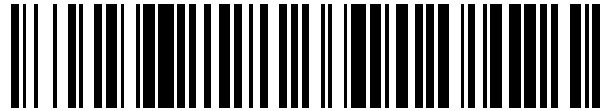


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 401**

51 Int. Cl.:

**A62C 3/02** (2006.01)

**B64D 1/16** (2006.01)

**G08B 17/00** (2006.01)

**G08B 17/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2012 E 12382298 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 2689809**

54 Título: **Sistema de prevención y detención de incendio no controlado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.11.2019**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-1596 , US**

72 Inventor/es:

**KAWIECKI, GRZEGORZ**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 732 401 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema de prevención y detención de incendio no controlado

**Campo técnico**

5 La presente divulgación se refiere a un aparato y métodos para la detección, prevención y supresión de incendios no controlados.

**Técnica anterior**

10 Los incendios no controlados provocan daños que dan como resultado grandes costes de reparación cada año. En Europa esto asciende a billones de euros. Solamente en los EE. UU. y Canadá se queman 54500 kilómetros cuadrados (13 millones de acres) cada año. Aunque se controlan el 99% de los aproximadamente 10000 nuevos incendios no controlados cada año, los daños resultantes de los incendios no controlados que no se controlan y el coste de su control no son aceptables y son crecientes.

15 En agosto de 2009 se produjo un incendio forestal en el Bosque Nacional de Los Ángeles, California. No se logró controlarlo en una fase temprana del incendio, y como resultado el incendio provocó daños significativos. Se estimó que el coste del incendio fue de casi 100 millones de USD. En comparación, se controló un incendio de 23,5 kilómetros cuadrados en Kinneloa, cerca de Pasadena, California desde una fase mucho más temprana, y el coste resultante fue de 9,7 millones de USD. Es evidente que el coste de un incendio fuera de control es mucho más elevado que el coste si se logró un control más temprano. Además, incluso es improbable que las medidas de prevención y control más sofisticadas contabilicen el coste de un incendio fuera de control.

20 En 2010, se estimó que los incendios forestales veraniegos de Rusia provocaron aproximadamente 55000 muertes entre la ola de calor relacionada y los efectos del incendio, con un coste de 15 billones de USD en daños. La creciente desertificación alrededor en la cuenca del Mar Mediterráneo aumenta de manera continua el coste de incendios no controlados, particularmente en España, Italia y Grecia.

25 La temprana detección de incendios y la rápida supresión de incendios son factores críticos para luchar contra el creciente coste de incendios no controlados. La fiabilidad de los sistemas de detección de incendios ha mejorado de manera reciente a través de la combinación del uso de medios convencionales tales como torres de observación, datos de satélite, y sistemas aéreos no tripulados. El efecto combinado de estos sistemas proporciona una alerta oportuna en la mayor parte de los casos, al menos en áreas de interés particular tales como parques nacionales. Sin embargo, el tiempo promedio para desplegar los recursos de supresión de incendios necesarios es demasiado largo, lo que permite que el incendio se encuentre fuera de control en un número significativo de casos. En otros casos en los que se controla el incendio, esto se logra, de manera habitual, mediante medios destructivos tales como excavar cortafuegos o quema prescrita.

35 Medidas convencionales para gestionar incendios no controlados incluyen una excavadora, un camión de incendios u otros equipos como una fuente de agua, y un equipo con palas, rastrillos y azadas. En casos extremos, la fuente de agua puede ser un helicóptero o camión cisterna aéreo que vierte el agua desde arriba. En otros casos, pueden usarse camiones de incendios más grandes, excavadoras especiales, equipo de tala de árboles y herramientas para rastrear y predecir el movimiento del incendio. Puede ser que las mediciones sean difíciles de suministrar de manera rápida en la naturaleza, excepto para los helicópteros y camiones cisterna aéreos, que son costosos. Por ejemplo, un camión cisterna aéreo *Bombardier* 415 cuesta aproximadamente 26 millones de euros. Además, una mala visibilidad y fuertes turbulencias provocadas por el incendio hacen que el suministro aéreo de supresor de incendios sea una operación de alto riesgo. Los trabajadores que suministran el supresor tienen que trabajar rápidamente sometiéndose a grandes niveles de presión, lo que puede dar como resultado una mala precisión de suministro en la ubicación objetivo.

Otro método para luchar contra incendios en áreas remotas es enviar bomberos de élite (bomberos paracaidistas) que saltan en paracaídas en las áreas afectadas, pero esto no está desprovisto de peligro significativo y esta estrategia ha costado numerosas vidas.

45 Por tanto, existe una necesidad de una medida sencilla, rentable para garantizar el suministro de supresor de incendios a tiempo para prevenir que la extensión de incendio no controlado y los daños significativos relacionados con el incendio.

50 El documento realizado por Kumar M. y Cohen K, "Wild Land Fire Fighting using Multiple Uninhabited Aerial vehicles", AIAA, documento 2009-1857, AIAA conferencia Infotech@Aerospace, 6-9 de abril de 2009, describe el control mediante actuación conjunta de varios vehículos aéreos no tripulados (UAV). La ubicación de un incendio está disponible para los UAV y cada UAV transporta supresor de incendios. Los UAV pueden comunicarse entre sí para actuar conjuntamente para suministrar el supresor de incendios para extinguir el incendio. El documento se centra en el control conjunto y control de comportamiento de múltiples UAV con supresores de incendios que actúan en conjunto.

55 El documento US 6.364.026 da a conocer un sistema de protección frente a incendios robótico que comprende aeronaves no tripuladas para la detección de incendios. El documento CA 2721996 da a conocer un aparato y método

de lucha contra incendios que comprende vehículos aéreos no tripulados controlados de manera remota mediante comunicación por satélite. El documento US 2004/0069505 da a conocer un método y aparato para extinguir incendios en áreas que se encuentran más allá del alcance de equipos contra incendios habituales.

**Sumario**

5 La presente invención proporciona un aparato para la prevención de incendios y un método para la prevención de incendios, tal como se expone en las reivindicaciones 1 y 11 respectivamente.

La presente divulgación proporciona un aparato para la detección, prevención y/o supresión de incendios en una zona designada, comprendiendo el aparato: uno o más componentes de monitorización para monitorizar la zona designada y comunicar información monitorizada; uno o más vehículos aéreos no tripulados de carga adaptados para transportar una carga de retardante o supresor de incendio, suministrar el retardante o supresor de incendio a una ubicación de una situación de incendio o riesgo de incendio, y desplegar el retardante o supresor de incendio en dicha ubicación; y una unidad de control de operaciones para recibir la información monitorizada, analizar la información monitorizada en cuanto a la presencia de situaciones de incendio o riesgos de incendio en la zona designada, y tras la detección de una situación de incendio o riesgo de incendio dirigir el vehículo aéreo no tripulado de carga a las proximidades de la situación de incendio o riesgo de incendio y ordenar el despliegue del retardante o supresor de incendio en la ubicación de la situación de incendio o riesgo de incendio.

