

Grupo de Investigación de Accidentes

GRIAA

GSAN-4-5-12-038



AERONÁUTICA CIVIL
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

INFORME FINAL INCIDENTE GRAVE

COL-20-40-GIA

**Colisión contra globo
aerostático durante el aterrizaje**

Airbus A319-115

Matrícula N557AV

31 de diciembre de 2020

Aeropuerto Internacional

El Dorado

Bogotá D.C., Colombia



ADVERTENCIA

El presente Informe Final refleja los resultados de la investigación técnica adelantada por la Autoridad AIG de Colombia – Grupo de Investigación de Accidentes, GRIAA, en relación con el evento que se investiga, con el fin de determinar las causas probables y los factores contribuyentes que lo produjeron. Así mismo, formula recomendaciones de seguridad operacional con el fin de prevenir la repetición de eventos similares y mejorar, en general, la seguridad operacional.

De conformidad con lo establecido en la Parte 114 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC 114, y en el Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional, OACI, *“El único objetivo de las investigaciones de accidentes o incidentes será la prevención de futuros accidentes o incidentes. El propósito de esta actividad no es determinar culpa o responsabilidad”*.

Por lo tanto, ningún contenido de este Informe Final, y en particular las conclusiones, las causas probables, los factores contribuyentes y las recomendaciones de seguridad operacional tienen el propósito de señalar culpa o responsabilidad.

Consecuentemente, el uso que se haga de este Informe Final para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes e incidentes aéreos, y especialmente para fines legales o jurídicos, es contrario a los propósitos de la seguridad operacional y puede constituir un riesgo para la seguridad de las operaciones.

CONTENIDO

SINOPSIS	6
RESUMEN	6
1. INFORMACIÓN FACTUAL	7
1.1 Historia de vuelo	7
1.2 Lesiones personales.....	8
1.3 Daños sufridos por la aeronave	8
1.4 Otros daños.....	9
1.5 Información personal	11
1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento.....	11
1.7 Información Meteorológica	13
1.7.1 Patrones generales de viento en Colombia	13
1.7.2 Otros factores influyentes en los patrones de viento en Colombia ..	14
1.7.3 Vientos predominantes en altura en la ruta del globo.....	17
1.8 Ayudas para la Navegación	22
1.9 Comunicaciones	22
1.10 Información del Aeródromo	25
1.11 Registradores de Vuelo	26
1.12 Información sobre el recorrido final del globo y el impacto	26
1.13 Información médica y patológica.....	30
1.14 Incendio.....	30
1.15 Aspectos de supervivencia.....	30
1.16 Ensayos e investigaciones	30
1.16.1 Pruebas de resistencia de tracción de los materiales del globo.....	30
1.17 Información sobre la organización y la gestión	32
1.18 Información adicional.....	33
1.18.1 Determinación del origen de globo	33
1.18.2 Características del globo.....	34
1.18.3 Información sobre la liberación del globo	38
1.18.4 Lugares de avistamiento del Globo durante su vuelo.....	39
1.18.5 Análisis de los restos del globo.....	44
1.18.6 Diseño del globo.....	54

1.18.7	Antecedentes de impacto de aeronaves con globos de gran tamaño	62
1.19	Técnicas útiles o eficaces de investigación	62
2.	ANÁLISIS	63
2.1.1	Análisis de los Factores ATS	63
2.1.2	Análisis de los Servicios de Aeródromo	64
2.1.3	Los patrones de viento y la trayectoria del globo	64
2.1.4	Riesgos potenciales para la seguridad aérea	65
2.1.5	Gestión del riesgo	65
2.2	MODELO DE INVESTIGACION.....	65
3.	CONCLUSIÓN	68
3.1	Conclusiones	68
3.2	Causa(s) probable(s).....	69
3.3	Factores Contribuyentes	69
3.4	Taxonomía OACI	70
4.	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	71

SIGLAS

ATC	Control de Tránsito Aéreo
CVR	Cockpit Voice Recorder
CTA	Controlador de Tránsito Aéreo
ENG LH	Motor izquierdo
EOSS	Edge of Space Sciences – Una de las asociaciones de globos estratosféricos de los Estados Unidos.
ENG RH	Motor derecho
FAA	Federal Aviation Administration – Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos
FDR	Flight Data Recorder
FOD	Foreing Object Debris o Foreing Object Damage – Daño por objetos extraños
GRIAA	Grupo Investigación de Accidentes – AIG Colombia
HL	Hora local
IR	Inspector de Rampa/Plataforma
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PF	Pilot flying
RH	Right hand
SKBO	Aeropuerto Internacional El Dorado, Bogotá D.C.
SM	Supervisor del Área de Movimiento
UTC	Tiempo Coordinado Universal
ZCIT	Zona de Convergencia Intertropical

SINOPSIS

Aeronave:	Airbus 319-115, N557AV
Fecha y hora del Incidente Grave:	31 de diciembre de 2020, 20:09 HL (01:09 UTC)
Lugar del Incidente Grave:	Pista 13L, Aeropuerto Internacional El Dorado, SKBO, Bogotá, Colombia
Coordenadas:	N04°42'32.11" - W074°08'46.34"
Tipo de Operación:	Transporte Aéreo Regular de Pasajeros
Explotador:	Aerovías del Continente Americano, AVIANCA
Personas a bordo:	5 Tripulantes, 26 Pasajeros

RESUMEN

El 31 de diciembre de 2020, a las 20:09 HL (01:09 UTC) la aeronave N557AV, aterrizó en la pista 13L del Aeropuerto Internacional El Dorado, después de efectuar el vuelo AVA029 entre Orlando (KMCO) y Bogotá (SKBO). Durante la carrera de desaceleración la aeronave impactó con un globo aerostático de gran tamaño, que se posó sobre la pista en el mismo momento del aterrizaje de la aeronave.

La aeronave atravesó y desintegró el globo; partes de este fueron ingeridas por los motores, se acumularon en los trenes de aterrizaje y en las superficies de control, y causaron daños en los sistemas de reversibles del motor derecho.

La tripulación controló y detuvo la aeronave en una calle de rodaje, en donde fue inspeccionada y luego remolcada hasta el muelle de estacionamiento.

Los ocupantes abandonaron la aeronave de manera normal, sin lesiones.

La investigación determinó que el accidente se produjo por la siguiente causa probable:

Falta de conocimiento, falta de previsión y falta de responsabilidad del club "globero" que lanzó el globo, sin control, sin seguimiento, y sin prever la trascendencia del artefacto, en términos de la altura y la distancia que alcanzaría, y el rumbo que tomaría, omitiendo cualquier información al respecto a la Autoridad Aeronáutica, y desconociendo las afectaciones que podría causar su acción a la navegación aérea.

Así mismo, la investigación encontró nueve (8) factores contribuyentes.

