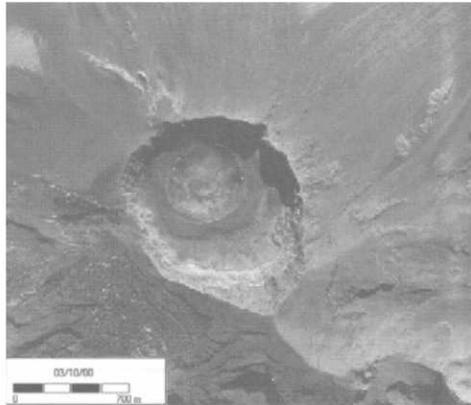


### 3.6 MONITOREO FOTOGRAMÉTRICO

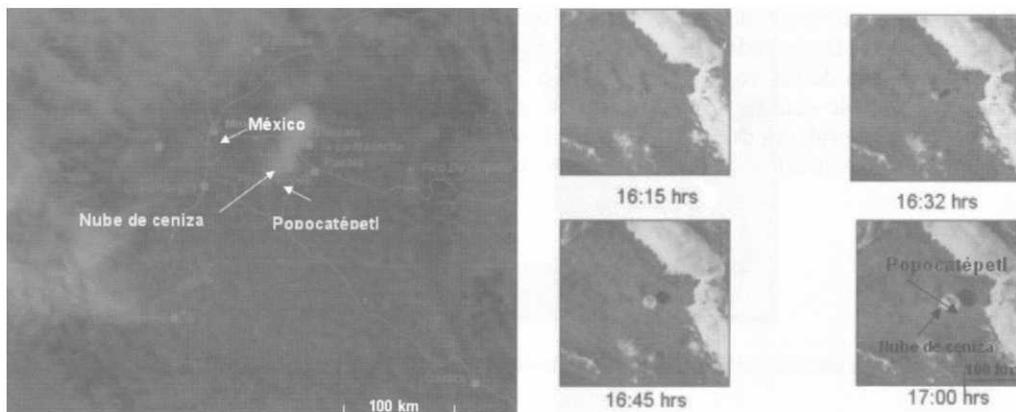
También, como parte importante, se cuenta con el apoyo de fotografías aéreas del volcán (figura 3.27) tomadas por la Dirección General de Carreteras Federales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que permiten hacer estudios de fotogrametría para observar la formación y volumen estimado de domos de lava en el interior del cráter. Asimismo permiten observar las condiciones morfológicas del volcán, que incluyen entre otros cambios en las laderas del volcán, restos de flujos, derrumbes y otros cambios morfológicos del volcán. Esta información, junto con la generada de los diferentes métodos de monitoreo implementados en el volcán Popocatepetl permiten conocer más sobre su comportamiento y dinámica de su actividad.



**Figura 3.27 Fotografía aérea tomada por la D.G.C.F., SCT**

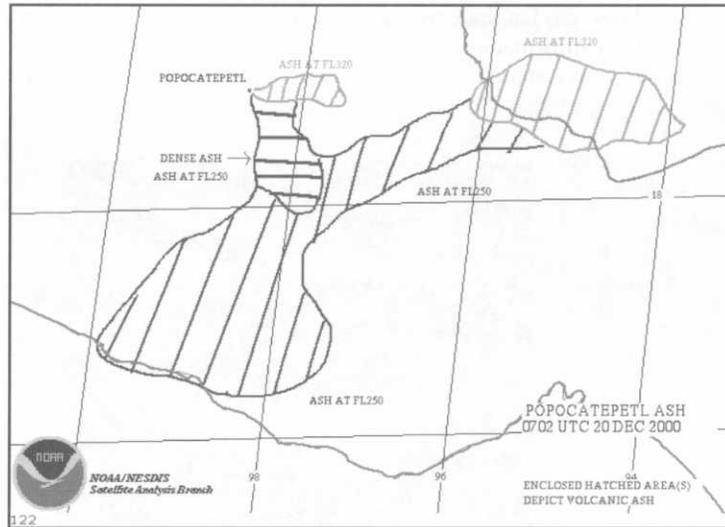
### 3.7 MONITOREO SATELITAL

Para dar seguimiento a las emisiones del volcán, se tienen disponibles a través de Internet, una serie de imágenes ya procesadas de diferentes satélites, que ha permitido, en la mayoría de las explosiones y exhalaciones dar seguimiento a las emisiones de ceniza (figura 3.28) Entre éstas, se encuentran disponibles las imágenes de los satélites geoestacionarios NOAA GOES 8 y GOES 10 procesadas en la Universidad de Hawai, las cuales son actualizadas cada 15 minutos. Esto permite una observación casi en tiempo real de puntos calientes y el movimiento de las nubes cuando las condiciones atmosféricas así lo permiten.