En un primer aspecto se proporciona un aparato para la detección y supresión de incendios en una zona designada, comprendiendo el aparato: uno o más componentes de monitorización para monitorizar la zona designada y comunicar información monitorizada; un vehículo aéreo no tripulado de carga adaptado para transportar una carga de supresor de incendios, suministrar el supresor de incendios a una ubicación de situación de incendio, y desplegar el supresor de incendios en la ubicación de situación de incendio; y una unidad de control de operaciones o controlador de operaciones para recibir la información monitorizada, analizar la información monitorizada en cuanto a la presencia de situaciones de incendio en la zona designada, y tras la detección de una situación de incendio dirigir el vehículo aéreo no tripulado de carga a las proximidades de la situación de incendio y ordenar el despliegue del supresor de incendios en la ubicación de la situación de incendio. El aparato proporciona una capacidad de supresor de incendios autónoma para una gran área tal como un parque o bosque nacional, evitando de ese modo la exposición de seres humanos a vivir situaciones de amenaza. El aparato también puede proporcionar una presencia de monitorización continua y persistente para reducir el tiempo desde el comienzo del incendio hasta que se controla el incendio en comparación con medidas convencionales.

30 Alternativamente el componente de monitorización puede monitorizar la acumulación de combustible para incendios no controlados, u otros factores de riesgo, tales como una humedad excesivamente baja en una zona dada o material seco de yesca, y suministrar retardante de incendios a las regiones en riesgo para prevenir que un incendio comience.

El supresor y retardante de incendios pueden ser agua. En otras realizaciones, pueden usarse espumas y/o geles formulados de manera específica. Alternativamente, pueden usarse suspensiones como supresor o retardante.

35 El componente de monitorización puede comprender uno o más de un vehículo aéreo no tripulado de monitorización, un satélite, y/o una torre de observación. El vehículo aéreo no tripulado de monitorización está adaptado para proporcionar monitorización de la zona designada. El componente de monitorización puede comprender una pluralidad de vehículos aéreos no tripulados de monitorización para proporcionar una presencia de monitorización por aire persistente de al menos uno de la pluralidad de vehículos aéreos no tripulados de monitorización.

40 El uno o más vehículos aéreos no tripulados de monitorización puede ser cualquiera de vehículos aéreos de ala fija o rotatoria más ligeros que el aire o más pesados que el aire.

La situación de incendio puede ser un incendio no controlado, punto caliente, o columna de humo. Un punto caliente puede ser un área con una temperatura anómala o inusualmente elevada en comparación con los alrededores. Para la mayor parte de incendios forestales tales puntos calientes pueden tener una temperatura estimada mayor de 500°C. Por el contrario, incendios de turberas pueden arder bajo tierra, pero la temperatura de superficie solo está ligeramente elevada. El controlador de operaciones puede disponerse para analizar la información monitorizada para áreas que tienen una temperatura mayor que las áreas circundantes un margen predeterminado.

50 La unidad de control de operaciones puede estar adaptada para recibir uno más de datos medioambientales, datos de vigilancia y datos meteorológicos, y puede estar adaptada adicionalmente para realizar una evaluación de riesgo de incendio de la zona designada basándose en los datos recibidos. Los datos medioambientales pueden ser la ubicación de objetos geográficos tales como árboles y lagos. Los datos de vigilancia pueden ser el movimiento de combustible para incendios no controlados, personas, y bienes de capital que pueden verse dañados por el incendio.

La unidad de control de operaciones puede analizar la información monitorizada para fuentes de combustible para incendios no controlados.

55 La unidad de control de operaciones puede estar configurada para evaluar el área terrestre de la zona designada para calcular un recorrido de vuelo para el uno o más vehículos aéreos no tripulados de monitorización. El recorrido de

vuelo calculada puede ser cualquier trayectoria adecuada, y puede basarse, por ejemplo, en un recorrido lineal o circular. La unidad de control de operaciones puede realizar una optimización de trayectoria para minimizar el momento de detección de incendio y/o longitud de recorridos de vuelo monitorizados.

5 Los recorridos de vuelo pueden calcularse dividiendo el área de la zona designada en bandas que tienen una anchura no mayor del doble de la distancia detectable máxima de una situación de incendio desde el vehículo aéreo no tripulado de monitorización, y el recorrido de vuelo está a lo largo de la línea central de las bandas.

10 Alternativa o adicionalmente, el recorrido de vuelo puede calcularse dividiendo el área de la zona designada en regiones circulares que tienen un diámetro no mayor de cuatro veces la distancia detectable máxima de una situación de incendio desde el vehículo aéreo no tripulado de monitorización, y el recorrido de vuelo se centra mediante un círculo en la región y con un diámetro del doble de la distancia detectable máxima de una situación de incendio desde el vehículo aéreo no tripulado de monitorización. Estos recorridos de vuelo lineales o circulares proporcionan una manera eficaz de monitorizar la zona designada.

15 El vehículo aéreo no tripulado de carga puede ubicarse de manera céntrica en una primera ubicación base en el área designada. La unidad de control de operaciones puede estar configurada para dirigir el vehículo aéreo no tripulado de carga desde la primera ubicación base hasta una segunda ubicación base en las proximidades de la situación de incendio o un riesgo de incendio.

El vehículo aéreo no tripulado de carga puede ser un vehículo aéreo de ala rotatoria.

La unidad de control de operaciones puede proporcionarse en uno o más vehículos aéreos no tripulados de monitorización o de carga, en una o más ubicaciones en tierra o una combinación de estas ubicaciones.

20 La unidad de control de operaciones puede comprender: un componente de comunicación para comunicarse con el uno o más componentes de monitorización y el vehículo aéreo no tripulado de carga; un componente de análisis para analizar datos recibidos desde el uno o más componentes de monitorización; y un componente de dirección para ordenar el movimiento de los bienes controlados. Por ejemplo, los vehículos aéreos de carga pueden dirigirse a la situación de incendio o de riesgo de incendio, y los vehículos aéreos monitorizados pueden tener su trayectoria dinámicamente adaptada según la situación y monitorizar lo necesario a lo largo de la zona designada.

25 La presente divulgación también proporciona un método para la detección y supresión de incendios en una zona designada, comprendiendo el aparato: monitorizar la zona designada y comunicar información monitorizada; recibir la información monitorizada en un controlador de operaciones, analizar la información monitorizada en cuanto a la presencia de situaciones de incendio en la zona designada, y tras la detección de una situación de incendio dirigir un vehículo aéreo no tripulado de carga a las proximidades de la situación de incendio y ordenar el despliegue de supresor de incendios en la ubicación de la situación de incendio.

30 La etapa de monitorizar puede realizarse mediante uno o más vehículos aéreos no tripulados de monitorización. Las trayectorias del uno o más vehículos aéreos no tripulados de monitorización puede establecerse mediante el controlador de operaciones. La trayectoria de al menos uno del uno o más vehículos aéreos no tripulados de monitorización puede ajustarse de manera que al menos un vehículo aéreo no tripulado de monitorización sobrevuele una primera área de la zona designada más a menudo que otras áreas de la zona designada, teniendo la primera área una mayor incidencia de incendios o mayor riesgo de comienzo de incendios que las otras áreas.