Se emitieron 17 recomendaciones de seguridad operacional.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 Historia de vuelo

El 31 de diciembre de 2020 la aeronave tipo Airbus A319-115 de matrícula N557AV efectuaba el vuelo Bogotá (SKBO) - Orlando (KMCO) – Bogotá. En el último trayecto entre Orlando y Bogotá, se realizó con 5 tripulantes y 26 pasajeros, como número de vuelo AV029. El vuelo se efectuó de manera normal, y la aeronave aproximó al Aeropuerto Internacional Eldorado poco después de las 20:00 HL (01:00 UTC),

El Primer Oficial volaba la aeronave (PF), y a las 20:09 HL el avión aterrizó de manera normal por la pista 13L (pista norte) de Eldorado; cuando se iniciaba la desaceleración de la aeronave, los tripulantes súbitamente perdieron contacto visual con las luces de la pista, y se dieron cuenta que habían impactado con un globo de gran tamaño que estaba posado sobre la pista.

El Piloto al Mando tomó el control, sin tiempo ni forma de efectuar otra maniobra, y mantuvo la aeronave en el centro de la pista.

La aeronave prácticamente atravesó y desintegró el globo, continuó la carrera de aterrizaje y se detuvo sin otra novedad; no se presentó ninguna variación en los parámetros de la aeronave y tampoco se perdió el control.

La tripulación dirigió la aeronave hacia la calle de rodaje A8, cumpliendo las instrucciones impartidas por el ATC, y una vez ubicada en la posición asignada apagó los motores y completó los procedimientos establecidos.

En ese momento acudieron a la aeronave el personal de bomberos SEI, el Supervisor del Área de Movimiento y personal de Inspección de Plataforma del aeródromo; efectuaron una inspección de seguridad, verificaron la condición de la aeronave y de sus ocupantes (ilesos), y se dispuso el remolque de la aeronave a la posición de parqueo No. 45, en donde los ocupantes desabordaron de manera normal.

Como consecuencia de la colisión con el globo, se presentó ingesta y acumulación de FOD en los dos motores de la aeronave, abolladuras en la toma del aire del motor derecho, daños en las compuertas del sistema reversible del motor derecho, así como acumulación de material de la estructura del globo en el tren principal de aterrizaje, planos derecho e izquierdo y estabilizador horizontal.

El globo, fabricado de papel con algunas partes metálicas, terminó desintegrado.

Las condiciones meteorológicas al momento del accidente eran visuales nocturnas.

La Autoridad de Investigación de Accidentes (AIA) de Colombia (Grupo de Investigación de Accidentes – GRIAA) tuvo conocimiento del evento la misma noche de su ocurrencia, y fueron designados (2) investigadores que se desplazaron al sitio del accidente el día 01 de enero para hacer las inspecciones iniciales.



Fotografía No. 1: Partes del globo en el avión N557AV.

1.2 Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
Mortales	-	-	-	-
Graves	-	-	-	-
Leves	-	-	-	-
Ilesos	5	26	31	-
TOTAL	5	26	31	-

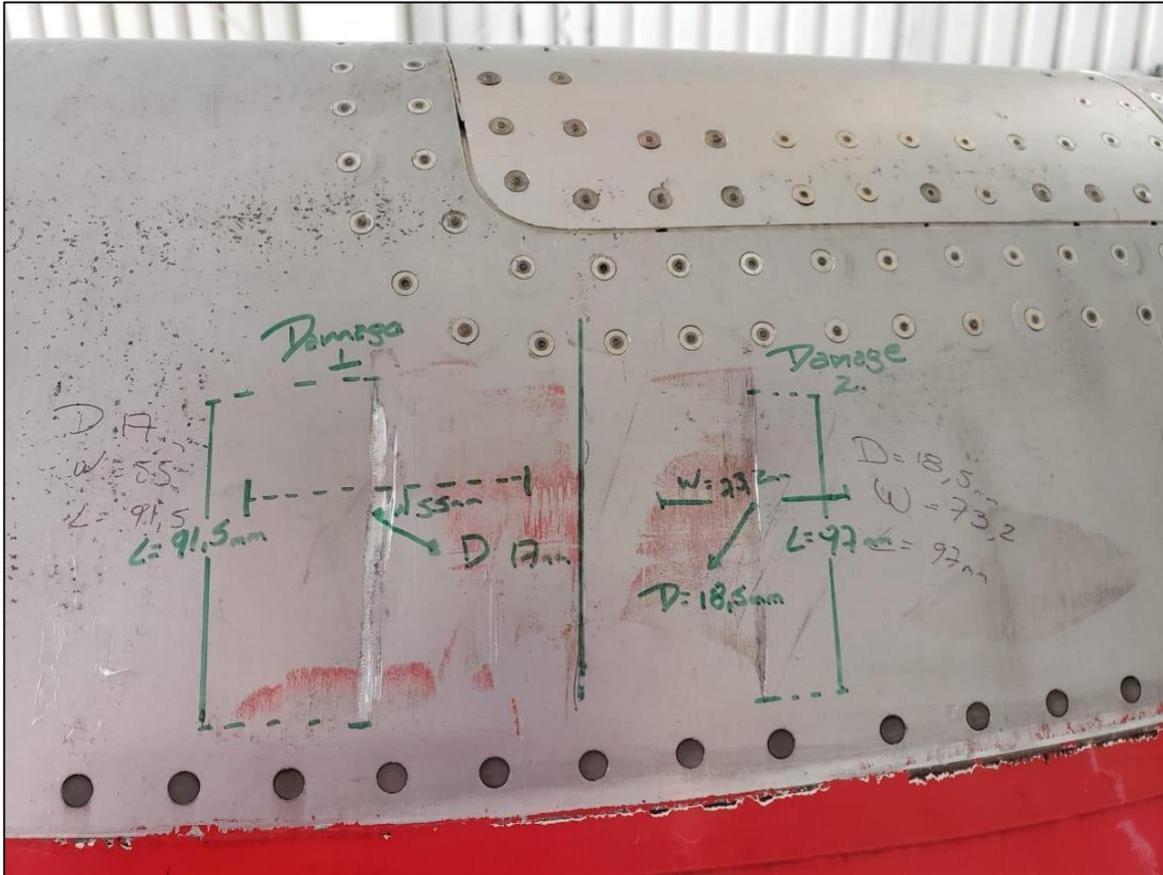
1.3 Daños sufridos por la aeronave

Los daños encontrados durante la inspección de la investigación, confirmadas por el informe de mantenimiento del explotador, fueron:

- Dos abolladuras en el *air intake cowl* del motor derecho.
- Daños en las *lower pivoting doors* derechas, del reversible del motor derecho, *ENG RH*.
- Daños en las *lower pivoting doors* izquierdas, del reversible del motor derecho *ENG RH*.

1.4 Otros daños

Ninguno



Fotografía No. 2: Air Intake Cowl del motor derecho, ENG RH.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



Fotografía No. 3: Lower pivoting doors derechas del reversible del motor derecho, ENG RH.



Fotografía No. 4: Lower pivoting doors izquierdas del reversible del motor izquierdo ENG LH.

