad de Control compuesta de un PC Industrial sobre Rack de 19" con CPU Pentium III a 1 GHz, 2 Discos duros RAID con 10 GB, Fuente de alimentación redundante, Interface 10/100 MBps Fast Ethernet, Interface RS-232, tarjeta de adquisición de datos.
  - ✓ Software de sincronización de Tiempos GPS.
  - ✓ Software de Reconocimiento OCR.
  - ✓ Software de Comunicaciones.
  - ✓ Software de Encriptación de Imagen.
  - ✓ Licencia de Punto de Registro RAI 2002.
- Teclado, ratón y display LCD color de 17".
- Un Procesador de Vídeo.
- Dos cámaras infrarrojas para la captura de la imagen de la matrícula delantera del vehículo. Una por carril.
- Dos cámaras color para la captura de la imagen frontal del vehículo.
- Dos sensores radar Doppler.

Composición de la Estación de Control instalada en la Sala de Control:

La Estación de Control está realizada sobre un Rack de 19" x 44U (800x600x2000), en acero inoxidable. Dentro del Rack están instalados los siguientes elementos:

- Un Switch Ethernet Capa 2 sobre Rack de 19" con Puertos 10/100 MBps Fast Ethernet.
- Una Unidad de Control compuesta de un PC Industrial sobre Rack de 19" con CPU Pentium IV a 2.0 GHz, 2 Discos duros RAID con 30 GB, Fuente de alimentación redundante, Interface 10/100 MBps Fast Ethernet e Interface RS-232.
  - ✓ Receptor con Antena GPS.
  - ✓ Software de sincronización de Tiempos GPS.
  - ✓ Software de Control de los Paneles de Señalización Variable.
  - ✓ Software de Desencriptación de Imagen.
  - ✓ Licencia de Base de Datos SQL Server.
  - ✓ Licencia de Estación de Control RAI 2002.
- Router RDSI para Acceso Remoto.
- Interface con la GTC.
- Teclado y ratón.
- Monitor color 17".

Composición de los Puestos de Operación a instalar en las Estaciones de Control:

Los Puestos de Operación están formados por los siguientes elementos:

- Un Ordenador con CPU Pentium IV a 2.0 GHz, 1 Disco duro con 30 GB, Fuente de alimentación, Interface 10/100 MBps Fast Ethernet e Interface RS-232.

- Teclado y ratón.
- Monitor color 17".
- Impresora color de inyección de tinta.

Composición del Servidor WEB a instalar en la Estación de Control para acceso remoto:

El Servidor de Operación está formado por los siguientes elementos:

- Una Unidad de Control compuesta de un PC Industrial sobre Rack de 19" con CPU Pentium IV a 2.0 GHz, 2 Discos duros RAID con 30 GB, Fuente de alimentación redundante, Interface 10/100 MBps Fast Ethernet e Interface RS-232.
- FireWall para restricciones de Acceso remoto.
- Una conexión ADSL de alta velocidad (2 MBps).
- Teclado y ratón.
- Monitor color 17".
- Impresora color de inyección de tinta.