35 El vehículo aéreo no tripulado de carga puede tener su base en una primera ubicación, y tras la detección de incendios o de un mayor riesgo de incendios en una segunda área, ordena la reubicación del vehículo aéreo no tripulado de carga en las proximidades de la segunda área. Las áreas primera y segunda pueden ser la misma área de la zona designada.

40 La presente divulgación proporciona un controlador de operaciones para controlar vehículos aéreos no tripulados para la detección y supresión de incendios en una zona designada, estando el controlador adaptado para: recibir información monitorizada desde uno o más componentes de monitorización en relación con la zona designada; analizar la información monitorizada en cuanto a la presencia de situaciones de incendio en la zona designada; y tras la detección de una situación de incendio dirigir un vehículo aéreo no tripulado de carga a las proximidades de la situación de incendio y ordenar el despliegue de supresor de incendios en la ubicación de la situación de incendio.

El uno o más componentes de monitorización pueden comprender un vehículo aéreo no tripulado. La situación de incendio puede ser un incendio, punto caliente, o columna de humo.

45 El controlador de operaciones puede estar configurado para recibir uno o más de datos medioambientales, datos de vigilancia y datos meteorológicos. El controlador de operaciones puede estar configurado para analizar la información monitorizada para fuentes de combustible para incendios no controlados.

50 En un segundo aspecto, la presente divulgación proporciona un aparato para la prevención de incendios en una zona designada, comprendiendo el aparato: uno o más componentes de monitorización para monitorizar la zona designada y comunicar información monitorizada; un vehículo aéreo no tripulado de carga adaptado para transportar una carga

de retardante de incendios, suministrar el retardante de incendios a una ubicación con riesgo de incendio, y desplegar el retardante de incendios en una ubicación con riesgo de incendio; y un controlador de operaciones para recibir la información monitorizada, analizar la información monitorizada en cuanto a la presencia de riesgos de incendio en áreas de la zona designada, y tras la detección de un riesgo de incendio dirigir el vehículo aéreo no tripulado de carga a las proximidades del riesgo de incendio y ordenar el despliegue del retardante de incendios en la ubicación de riesgo de incendio.

El componente de monitorización puede comprender uno o más de un vehículo aéreo no tripulado de monitorización, un satélite, y una torre de observación. El componente de monitorización puede comprender una pluralidad de vehículos aéreos no tripulados de monitorización para proporcionar al menos un vehículo aéreo no tripulado que se desplaza por el aire que monitoriza la zona designada en cualquier momento.

El riesgo de incendio puede ser una acumulación de combustible. Esto puede ser una acumulación de material combustible, tal como hojas y otros materiales inflamables secos. El riesgo de incendio puede ser, adicional o alternativamente, una sequedad extrema, por ejemplo, de vegetación o broza. La sequedad extrema puede medirse mediante una baja humedad.

La presente divulgación proporciona un método para prevenir incendios en una zona designada, comprendiendo el método: monitorizar la zona designada y comunicar información monitorizada; y recibir la información monitorizada en un controlador de operaciones, analizar la información monitorizada en cuanto a la presencia de acumulación de combustible no controlada en áreas de la zona designada, y tras la detección de acumulación de combustible dirigir un vehículo aéreo no tripulado de carga a las proximidades de la acumulación de combustible y ordenar el despliegue de retardante de incendios en la ubicación de la acumulación de combustible.

La presente divulgación proporciona un aparato para la detección y supresión de incendios, que comprende uno o más vehículos aéreos no tripulados de monitorización que proporcionan una capacidad de monitorización persistente sobre una zona designada, un controlador de operaciones para recibir información monitorizada a partir del uno o más vehículos aéreos no tripulados de monitorización y analizar la información monitorizada para ubicar las situaciones de incendio, y tras la detección de una situación de incendio ordenar que un vehículo aéreo no tripulado de carga suministre supresor de incendios a la ubicación de la situación de incendio.

**Breve descripción de los dibujos**

Ahora se describirán realizaciones de la presente divulgación con referencia a los dibujos adjuntos, de los que:

la figura 1 es un diagrama de bloques que muestra los diversos componentes de un sistema de detención de incendios de vehículo aéreo no tripulado;

las figuras 2a, 2b y 2c son fotografías de UAV para usarse en el sistema de la figura 1, y respectivamente son un *Scan Eagle*, un *A160 Hummingbird*, y un *Little Bird* no tripulado;

la figura 3 es un mapa de un área geográfica que muestra trayectorias de vigilancia lineales; y

la figura 4 es un mapa de un área geográfica que muestra trayectorias de vigilancia circulares.

**Descripción detallada**

Se han propuesto vehículos aéreos no tripulados con labores de detección de incendios, tales como monitorización y vigilancia de un área en riesgo. Se ha informado que, en junio de 2011, a medida que se propagaba un incendio no controlado en Arizona, se envió un UAV a barrios residenciales para la búsqueda de incendios de matorrales. El UAV transportaba una cámara infrarroja que se controlaba desde una ubicación a tierra remota y destinada, a través del humo, a identificar los incendios. Una vez se habían identificado los incendios, se proveyó la ubicación de los incendios a bomberos a través del aire que volaron para extinguir los incendios. El UAV también se usó para monitorizar el incendio para confirmar que la temperatura del incendio se reducía a medida que trabajaban los bomberos a través del aire.

El sistema 100 de la figura 1 usa sistemas aéreos no tripulados para la detección, prevención y supresión de incendios. El sistema 100 comprende tres componentes principales: una unidad 110 de control de operaciones, un componente 120 de monitorización y un componente 130 de supresión de incendios. La unidad 110 de control de operaciones controla el funcionamiento del componente 120 de monitorización y el componente 130 de supresión de incendios. La unidad 110 de control de operaciones puede ubicarse en tierra, a bordo en un componente de monitorización, o distribuirse entre plataformas aéreas y terrestres. El componente 120 de monitorización puede comprender uno o más vehículos aéreos no tripulados. El componente 120 de monitorización explora una zona designada en cuanto a incendios o columnas de humo. La exploración puede realizarse usando una o más cámaras o detectores montados en el UAV. Por ejemplo, una cámara con un amplio ángulo de visión puede ubicarse en el UAV orientando hacia abajo el UAV para monitorizar un recorrido por debajo y a los lados del UAV. Para aumentar la anchura o resolución del recorrido observada, una cámara puede ubicarse en cada lado del UAV para observar por debajo y hacia un lado del UAV. La(s) cámara(s) o detector(es) pueden detectar luz en el espectro visible o en el infrarrojo. La detección infrarroja

tiene una ventaja porque puede proporcionar una medición de la temperatura del área que se observa. Los puntos calientes pueden identificar la ubicación de las áreas con incendios o con riesgo de incendio. Las áreas afectadas por incendios subterráneos en turberas pueden detectarse mediante un aumento moderado de la temperatura. Puede usarse una combinación de cámaras visibles e infrarrojas, y otros sensores.