1.5 Información personal

Piloto

Edad:	36 años
Licencia:	Piloto Transporte de Línea
Certificado médico:	Vigente
Equipos volados como piloto:	Airbus A32S
Último chequeo en el equipo:	05 de diciembre de 2020
Total horas de vuelo:	6.430 (Información del explotador)
Total horas en el equipo:	4.400 (Información del explotador)
Horas de vuelo últimos 90 días:	70
Horas de vuelo últimos 30 días:	70
Horas de vuelo últimos 03 días:	18
Horas de vuelo últimas 24 horas:	05

Copiloto

Edad:	32 años
Licencia:	Piloto Comercial Avión
Certificado médico:	Vigente
Equipos volados como piloto:	ERJ-170, DC-3, Airbus A32s
Último chequeo en el equipo:	31 de octubre de 2020
Total horas de vuelo:	3.356:02 (Información del explotador)
Total horas en el equipo:	2148:43 (Información del explotador)
Horas de vuelo últimos 90 días:	79.47
Horas de vuelo últimos 30 días:	32.03
Horas de vuelo últimos 03 días:	12.54
Horas de vuelo últimas 24 horas:	05

1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento

Marca:	Airbus
Modelo:	A319-115
Serie:	5057
Matrícula:	N557AV
Certificado aeronavegabilidad:	ANE-MIDO-46

Certificado de matrícula: RME921
Fecha de fabricación: 02 de marzo de 2012
Fecha último servicio: 22 de noviembre de 2020. A1+A2+A3+A4
Total horas de vuelo: 27.170:23
Total ciclos de vuelo: N/A

Motor 1

Marca: CFM
Modelo: CFM56-5B 7/3
Serie: 643885
Total horas de vuelo: 27.170:23 h
Total ciclos de vuelo: 14.679
Total horas D.U.R.G: N/A
Fecha último servicio: 22 de noviembre de 2020

Motor 2

Marca: CFM
Modelo: CFM56-5B 7/3
Serie: 643886
Total horas de vuelo: 15.220 h
Total ciclos de vuelo: 1626
Total horas D.U.R.G: N/A
Fecha último servicio: 22 de noviembre de 2020

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

1.7 Información Meteorológica

1.7.1 Patrones generales de viento en Colombia

En Colombia ha existido la convicción generalizada que los vientos tienen un patrón de dirección Este - Oeste debido a que es la tendencia general de los vientos a escala global en esta región del planeta.

Este prejuicio sobre la dirección predominante del viento hizo pensar en un principio, que no era lógico que el globo hubiese sido lanzado desde Envigado, población ubicada en dirección 135°, al Noroeste del aeropuerto Eldorado, y que desde allí hubiera volado en dirección al Sureste.

Con el fin de explicar esta condición a continuación, se presenta un análisis descriptivo de las corrientes de viento globales de la ubicación de Colombia (zona ecuatorial), que entre otros factores tiene en cuenta, además, las condiciones geográficas que inciden en la dirección de los vientos.

Desde el punto de vista planetario, el patrón de vientos en la zona ecuatorial se explica por la presencia de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), ubicada entre dos Celdas de Hadley¹, de manera que, en la parte baja de la celda confluyen los vientos alisios del Noreste, mientras que al sur predominan los vientos alisios del Sureste.

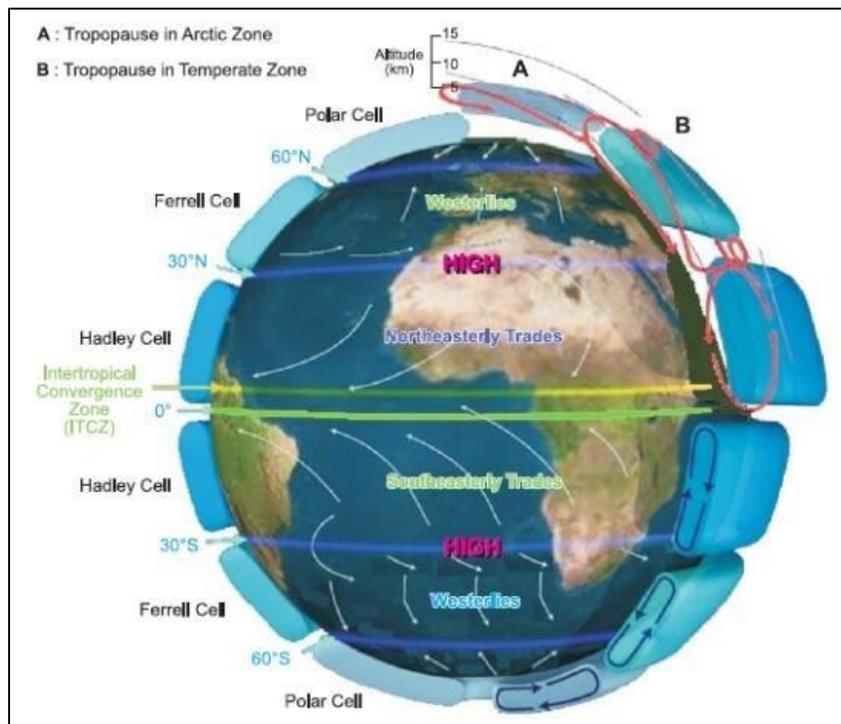


Figura No. 1: Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT)

¹ Celdas de Hadley. Célula de circulación cerrada de la atmósfera terrestre que domina la circulación global atmosférica en las latitudes ecuatoriales y tropicales. Las células de Hadley se extienden desde el Ecuador hasta latitudes 30° en ambos hemisferios, aproximadamente.

De otra parte, la inclinación del eje de rotación del planeta, y la heterogénea iluminación del Sol sobre el Ecuador a lo largo del año terrestre, dan origen a las estaciones. Estas condiciones, además, hacen que la ZCIT tenga un movimiento latitudinal anual.

Es así como para el hemisferio norte, en el solsticio de invierno, en los meses de diciembre y enero, la ZCIT alcanza una latitud ubicada más hacia al Sur; mientras que, en el solsticio de verano, en el mes de junio, la ZCIT se encontrará en una latitud ubicada más al norte. Por cierto, el movimiento de esta zona sobre Colombia colombiana es la causa de las dos temporadas de lluvias a lo largo del año.

1.7.2 Otros factores influyentes en los patrones de viento en Colombia

La dirección y la intensidad de los vientos en Colombia, es decir, el patrón de vientos en términos generales, debería darse de Este a Oeste debido al fenómeno de las células de Hadley, mencionado más arriba, y a la zona de convergencia intertropical; sin embargo, estos vientos, no solamente están condicionados a las variables globales y sus variaciones periódicas, sino también al acoplamiento determinado por la geografía propia y fenómenos de pequeña escala comparados con los patrones globales.