**Figura 3.28 Ejemplos de imágenes de Satélite GOES**

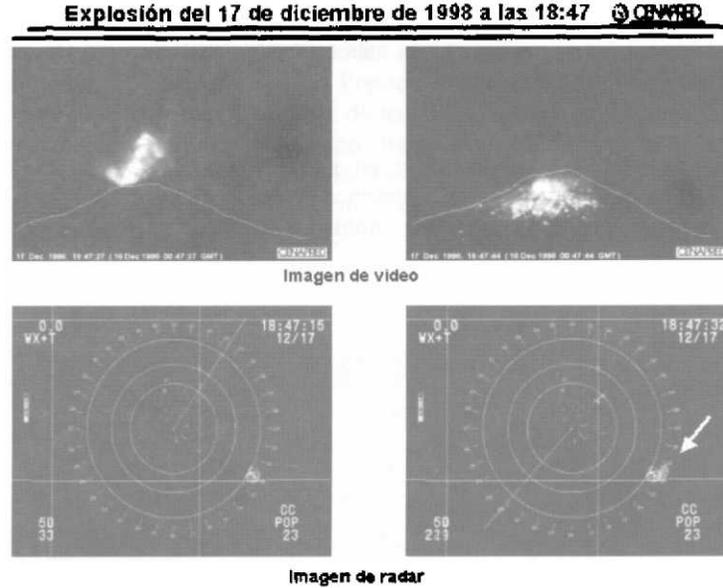
En forma complementaria a las imágenes de los satélites mencionados, se utilizan también imágenes satelitales de alta resolución, procesadas e interpretadas por el Centro Asesor de Cenizas Volcánicas de Washington (VAAC) que dan avisos y alertamientos sobre nubes volcánicas a la aeronavegación dentro del espacio aéreo en donde se encuentra el Popocatepetl (figura 3.29). Esta información se encuentra disponible a través de su página de Internet.



**Figura 3.29 Ejemplo de la dispersión de una nube de ceniza del Popocatepetl, proporcionada por el VAAC de Washington**

Para la vigilancia y seguimiento de cenizas volcánicas, se cuenta con el apoyo de personal de las Unidades Municipales de Protección Civil localizadas en poblaciones cercanas al volcán, como es el caso de la ciudad de Amecameca y también de destacamentos militares ubicados en la zona, los cuales, ante la ocurrencia de eventos del volcán y mediante radios o algún otro medio de comunicación, ponen al tanto al personal técnico y científico de guardia sobre lo que se percibe en las proximidades del volcán. Esta comunicación es fundamental dado que las condiciones meteorológicas del volcán en numerosas ocasiones y en determinadas épocas del año no permiten tener la imagen del volcán debido a la nubosidad.

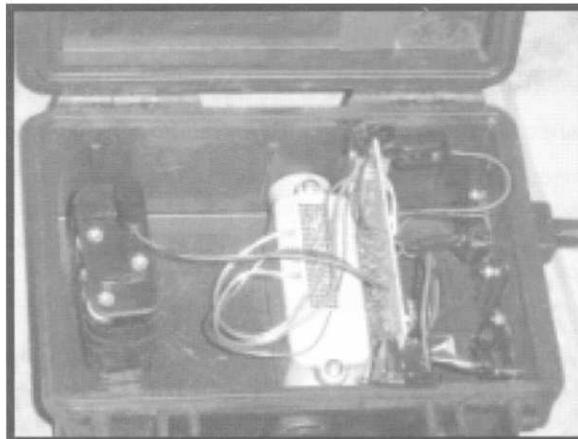
Hasta noviembre de 2000 el CENAPRED contó con un radar Doppler ubicado en sus instalaciones que permitía detectar emisiones de ceniza o material expulsado por el volcán aún cuando no se tuviera confirmación visual. Dicho radar fue prestado por el Servicio Geológico Norteamericano (USGS) y se instaló en 1997. La mayoría de las veces que ocurrieron exhalaciones con expulsión de material sólido o cenizas abundantes fue posible detectar estas emisiones, convirtiéndose así en una importante herramienta para el alertamiento a las autoridades de aeronavegación (figura 3.30). Desafortunadamente el equipo sufrió un daño irreparable y debido a su alto costo no pudo ser reemplazado.



**Figura 3.30** Imagen de radar (imágenes inferiores) obtenida durante una explosión del Popocatepetl (imágenes superiores)

### 3.8 SENSOR INFRASÓNICO Y TÉRMICO

A finales del mes de septiembre de 2003 se instalaron 2 nuevos dispositivos de monitoreo conjuntamente con el Instituto de Vulcanología y Planetología de la Universidad de Hawai y el Instituto de Geofísica de la UNAM. El primer dispositivo es un sensor infrasónico (micrófono) y el segundo un sensor térmico. Ambos quedaron instalados en la estación de Tlamacas (PPM) ubicada al costado Norte del volcán y sus señales son enviadas al Puesto Central de Registro a través de un enlace de telemetría analógica.



**Figura 3.31** Sensor infrasónico instalado en el volcán Popocatepetl

El empleo de sensores infrasónicos en el monitoreo de volcanes permite diferenciar la sismicidad interna del volcán con la sismicidad asociada a la salida de gases. Con ellos, las señales de degasificación pueden ser mejor entendidas y también puede estimarse el tamaño de las explosiones, así como interpretar la energía sismo-acústica (J B Johnson et al). Estos sensores infrasónicos proveen al sistema de monitoreo de

una nueva herramienta tanto para el análisis científico de la actividad volcánica como también una forma de evaluar el riesgo del volcán. Un sensor infrasónico detecta los cambios de presión provocados por una onda de sonidos de baja frecuencia, debajo de 20 Hz. Una de sus ventajas es que en la atmósfera se propagan únicamente ondas de compresión, por lo que es más sencillo analizarlas que las ondas sísmicas que además atraviesan la estructura del volcán y el suelo

Para complementar la instrumentación y en particular, para detectar explosiones o emisiones del volcán, se instaló un radiómetro que permite detectar cambios en la temperatura de las emisiones de gas (figura 3.32). Este nuevo dispositivo contribuirá también a mejorar el conocimiento del volcán.



**Figura 3.32** Sensor térmico o radiómetro instalado en el volcán Popocatepetl