5 Adicionalmente, el componente 120 de monitorización puede recoger datos sobre el tiempo meteorológico local y combustible para incendios no controlados. Por ejemplo, los datos meteorológicos locales pueden incluir velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad, precipitación, y presión atmosférica. La velocidad y dirección del viento se usan para estimar el crecimiento del incendio y la dirección de crecimiento basándose en la forma en que el viento hace volar las llamas del incendio. Los datos de precipitación pueden usarse para estimar si la lluvia ayudará a la supresión de incendios. Los datos de precipitación también pueden acumularse durante un periodo de tiempo, junto con la información sobre temperatura y humedad, para estimar la cantidad de humedad presente, tal como en materiales combustibles, por ejemplo, pilas de hojas o áreas verdes muertas/secas. También puede monitorizarse la cantidad de materiales combustibles o combustible presentes.

15 Además de recibir datos desde el componente de monitorización que pueden ser vehículos aéreos no tripulados, la unidad de control de operaciones también puede recibir datos 140 complementarios a partir de otras fuentes tales como datos de satélite, previsiones meteorológicas, torres de observación etc. Los datos de satélite pueden incluir datos de monitorización adicionales para identificar la presencia y ubicación de incendios. Sin embargo, los datos de satélite pueden no estar siempre disponibles. Por ejemplo, los datos de satélite pueden depender de la disponibilidad del satélite por encima de la ubicación requerida tal como si el satélite está en una órbita polar, puede tener solo una corta ventana de observación sobre el área requerida. Los datos de satélite también pueden verse degradados por masas de nubes. La precisión de los datos de ubicación a partir de un único satélite está limitada de manera que pueden esperarse errores de ubicación de incendio de entre 2 y 12 km. Los vehículos aéreos no tripulados de monitorización son, por tanto, una fuente principal de datos de detección de incendios.

20 Tras recibir los datos medioambientales desde el vehículo 120 aéreo no tripulado de monitorización y opcionalmente los datos 140 complementarios a partir de otras fuentes, la unidad de control de operaciones valora los datos y evalúa el riesgo de incendio a lo largo de la zona designada. Basándose en el riesgo de distribución del incendio a través de la zona designada, la unidad 110 de control de operaciones determina las áreas con riesgo de incendio y dirige los vehículos aéreos no tripulados de monitorización a esas áreas. En condiciones meteorológicas extremadamente secas y calientes, la unidad 110 de control de operaciones puede determinar que toda la zona designada está en riesgo y los vehículos aéreos no tripulados de monitorización se dirigirán para monitorizar toda la zona designada.

25 La unidad de control de operaciones puede determinar la trayectoria de los vehículos 120 aéreos no tripulados de monitorización de manera que se sobrevuelen las áreas de riesgo de la zona designada con una frecuencia suficiente y haciendo uso eficaz del uno o más vehículos aéreos no tripulados de monitorización.

30 Si la unidad de control de operaciones determina que algunas áreas de la zona designada están en mayor riesgo de incendio que otras áreas, la unidad de control de operaciones puede modificar la trayectoria del/de los vehículo(s) aéreo(s) no tripulado(s) monitorizado(s) según el riesgo de incendio estimado a lo largo de la zona designada de manera que se sobrevuelen las áreas con mayor riesgo de manera más frecuente que las áreas de menor riesgo.

35 La unidad de control de operaciones también valora la ubicación óptima en la que establecer la base de dispositivos de suministro de supresor de incendios. En particular, puede valorarse la ubicación de vehículos 130 aéreos no tripulados de carga. Tras la determinación de su ubicación óptima basándose en áreas con mayor riesgo de incendio, los vehículos aéreos no tripulados de carga se dirigen a la ubicación óptima o a una ubicación adecuada para un despegue y aterrizaje próximos a la ubicación óptima. A medida que cambian las áreas en riesgo, la unidad de control de operaciones puede reestructurar la ubicación de los vehículos 130 aéreos no tripulados de carga para mantener el tiempo de suministro de supresor de incendios por un vehículo aéreo no tripulado de carga tan bajo como sea razonablemente posible.

40 Tal como se mencionó anteriormente, los vehículos aéreos no tripulados de monitorización pueden usarse para detectar incendios y/o acumulación de combustible. Los requisitos para la detección de incendios y acumulación de combustible son diferentes. Un incendio puede detectarse desde una distancia mayor que el combustible, y el incendio puede tardar minutos en comenzar mientras que el combustible puede acumularse durante mucho más tiempo. Por ejemplo, una pila de hojas secas puede tardar días en acumularse.

45 Si se detecta una situación de incendio tal como un incendio o una columna de humo, la unidad 110 de control de operaciones envía un vehículo aéreo no tripulado de carga hacia la ubicación de la situación de incendio para suministrar supresor de incendios en el incendio o columna de humo. La trayectoria de vuelo del vehículo aéreo no tripulado de carga se determina basándose en el terreno y el tiempo meteorológico local para minimizar el tiempo de reacción y maximizar el efecto del supresor de incendios.

50 El uso de vehículos 120 aéreos no tripulados de monitorización y vehículos 130 aéreos no tripulados de carga reduce la exposición de seres humanos a incendios no controlados. Los vehículos aéreos no tripulados de monitorización proporcionan una presencia de monitorización continua y persistente. Los vehículos aéreos no tripulados de carga

proporcionan una respuesta más rápida cuando se detectan incendios. Para proporcionar la presencia de monitorización continua y persistente, puede requerirse una pluralidad de vehículos aéreos no tripulados de monitorización de modo que pueda continuar la monitorización cuando existe un tiempo de inactividad, por ejemplo, para rellenar el depósito de uno de los vehículos aéreos no tripulados de monitorización. El número de vehículos aéreos no tripulados de monitorización requeridos dependerá del tamaño de la zona designada que va a monitorizarse, y la frecuencia con la que se requiere sobrevolar cualquier parte de la zona designada.

En una realización particular de la presente divulgación, los vehículos aéreos no tripulados son una combinación de aeronaves de ala rotatoria y de ala fija. Por ejemplo, el vehículo aéreo no tripulado de monitorización puede ser un UAV *Boeing Scan Eagle* de ala fija, y el vehículo aéreo no tripulado de carga puede ser un UAV *Boeing A160 Hummingbird* de ala rotatoria. Estos se muestran en las figuras 2a y 2b. Una aeronave de ala rotatoria alternativa puede ser el UAV *Boeing Little Bird* no tripulado tal como se muestra en la figura 2c. La tabla 1 a continuación proporciona algunas características de los UAV. En general, los vehículos aéreos de ala fija no tripulados pueden proporcionar la resistencia para la labor de monitorización, mientras que los vehículos aéreos de ala rotatoria son más adecuados para transportar grandes cargas durante periodos más cortos y de modo que son más adecuados para la labor de supresor de incendios. Sin embargo, pueden usarse otros tipos de vehículos aéreos no tripulados para la labor de carga, tal como vehículos aéreos de ala fija, misiles que transportan supresor de incendios, o un vehículo más ligero que el aire.