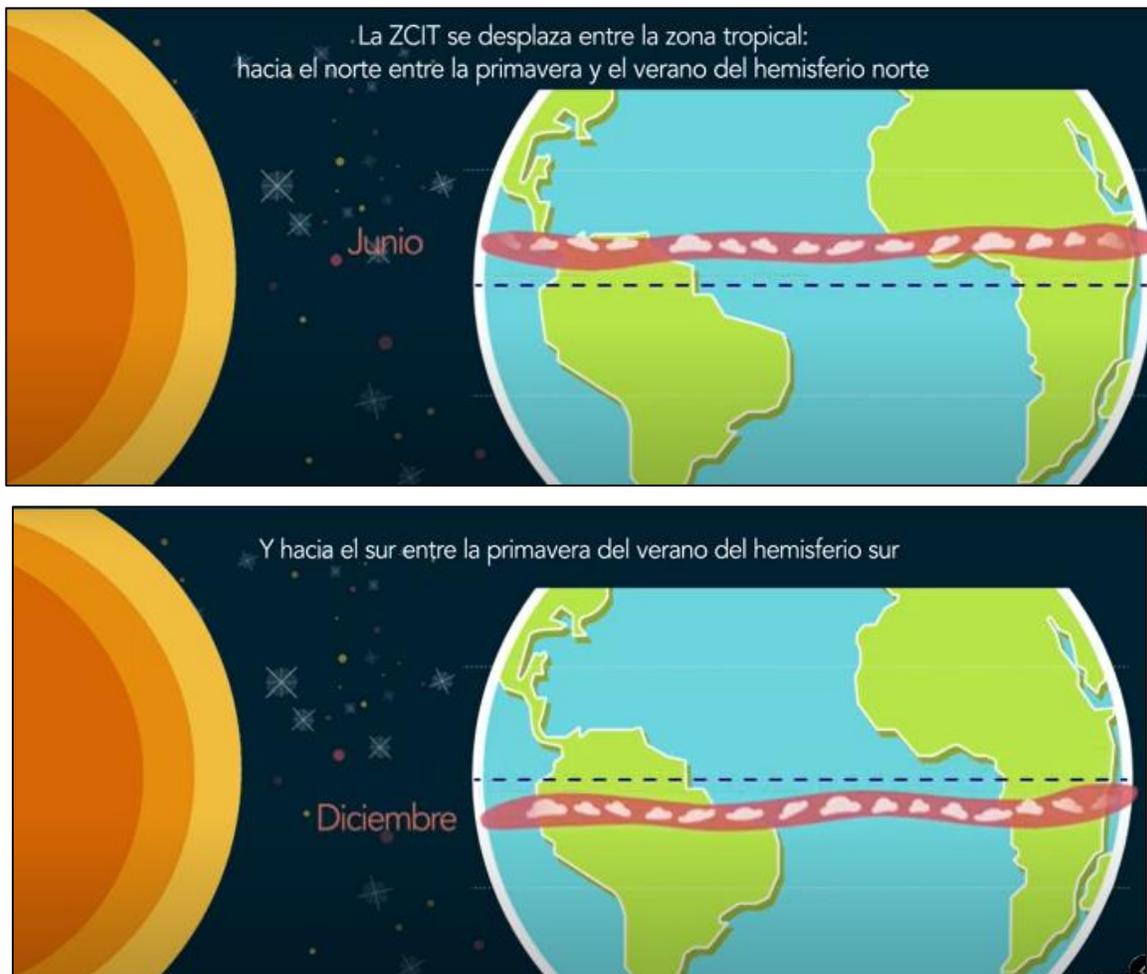


Figura No. 2: La ZCIT se desplaza hacia arriba y hacia abajo a lo largo del año. Según su posición se dan las temporadas de lluvias y la predominancia los vientos alisios Crédito: Siata.

El territorio colombiano está caracterizado en su región andina, por la presencia de tres cordilleras y dos valles que recorren el país de Sur a Norte, mientras que, en el resto del territorio, la superficie es plana con algunas elevaciones importantes como la Sierra Nevada de Santa Marta.

De esta manera, la presencia y disposición espacial de los valles y de las cordilleras modifican los patrones de viento de forma particular, no sólo por ser barreras naturales que se oponen a las corrientes atmosféricas, sino, porque también, tienen sus propias dinámicas, como por ejemplo el fenómeno de los vientos anabáticos y catabáticos (conocidos también como vientos de ladera), tal como se muestra en la figura No. 3, que establece la dirección horizontal y vertical de corriente de aire en zonas de valles.



Figura No. 3: Movimientos de aire en la vertical por vientos anabáticos y catabáticos.

Según el estudio realizado por el IDEAM² y UPME³ y consignado en el Atlas de Vientos de Colombia:

“En la escala anual se destaca el flujo del este de los alisios (típico de la franja ecuatorial de los alisios) en las regiones Andina, Orinoquía y Amazonía. Para la región Andina, se identifica un patrón de comportamiento sobre las regiones de montaña, asociado al flujo típico de los vientos alisios, recurrentes durante todo el año. Alrededor del Valle del Magdalena se presenta flujo desde el sur casi en toda su extensión durante el segundo y tercer trimestre del año.

² IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Entidad del gobierno de Colombia dependiente del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Se encarga del manejo de la información científica, hidrológica, meteorológica y todo lo relacionado con el medio ambiente en Colombia

³ UPME. Unidad de Planeación Minero Energética. Unidad administrativa especial, de carácter técnico, adscrita al Ministerio de Minas y Energía (Colombia); tiene como objetivo la planeación integral, indicativa, permanente y coordinada, con las entidades públicas y privadas del sector minero energético, desarrollo y aprovechamiento de los recursos energéticos y mineros, la producción y divulgación de la información minero-energética requerida.

La zona del norte de Antioquia difiere del comportamiento que predomina en el resto de la región, puesto que se observa viento del oeste. Vientos provenientes desde el norte se observan en el área septentrional durante el primer y último trimestre del año.”

Para ilustrar las grandes variaciones que se producen al analizar verticalmente la dirección del viento a escala sinóptica, se muestran los siguientes cuatro (4) mapas, (figura No. 4), para diferentes alturas, en general para todo el territorio. Las alturas están indicadas en presión. La equivalencia de presión, con altitud.

Al comparar estos mapas, varios elementos resaltan a la vista. A mayor altitud (menor presión), se evidencia la componente de los vientos alisios en dirección Este - Oeste.

Los patrones de dirección e intensidad varían en la vertical. Al observar la región andina, se notan vientos en varias direcciones (1000hPa), hacia el Oeste (500hPa y 700hPa) y hacia el Norte (250hPa).

En el mapa correspondiente a 1000hPa, es evidente que la orografía modifica drásticamente los patrones de viento.

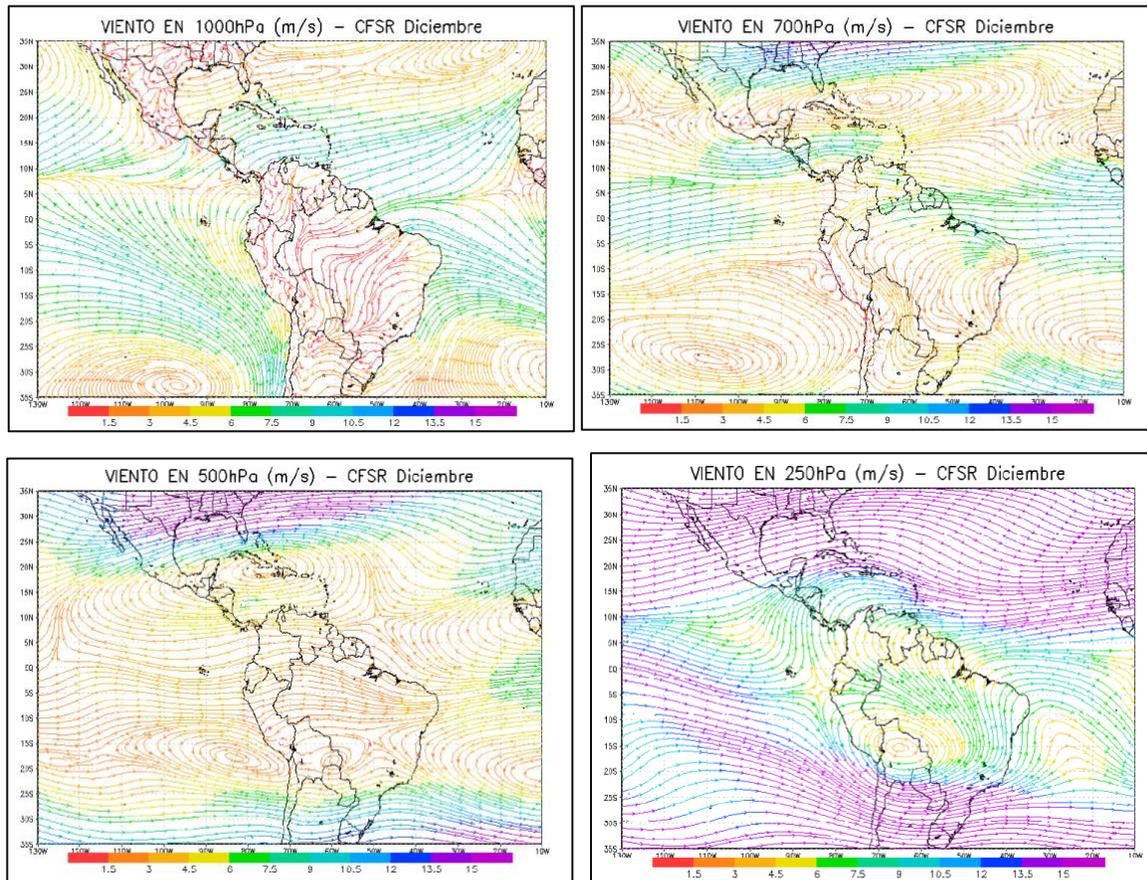


Figura No. 4: Variaciones en los patrones de vientos a diferentes alturas

Presión (hPa)	Altitud (m)	Nota
1000	100	Condiciones cercanas al nivel del mar
850	1500	Límite superficial bajo
700	3500	Límite superficial alto
500	5000	Vorticidad
250	10500	Jet stream
70	17500	Estratósfera

Tabla No. 1: Alturas por presión

1.7.3 Vientos predominantes en altura en la ruta del globo

Para analizar los patrones de viento generales predominantes en una zona y tiempo particular de Colombia, también se puede tener en cuenta una herramienta disponible “en línea” que toma datos satelitales reales de los vientos a nivel global, el cual se referencia en este informe, y que mantiene los registros de fechas pasados. Esta fuente toma datos satelitales del GFS (Global Forecast System, EMC/NCEP/NWS/NOAA).

A continuación, se muestran los patrones de viento reportados por la aplicación mencionada en el párrafo anterior; se toman los datos con respecto a lugares específicos desde donde el globo fue avistado, tal como se mencionará en este reporte en el apartado siguiente.

Se muestran las condiciones para las 12:00 UTC del 31 de diciembre de 2021, correspondiente a una hora antes del primer avistamiento en la cancha San Rafael de Envigado. Hasta las 15:00 UTC, el globo fue observado en Itagüí y en San Antonio de Prado. El círculo verde indica la ubicación de Medellín, mientras las flechas amarillas señalan la dirección de los vientos.

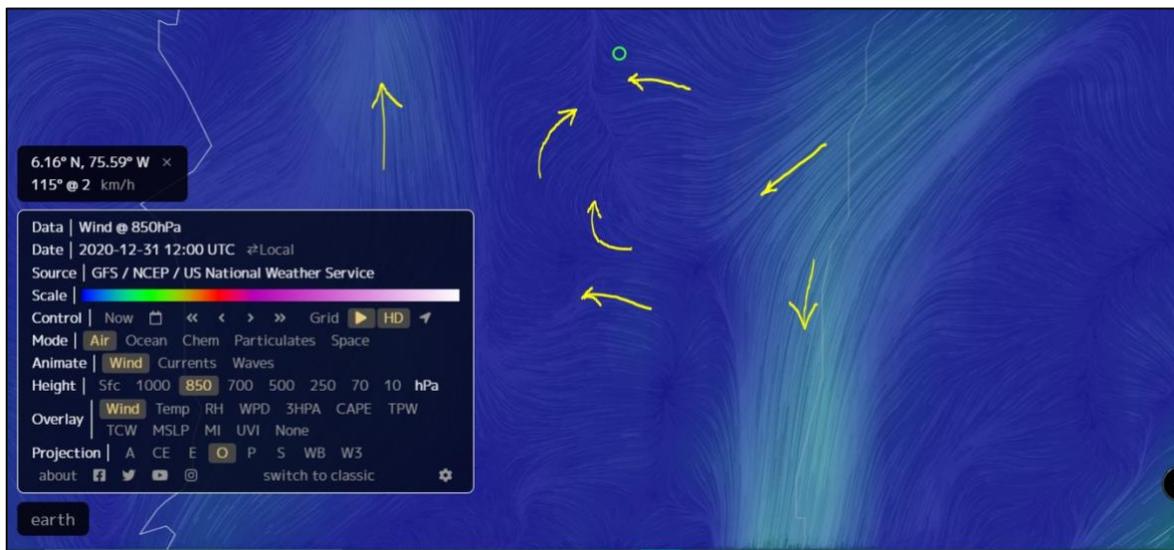


Imagen satelital No. 1: Patrones de vientos 12:00 UTC 850 hPa



Imagen satelital No. 2: Patrones de vientos 12:00 UTC 700 hPa



Imagen satelital No. 3: Patrones de vientos 15:00 UTC 850 hPa

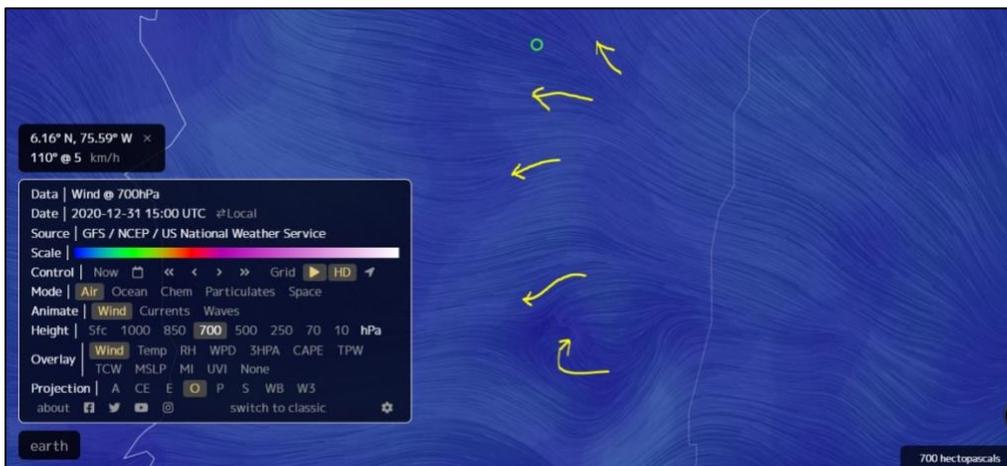


Imagen satelital No. 4: Patrones de vientos 15:00 UTC 700 hPa

A continuación, se muestran los patrones viento para las capas de 700 hPa y 500 hPa para las 18:00 UTC. Entre las 15:00 UTC y las 18:00 UTC, el globo fue avistado en Angelópolis, Heliconia, Amagá, Fredonia y Santa Bárbara.