Tabla 1: características de tres tipos de UAV

	<i>Scan Eagle</i>	<i>A160 Hummingbird</i>	<i>Little Bird</i>
Tipo de ala	Ala fija	Ala rotatoria	Ala rotatoria
Coste (millones de USD)	3	3,6	Desconocido
Resistencia (h)/carga (kg)	24/2	8/500	2/700
V máx (km/h)	150	300	320
V crucero (km/h)	110	220	250

La tabla 1 identifica el tipo de ala de cada uno de los UAV. El coste aproximado del UAV también se expone, si se conoce. El *Scan Eagle* tiene la mayor resistencia de 24 horas y puede transportar una carga de 2 kg. El *A160 Hummingbird* tiene una resistencia menor de 8 horas, pero puede transportar una carga mucho mayor, de 500 kg. Para cargas aéreas incluso mayores, el *Little Bird* no tripulado puede transportar hasta 700 kg. El *Scan Eagle* tiene una velocidad máxima de 150 km/h y una velocidad de crucero de 110 km/h. El *A160 Hummingbird* y el *Little Bird* no tripulado tienen mayores velocidades máximas y velocidades de crucero.

Ahora va a describirse una situación a modo de ejemplo de un sistema aéreo no tripulado para la detección y supresión de incendios no controlados. En este ejemplo, se presupone que un incendio o columna de humo puede detectarse a una distancia de 7,5 km. El tiempo máximo aceptable desde el comienzo del incendio hasta el suministro de supresor de incendios es de 30 minutos. La ubicación de la situación a modo de ejemplo es el Bosque Nacional de Los Ángeles anteriormente mencionado, que puede considerarse que es la zona designada. Los vehículos aéreos no tripulados usados son dos *Boeing A160 Hummingbird* como vehículos aéreos no tripulados de carga, y cuatro *Boeing Scan Eagle* como vehículos aéreos no tripulados de monitorización.

La unidad de control de operaciones puede estar configurada para considerar dos tipos de trayectoria para los UAV monitorizados. Estas trayectorias son en 2D para abarcar la zona designada y puede ser una trayectoria lineal o una trayectoria circular.

En la figura 3, se muestra una trayectoria lineal a modo de ejemplo. La trayectoria lineal se dispone para abarcar toda la zona designada. En el lado a mano derecha de la figura 3 se encuentran los números 1, 2 y 3. El número 1 identifica una ubicación base a modo de ejemplo de un vehículo 130 aéreo no tripulado de carga y el círculo circundante representa su radio de acción. El número 2 identifica mediante líneas discontinuas áreas de bandas en las que se divide el área designada. El número 3 identifica flechas continuas que representan una trayectoria para el vehículo aéreo no tripulado de monitorización. La trayectoria se encuentra a lo largo de la línea central de las áreas 2 de bandas y la anchura de las áreas de bandas es preferiblemente el doble de la distancia a la que puede detectarse el incendio o humo desde el UAV de monitorización. Por consiguiente, en este ejemplo las áreas de bandas tienen 15km de anchura. La trayectoria está comprendida por cinco trayectos que a partir de la figura 3 puede observarse que son 0-1, 1-2, 2-3, 3-4 y 4-5. Las longitudes de los trayectos son de la siguiente manera:

Trayecto 0-1:	47km
Trayecto 1-2:	15km
Trayecto 2-3:	72km
Trayecto 3-4:	15km
Trayecto 4-5:	65km

La longitud de trayectoria total es de 214km. Esto no incluye un trayecto de retorno para devolver el vehículo aéreo no tripulado de monitorización a la posición de inicio de trayectoria.

5 En este ejemplo el *Boeing Scan Eagle* funciona como el vehículo aéreo no tripulado de monitorización y tiene una velocidad de crucero de 110km/h. La duración para abarcar la trayectoria es, por tanto, de aproximadamente 2 horas. Si se usan cuatro *Scan Eagles*, cualquier parte de la trayectoria puede abarcarse cada 30 minutos. Los dos vehículos aéreos no tripulados de carga *A160 Hummingbird* funcionan desde las ubicaciones base en los centros de los dos círculos, que en conjunto abarcan toda la zona designada con un pequeño solapado. Los círculos tienen un radio de 27km. Por tanto, el *A160* más cercano podrá suministrar 500kg de supresor de incendios en aproximadamente 5 minutos si vuela a su velocidad máxima de 300km/h. Como resultado, el tiempo máximo desde el comienzo del incendio hasta el suministro de supresor de incendios es de aproximadamente 35 minutos. Esto es próximo al tiempo objetivo de 30 minutos.

15 Alternativamente, el *A160 Hummingbird* más rápido puede desplegarse como un vehículo aéreo no tripulado de monitorización con su propia carga de supresor de incendios para realizar tanto las tareas de monitorización como de carga. El uso de cuatro de estos vehículos, cada uno con una velocidad máxima de 300km/h, proporcionaría un tiempo máximo desde el comienzo de un incendio hasta el suministro de supresor de incendios de aproximadamente 15 minutos.

20 La figura 4 muestra un ejemplo de trayectorias circulares para monitorizar de la zona designada. De nuevo, el número 1 identifica ubicaciones base a modo de ejemplo de vehículos 130 aéreos no tripulados de carga y los círculos circundantes representan su radio de acción. El número 2 identifica mediante líneas discontinuas áreas circulares en las que se divide la zona designada. Para el ejemplo del Parque Nacional Los Ángeles, tres áreas circulares abarcaron aproximadamente el 85% del parque. El número 3 identifica flechas continuas que representan una trayectoria para el vehículo aéreo no tripulado de monitorización. En la figura 4 las trayectorias son circulares, centradas alrededor de las áreas circulares identificadas con el número 2. Las trayectorias circulares tienen un radio de 7,5km de manera que toda el área en las áreas circulares de 15km de radio puede observarse mediante el vuelo una vez alrededor del círculo. Es decir, el radio de la trayectoria circular coincide con la distancia máxima desde la que pueden observarse incendios y columnas de humo. Cada trayectoria circular tiene una longitud de recorrido de 47 km. Esta longitud de recorrido se abarcará por un UAV *Scan Eagle* en aproximadamente 25 minutos. Para lograr un abarcado 100% completo de Parque Nacional de Los Ángeles se requerirían cuatro UAV *Scan Eagle*. Por ende, las trayectorias circulares requieren el mismo número de vehículos aéreos no tripulados de monitorización que la trayectoria lineal de la figura 3. El suministro de supresor de incendios desde los vehículos aéreos no tripulados de carga es el mismo que para la figura 3, con dos UAV de carga tales como el *A160 Hummingbird* que puedan alcanzar un objetivo en aproximadamente 5 minutos. Siendo el resultado para una zona designada tal como el Parque Nacional de Los Angeles, pueden suministrarse 500kg de supresor de incendios en 35 minutos desde el comienzo del incendio, en el peor caso.