Imagen satelital No. 5: Patrones de vientos 18:00 UTC 700 hPa



Imagen satelital No. 6: Patrones de vientos 18:00 UTC 500 hPa

A continuación, se muestran los patrones de viento para las capas de 700 hPa, 500 hPa y 250 hPa para la hora 21:00 UTC. Entre las 18:00 UTC y las 21:00 UTC, el globo fue avistado en La Pintada.



Imagen satelital No. 7: Patrones de vientos 21:00 UTC 700 hPa

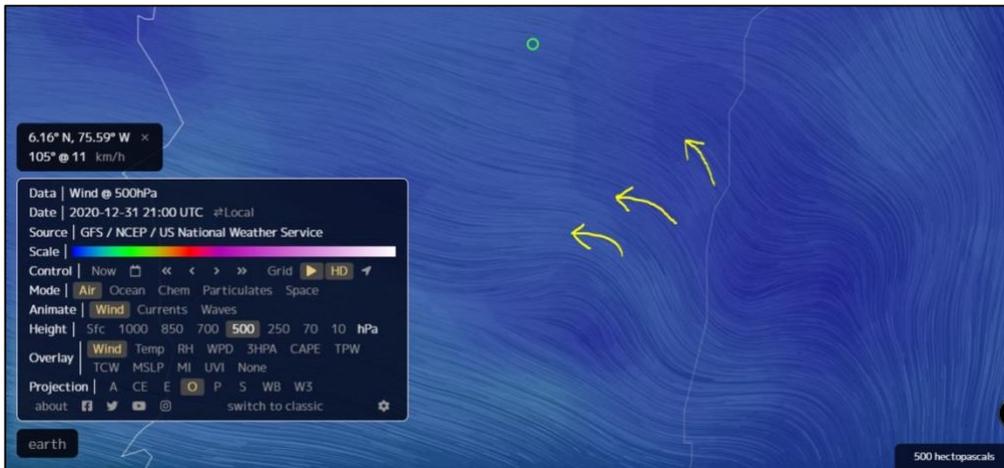


Imagen satelital No. 8: Patrones de vientos 21:00 UTC 500 hPa

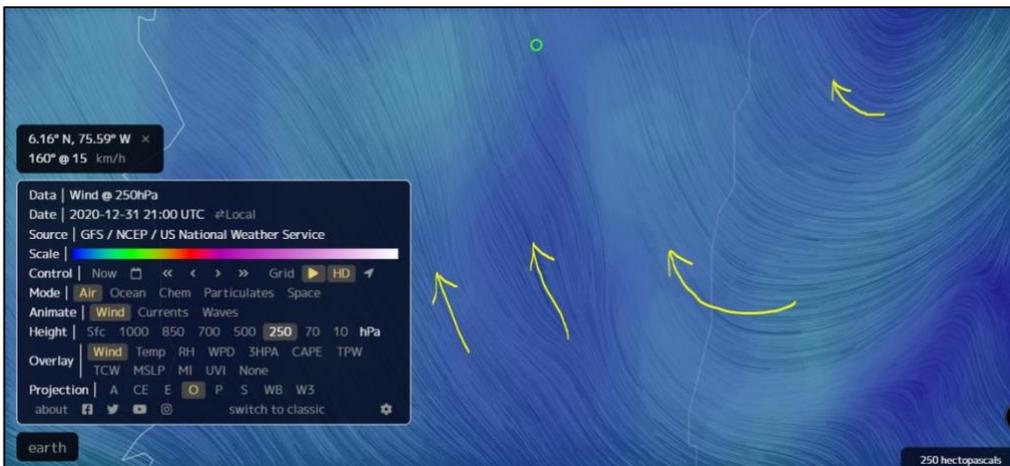


Imagen satelital No. 9: Patrones de vientos 21:00 UTC 250 hPa

A continuación, se muestran los patrones viento para las capas de 850 hPa y 700 hPa para la hora 0:00 UTC del 01 de enero 2021. Entre las 21:00 UTC y las 0:00 UTC, el globo fue avistado sobre Chía y los cerros orientales de Bogotá; y a las 01:00 UTC, en el aeropuerto El Dorado.



Imagen satelital No. 10: Patrones de vientos 0:00 UTC 850 hPa



Imagen satelital No. 11: Patrones de vientos 0:00 UTC 700 hPa

1.8 Ayudas para la Navegación

Para su aterrizaje en el Aeropuerto Eldorado, la aeronave N557AV, fue vectorizada al punto ANVES y posteriormente fue autorizada a realizar la aproximación ILS Yankee a la pista 13L.

El ILS / GS CAT 1, para esta pista, frecuencia 111,3 funcionó correctamente.

Las ayudas para la navegación no fueron factor del Incidente Grave.

1.9 Comunicaciones

Al momento del incidente, las frecuencias de control de Torre Norte y Torre Sur, se encontraban “fusionadas”, es decir, que un solo CTA controlaba las dos pistas, recibiendo y transmitiendo por un solo canal las dos frecuencias aeronáuticas: 118.1 MHz de la Torre Norte y 118.25 MHz de la Torre Sur.

La frecuencia 118.1 MHz de la Torre Norte, presta servicio de control a la pista Norte, 13L.

Y, la frecuencia 118.25 MHz de la Torre Sur, presta servicio de control a la pista Sur, 13R.

El avión N557AV aproximó y aterrizó por la pista 13L, pista Norte. Y estuvo en contacto con la Torre Norte entre las **01:02:46 UTC** y las **01:11:06 UTC**.

Las comunicaciones entre la aeronave incidentada y la Torre de Control EDR se efectuaron de acuerdo con los procedimientos radiotelefónicos y de fraseología, en la frecuencia 118.1 MHz de la Torre Norte.

Mientras tanto, en la frecuencia 118.25 MHz de la Torre Sur (fusionada), a las **01:04:16 UTC** una aeronave de LAN que había aterrizado por la pista 13R, informó sobre la presencia de un globo “bastante grande”, sobre la calle de rodaje Kilo.

Cuando dicha aeronave de LAN cambió de frecuencia de Torre Sur, en frecuencia de Superficie Sur El Dorado, 118.25 Mhz, el Piloto, informó nuevamente, a las **01:06:07 UTC** sobre la presencia del globo sobre el aeródromo.

Es decir, que transcurrieron 01 minutos y 51 segundos entre los dos llamados del avión de LAN que daba cuenta de la presencia de un globo sobre el aeródromo, sin que el ATC efectuara llamado alguno de advertencia a las tripulaciones, sobre la presencia del globo, en ninguna de las frecuencias de la Torre.

No obstante, en las grabaciones ambientales de la Torre de Control El Dorado, se escuchó que a las **01:04:58 UTC**, es decir 42 segundos después del reporte del LAN, el CTA de la Torre Sur El Dorado, le informó al CTA de la Torre Norte El Dorado, que “el LAN reportó un globo sobre KILO”.