35 Los vehículos aéreos no tripulados de monitorización pueden proporcionar una presencia de monitorización persistente y continua de 24 horas al día, 7 días a la semana. Por tanto, en cualquier momento el intervalo entre el comienzo de un incendio y el suministro de supresor de incendios sería de, como máximo, 35 minutos. El enfoque de monitorización continuo y persistente reduce significativamente el intervalo de tiempo hasta que se suministra el supresor de incendios en comparación con las medidas convencionales. Esta reducción limita la fase de quema no controlada del incendio no controlado, lo que permite el control del incendio de manera más rápida.

40 Durante la fase de monitorización el sistema requiere poca intervención del ser humano en los vehículos aéreos no tripulados de monitorización y controlador de operaciones. Estos componentes pueden actuar de manera autónoma en gran medida durante esta fase. Incluso durante el suministro de supresor de incendios, los vehículos aéreos no tripulados de carga requieren poca intervención del ser humano. La intervención del ser humano puede producirse antes y hasta el lanzamiento del vehículo aéreo no tripulado de carga, tal como cargando el supresor de incendios. Los seres humanos no se exponen, por tanto, a los peligros en la ubicación del incendio. El sistema de monitorización y suministro puede usarse en combinación con bomberos en tierra para dirigirlos a ubicaciones apropiadas.

45 Los ejemplos de tipos de vehículos aéreos no tripulados proporcionados anteriormente se han elegido de manera cuidadosa para adecuarse a las labores de monitorización y carga. En particular, los vehículos aéreos no tripulados de carga de tipo *A 160 Hummingbird* se han elegido por su capacidad de despegue/aterrizaje vertical. Este tipo de



aeronave no requiere una pista y, por consiguiente, las ubicaciones de despegue requieren menos infraestructura. Las ubicaciones base de tal aeronave pueden, por tanto, reestructurarse según áreas de mayor riesgo de incendio. Los vehículos aéreos no tripulados de carga acaban de alcanzar recientemente un nivel de madurez de manera que pueden transportar cantidades prácticas de supresor de incendios.

- 5 Los vehículos de aire anteriormente mencionados se presentan en el presente documento solo con fines ilustrativos y esos otros vehículos, con capacidades de rendimiento similares o mejoradas, pueden ser adecuados del mismo modo y se incluyen como alternativas que se encuentran dentro del alcance de esta divulgación.

- 10 Una comparación del coste de un sistema que comprende un vehículo aéreo no tripulado de monitorización, un vehículo aéreo no tripulado de carga y una unidad de control de operaciones, con la fuga de incendios no controlados o medidas convencionales hace que el sistema descrito en el presente documento sea particularmente favorable. Por ejemplo, un vehículo aéreo no tripulado de monitorización tal como el *Boeing Scan Eagle* tiene un coste aproximado de 3 millones de USD, y un vehículo aéreo no tripulado de carga tal como un *A160 Hummingbird* tiene un coste aproximado de 3,6 millones de USD. Estos precios son bajos en comparación con los de una fuga de incendio no controlado que daría como resultado billones de USD en coste, o un camión cisterna aéreo tripulado convencional para desplegar supresor de incendios cuyo coste aproximadamente es de 26 millones de USD.

- 15 El experto en la técnica apreciará fácilmente que pueden realizarse diversas modificaciones y alteraciones a los métodos y aparato anteriormente descritos sin alejarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, pueden usarse diferentes UAV y trayectorias para los UAV de monitorización según la forma y tamaño de la zona designada y otros factores relevantes, tales como anomalías meteorológicas o distribución de nivel de riesgo.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato (100) para la prevención de incendios en una zona designada, comprendiendo el aparato:  
uno o más componentes (120) de monitorización para monitorizar la zona designada y comunicar información monitorizada;
- 5 un vehículo (130) aéreo no tripulado de carga adaptado para transportar una carga de retardante de incendios, suministrar el retardante de incendios a una ubicación de un riesgo de incendio, y desplegar el retardante de incendios en dicha ubicación; y
- 10 una unidad (110) de control de operaciones para recibir la información monitorizada, analizar la información monitorizada en cuanto a la presencia de riesgos de incendio en la zona designada, y tras la detección de un riesgo de incendio dirigir el vehículo (130) aéreo no tripulado de carga a las proximidades de riesgo de incendio y ordenar el despliegue del retardante de incendios en la ubicación de riesgo de incendio,
- 15 en el que el vehículo (130) aéreo no tripulado de carga tiene una base central en una primera ubicación base en el área designada, y la unidad (110) de control de operaciones está configurada para dirigir el vehículo aéreo no tripulado de carga desde la primera ubicación base hasta una segunda ubicación base en las proximidades de riesgo de incendio.
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el componente (120) de monitorización comprende un vehículo aéreo no tripulado de monitorización adaptado para proporcionar una monitorización de la zona designada.
3. Aparato según la reivindicación 2, en el que el componente (120) de monitorización comprende una pluralidad de vehículos aéreos no tripulados de monitorización para proporcionar una presencia de monitorización por aire persistente de al menos uno de la pluralidad de vehículos aéreos no tripulados de monitorización.
- 20 4. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que el aparato (100) está adaptado para proporcionar la supresión de incendio autónoma.
5. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que la unidad (110) de control de operaciones está adaptada para recibir uno o más de datos medioambientales, datos de vigilancia y datos meteorológicos, y está adaptada adicionalmente para realizar una evaluación de riesgo de incendio de la zona designada basándose en los datos recibidos.
- 25 6. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que los riesgos de incendio de los que la unidad (110) de control de operaciones analiza la información monitorizada para comprender al menos uno de acumulaciones de combustible para incendios no controlados, material seco de yesca, y humedad inferior a un umbral predeterminado.
- 30 7. Aparato según la reivindicación 6, en el que la acumulación de combustible es una acumulación de material combustible, tal como hojas y otros materiales inflamables secos.
8. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que el componente (120) de monitorización comprende uno o más vehículos aéreos no tripulados de monitorización, y la unidad (110) de control de operaciones está configurada para evaluar el área terrestre de la zona designada para calcular un recorrido de vuelo para el uno o más vehículos aéreos no tripulados de monitorización.
- 35 9. Aparato según la reivindicación 8, en el que los recorridos de vuelo calculados son basándose en un recorrido lineal o circular.
10. Aparato según la reivindicación 9, en el que un recorrido de vuelo lineal se calcula basándose en dividir el área de la zona designada en bandas que tienen una anchura no mayor del doble de la distancia detectable máxima de un riesgo de incendio desde el vehículo aéreo no tripulado de monitorización, y el recorrido de vuelo está a lo largo de la línea central de las bandas, y
- 40 un recorrido de vuelo circular se calcula basándose en dividir el área de la zona designada en regiones circulares que tienen un diámetro no mayor de cuatro veces la distancia detectable máxima de un riesgo de incendio desde el vehículo aéreo no tripulado de monitorización, y el recorrido de vuelo es un círculo centrado en la región y con un diámetro del doble de la distancia máxima detectable de un riesgo de incendio desde el vehículo aéreo no tripulado de monitorización.
- 45 11. Método para la prevención de incendios en una zona designada, comprendiendo el método:  
monitorizar la zona designada y comunicar información monitorizada;
- 50 recibir la información monitorizada en un controlador (110) de operaciones, analizar la información monitorizada en cuanto a la presencia de riesgos de incendio en la zona designada, y tras la detección de un riesgo de incendio dirigir un vehículo (130) aéreo no tripulado de carga a las proximidades de riesgo de incendio y ordenar el despliegue de

retardante de incendios en la ubicación de riesgo de incendio, en el que el vehículo (130) aéreo no tripulado de carga está basado de manera céntrica en una primera ubicación base en el área designada, y el método comprende usar la unidad (110) de control de operaciones para dirigir el vehículo aéreo no tripulado de carga desde la primera ubicación base hasta una segunda ubicación base en las proximidades de riesgo de incendio.

5 12. Método según la reivindicación 11, en el que la etapa de monitorizar se realiza por uno o más vehículos aéreos no tripulados de monitorización.

10 13. Método según la reivindicación 12, en el que las trayectorias del uno o más vehículos aéreos no tripulados de monitorización se establecen mediante el controlador (110) de operaciones, y la trayectoria de al menos uno del uno o más vehículos aéreos no tripulados de monitorización se ajusta de manera que al menos un vehículo aéreo no tripulado de monitorización sobrevuela una primera área de la zona designada más a menudo que otras áreas de la zona designada, teniendo la primera área un mayor riesgo de comienzo de incendios que las otras áreas.

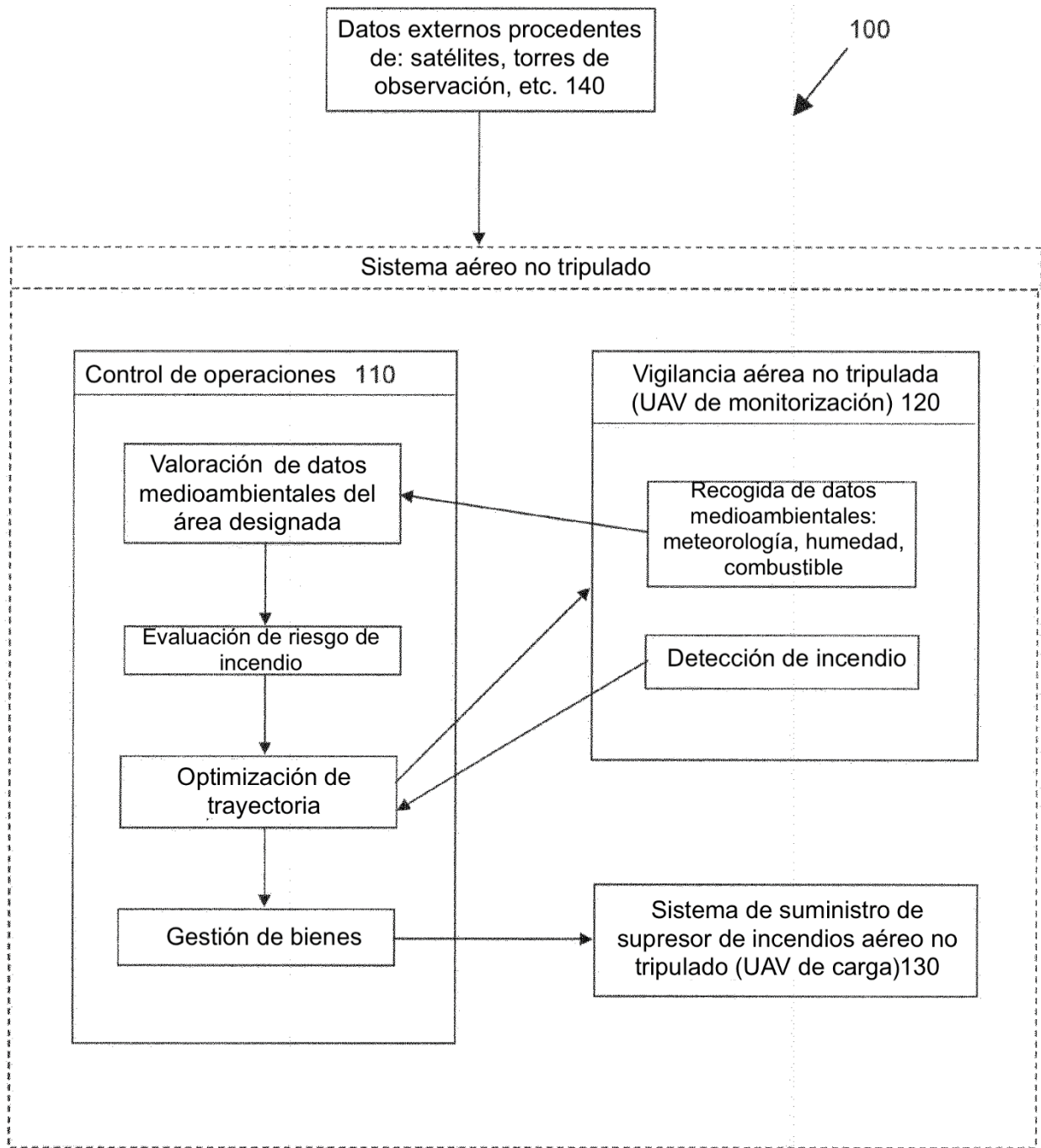


Figura 1

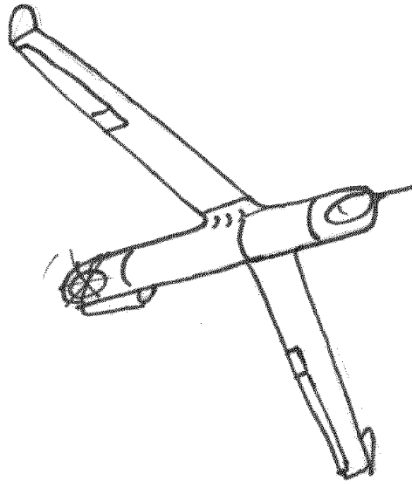


Figura 2a

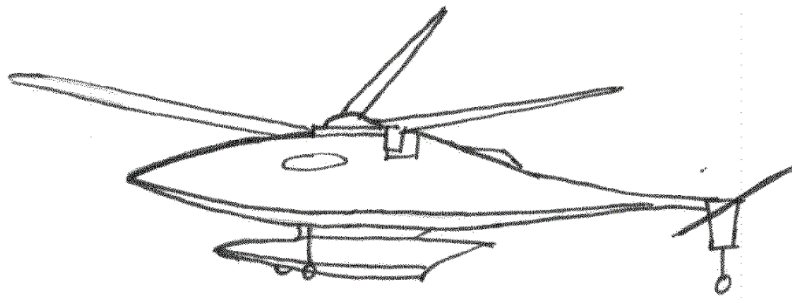


Figura 2b

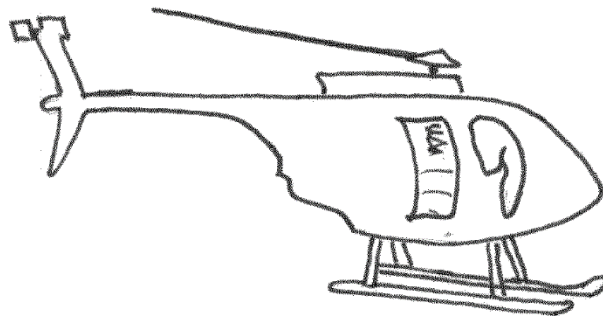


Figura 2c

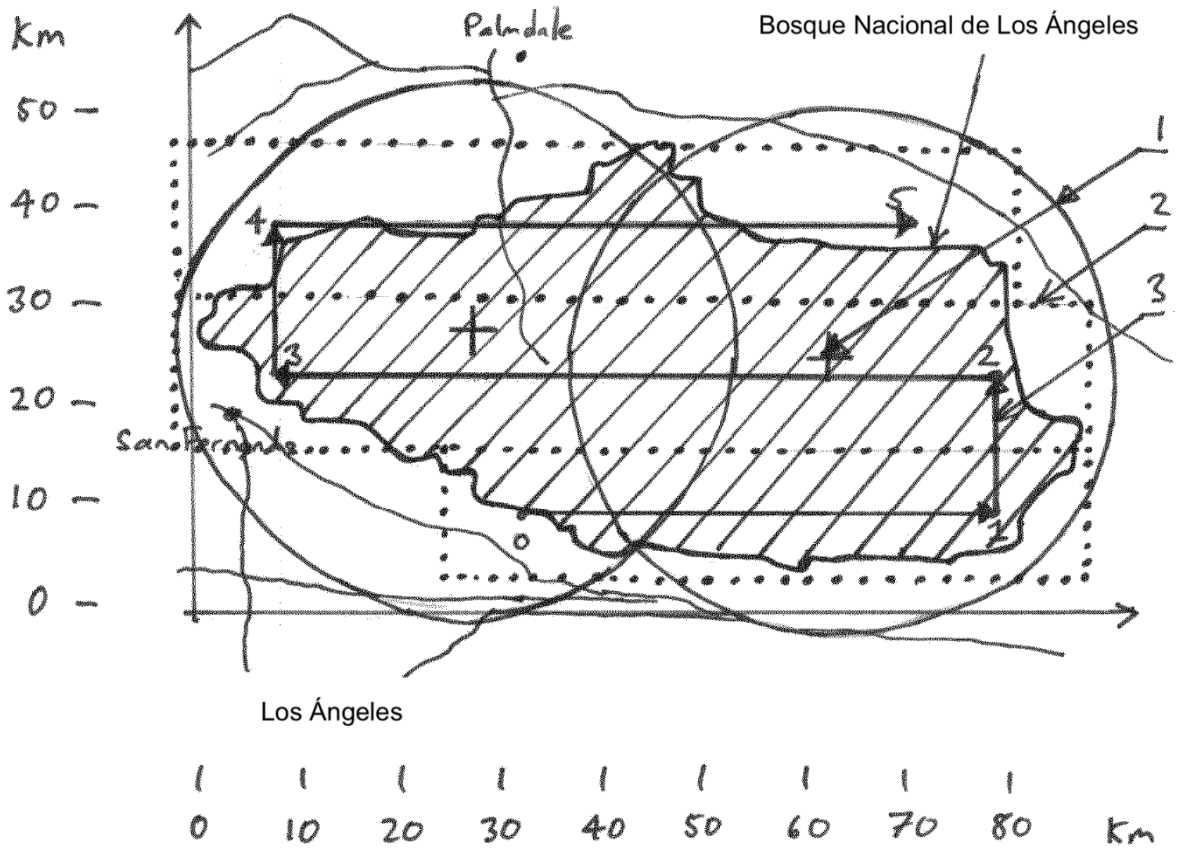


Figura 3

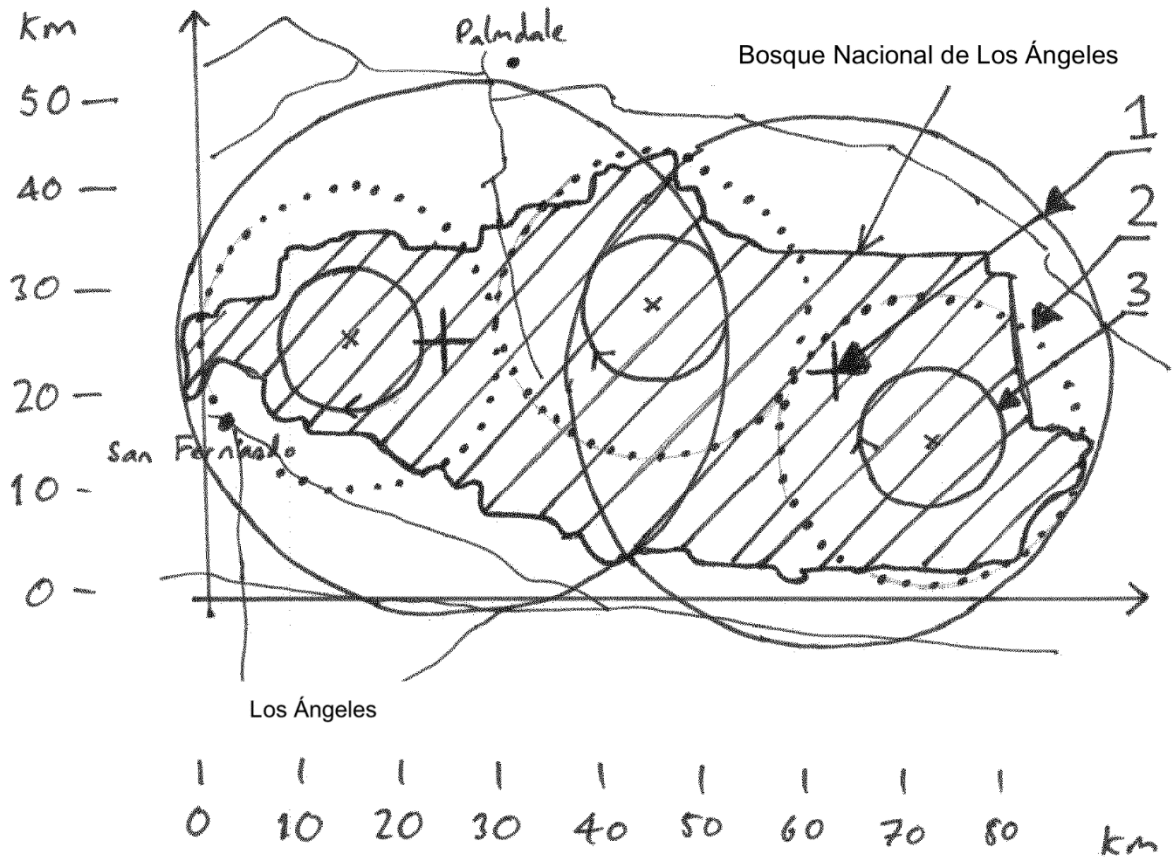


Figura 4