01:04:58	CTA Torre Sur El Dorado	El LAN reportó un globo sobre KILO
-----------------	--------------------------------------	------------------------------------

Pocos segundos después, a las **01:05:03 UTC**, se escuchó que el Controlador recibió la información; hasta este momento habían transcurrido 47 segundos desde el primer reporte del objeto sobre el aeropuerto.

01:05:00	CTA Torre Norte El Dorado	¿Cómo?
01:05:02	CTA Torre Sur El Dorado	El LAN que reportó un globo sobre kilo, pero no lo veo
01:05:03	CTA Torre Norte El Dorado	¿Un globo? (4 minutos 20 segundos antes del impacto entre el avión y el globo).

A las **01:05:04 UTC**, nuevamente el Piloto de LAN informó en la frecuencia de Superficie Sur: “Está corriendo bastante rápido”.

01:05:04	LAN4027	Está corriendo bastante rápido, ya está casi sobre Kilo Cinco, en dirección oriente
-----------------	---------	---

A las **01:06:38 UTC**, se escuchó en grabaciones ambientales decir: “cuando quiera”. En este momento, el CTA de la Torre Norte, le recibió las comunicaciones al CTA de la Torre Sur, quien estaba controlando las dos frecuencias “fusionadas”.

01:06:38	CTA Torre Norte El Dorado	¡Cuando quiera! (El CTA de la Torre Norte recibió las comunicaciones del CTA de la Torre Sur, quien estaba controlando las dos frecuencias “fusionadas”).
-----------------	--	--

A las **01:06:52 UTC**, el controlador de Superficie Sur El Dorado, le informó al Inspector de Rampa (IR, India Romeo) del explotador de aeródromo OPAIN, sobre la presencia del globo entre las calles de rodaje Golf y Papa; hasta ese momento habían transcurrido 02 minutos 36 segundos desde el primer llamado del LAN que informó sobre la presencia del globo.

01:06:52	CTA Superficie Eldorado Norte	India Romeo, buena noche; pendiente informaron un, reportaron un globo, sobre calle de rodaje GOLF con PAPA, aproximadamente se encuentra, se encuentra a la altura de... de PAPA, para estar pendiente en las plataformas.
-----------------	--	---

A las **01:07:16 UTC**, se escuchó en las grabaciones ambientales que el CTA de Superficie informó nuevamente sobre el globo.

A las **01:07:21 UTC** el CTA de superficie le informó al Supervisor de Área de Maniobras (SM, Sierra Mike) de Aerocivil, sobre la presencia del globo sobre la calle de rodaje Foxtrot.

01:07:16	CTA Superficie Eldorado Norte	¡Que está sobre FOXTROT!
-----------------	--	--------------------------

01:07:21	CTA Superficie Eldorado Norte	SIERRA MIKE, Superficie.
01:07:23	CTA Superficie Eldorado Norte	SIERRA MIKE, me informan que al momento a la... se encuentra a la altura de FOXTROT.

A las **01:07:24 UTC**, se escuchó en grabaciones ambientales al CTA de Torre Norte El Dorado, emitir el siguiente comentario sobre lo informado por el Sierra Mike.

01:07:24	CTA Torre Norte El Dorado	Esa era la bienvenida que me iban a dar. (1 minuto 59 segundos antes del impacto del avión y el globo)
-----------------	--	--

A las **01:08:08 UTC** se escucharon las siguientes grabaciones ambientales:

01:08:18	CTA Superficie Eldorado Norte	Recibido... ¡Que está ingresando a CATAM el globo!!
01:08:22	CTA Torre Norte El Dorado	¡Vea pues! (1 minuto 1 segundo antes del impacto del avión y el globo).

Desde las **01:08:27 UTC** se escucharon las siguientes grabaciones ambientales:

01:08:27	CTA Superficie Eldorado Norte	El Sierra Mike lo está persiguiendo.
01:08:32	CTA Superficie Eldorado Norte	Sí, el Sierra Mike si lo vio.
01:08:47	CTA Superficie Eldorado Norte	¡Se metió a la pista!

Simultáneamente, en la frecuencia 118.1 MHz, Torre Norte El Dorado, se escucharon las siguientes conversaciones:

01:08:39	Sierra Mike	El Dorado Torre, Sierra Mike.
01:08:42	CTA Torre Norte El Dorado	Sierra Mike, prosigue.
01:08:44	Sierra Mike	Señorita hay un globo gigante, próximo a la pista norte, ya... creo que va a caer en zona de seguridad, ya le confirmo.
01:08:51	CTA Torre Norte El Dorado	¿Me confirma? Tengo una aeronave en final próxima a aterrizar.

Según lo informado por el Supervisor de Área de Maniobras “Sierra Mike”, en el mismo instante en que le informó a la Torre El Dorado que el globo había caído en la pista, el avión N557AV aterrizaba.

01:09:23	Sierra Mike	Señorita, el globo está cerca a la pista, ¡cayó en la pista!
01:09:28	CTA Torre Norte El Dorado	Recibido, eh eh Sierra Mike, por alfa cuatro eh eh, ¿podría ingresar?... ¿pendiente con el Avianca que sentó ruedas en este momento?
01:09:38	Sierra Mike	¡A la hora ingresando! y... por favor bomberos urgente a la pista, una aeronave... impactó el globo.
01:09:44	CTA Torre Norte El Dorado	Recibido.

Mientras tanto, la aeronave N557AV hizo su primer contacto con la Torre Norte a las **01:02:46 UTC**, fue autorizada a aterrizar a las **01:06:08 UTC**, y aterrizó a las **01:09:00 UTC**.

Desde que el Piloto del avión de LAN dio el primer aviso sobre la presencia del globo, **01:04:16** (en frecuencia de Superficie Sur, diferente a la que se encontraba el Avianca, que ya estaba en contacto con la Torre), hasta el aterrizaje del avión de Avianca N557AV, **01:09:00 UTC**, transcurrieron 4 minutos y 44 segundos.

En este lapso no hubo ningún llamado del ATC para alertar a los vuelos sobre la presencia del globo sobre el aeródromo, pese a que internamente entre los servicios de Torre y Superficie recibieron reiterada información del mismo desde las 01:04:16 por parte del Piloto del avión de LAN.

1.10 Información del Aeródromo

El Aeropuerto Internacional El Dorado que sirve a la ciudad de Bogotá D.C., es el primer aeropuerto de Latinoamérica en volumen de carga y el tercer aeropuerto más importante de América Latina en volumen de pasajeros.

Sus coordenadas geográficas son N 04°42'05,76" W074°08'49,00' y su Elevación es de: 2.548 m / 8.360 ft ASL tiene una temperatura promedio de 20°C, Cuenta con dos pistas en operación las 24 horas del día. cuenta con servicios de comunicación y aproximación tales como ILS en las dos pistas CAT II Y CAT III.

Cuenta con servicio de extinción y salvamento categoría 10, distribuidos en 2 estaciones, Norte y Sur. Estos servicios son prestados por el operador del aeródromo, el concesionario OPAIN, y están debidamente aprobados para prestar servicios por la Autoridad de Aviación.

De otra parte, el aeródromo cuenta con Inspectores de Rampa (IR) pertenecientes al concesionario OPAIN y con Supervisores de Movimiento (SM) pertenecientes a la Aeronáutica Civil.

Los servicios de emergencia fueron activados por la Torre de Control a pedido del Supervisor de Maniobras (SM), cuando se percató del impacto del avión contra el globo, y los mismos estos respondieron de forma rápida.

1.11 Registradores de Vuelo

La aeronave contaba con un CVR y un FDR. Su información fue descargada y analizada satisfactoriamente.

Los parámetros de operación de la aeronave fueron normales, antes y después del impacto con el globo. Se verificó que el vuelo se cumplió de acuerdo con las regulaciones y estándares establecidos.

Se verificó que la tripulación no fue informada de la presencia del globo por parte del ATC.

1.12 Información sobre el recorrido final del globo y el impacto

El globo ingresó al espacio aéreo de la Sabana de Bogotá, aproximadamente a las 21:30 UTC (16:30 HL), sobre el municipio de Chía, ubicado al Norte de Eldorado, desde donde se desplazó al Oriente, y luego al Sur, sobrevolando los Cerros Orientales; luego siguió con rumbo general hacia el Oriente, a la localidad de Kennedy, ubicada en el sector Sur Oriente de Bogotá, y al Sur del Aeropuerto Eldorado.

Hacia las 01:00 UTC (20:00 HL), se desplazó en sentido general Norte, hacia el sector del Aeropuerto, voló a baja altura la localidad de Fontibón (vecina de Eldorado), pasó por encima de la Pista Sur, sobre el aeropuerto militar y a las 01:09 UTC (20:09) aterrizó en la Pista Norte, a la altura de la calle de rodaje BRAVO 5, cuando el avión N557AV aterrizaba sobre la zona de contacto de la pista 13L.

El impacto entre la Aeronave y el Globo se produjo a la altura de BRAVO 5, a 901 metros de la cabecera de la pista 13L, y a 390 metros del punto de aterrizaje, sobre el centro de la pista.

Pese a la inusitada situación, la tripulación mantuvo el control de la aeronave durante el impacto y después de él. Notificó el impacto al ATC, terminó de detener la aeronave y abandonó la pista por la Salida A-8; y rodó hasta la calle de rodaje Alfa, en donde fue inspeccionada y luego remolcada a la posición 45 del Muelle Internacional.

El globo terminó desintegrado sobre la pista. Algunas partes metálicas de su estructura y material de papel quedaron enredadas en los planos y el empenaje de la aeronave, tal como se aprecia en la fotografía número 7.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



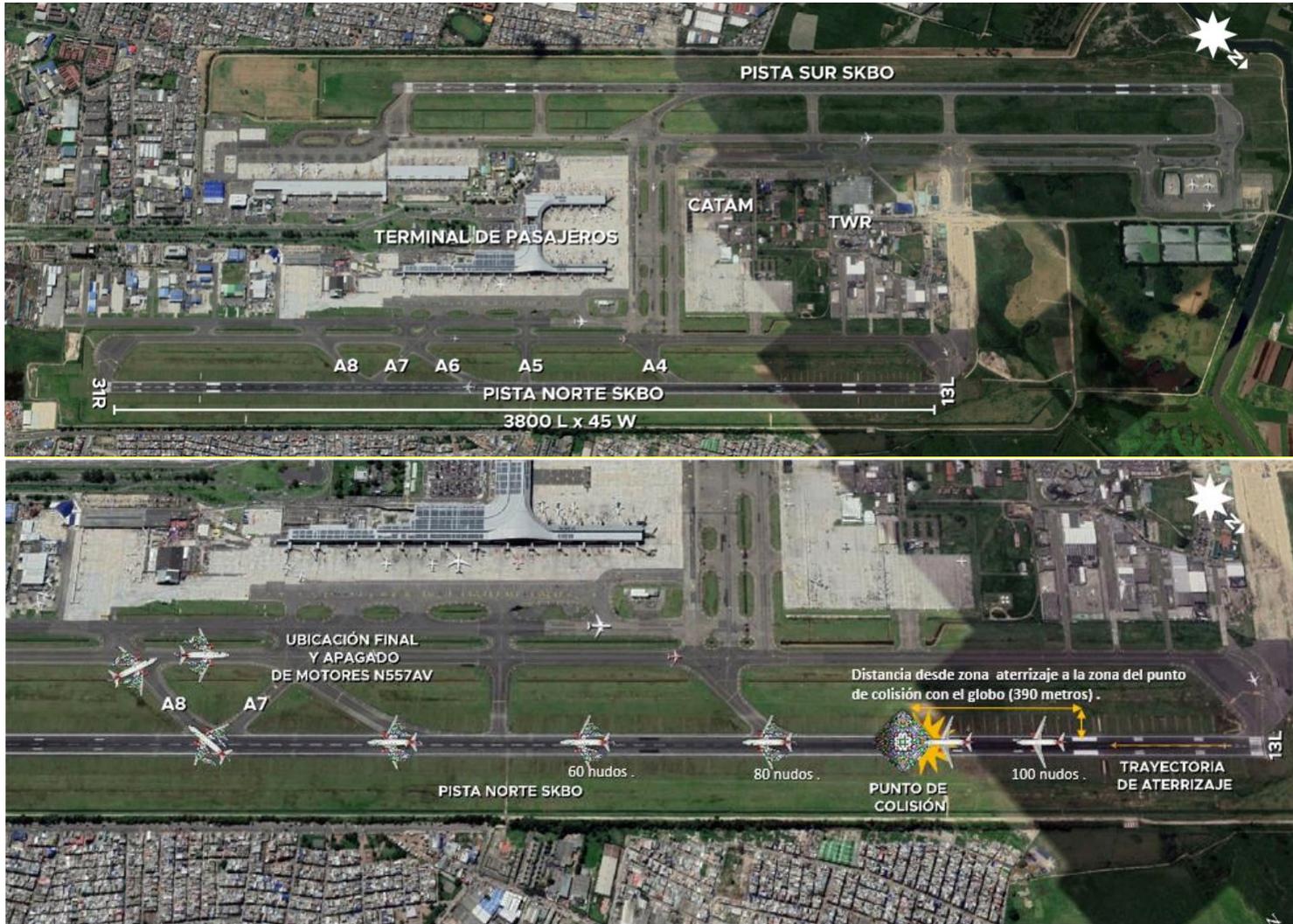
Fotografías No. 5 y 6: Globo volando en las cercanías del Aeropuerto Eldorado.



Fotografía No. 7: Restos del globo enredados en la aeronave N557AV.



Fotografía No. 8: Restos del globo recuperadas en el Aeropuerto Internacional El Dorado



Imágenes No.1 y 2: Plano del Aeropuerto Internacional Eldorado y secuencia del impacto entre el globo y el avión N557AV.

1.13 Información médica y patológica

La tripulación tenía su certificado médico vigente sin restricciones.

No hubo factores médicos ni psicológicos que pudieran haber influido en el suceso.

Todos los ocupantes resultaron ilesos. No requirieron ningún tipo de asistencia médica.

1.14 Incendio

No se presentó incendio.

1.15 Aspectos de supervivencia

El Incidente Grave no comprometió la seguridad de sus ocupantes. No fueron necesarias acciones de supervivencia ni de rescate.

1.16 Ensayos e investigaciones

1.16.1 Pruebas de resistencia de tracción de los materiales del globo

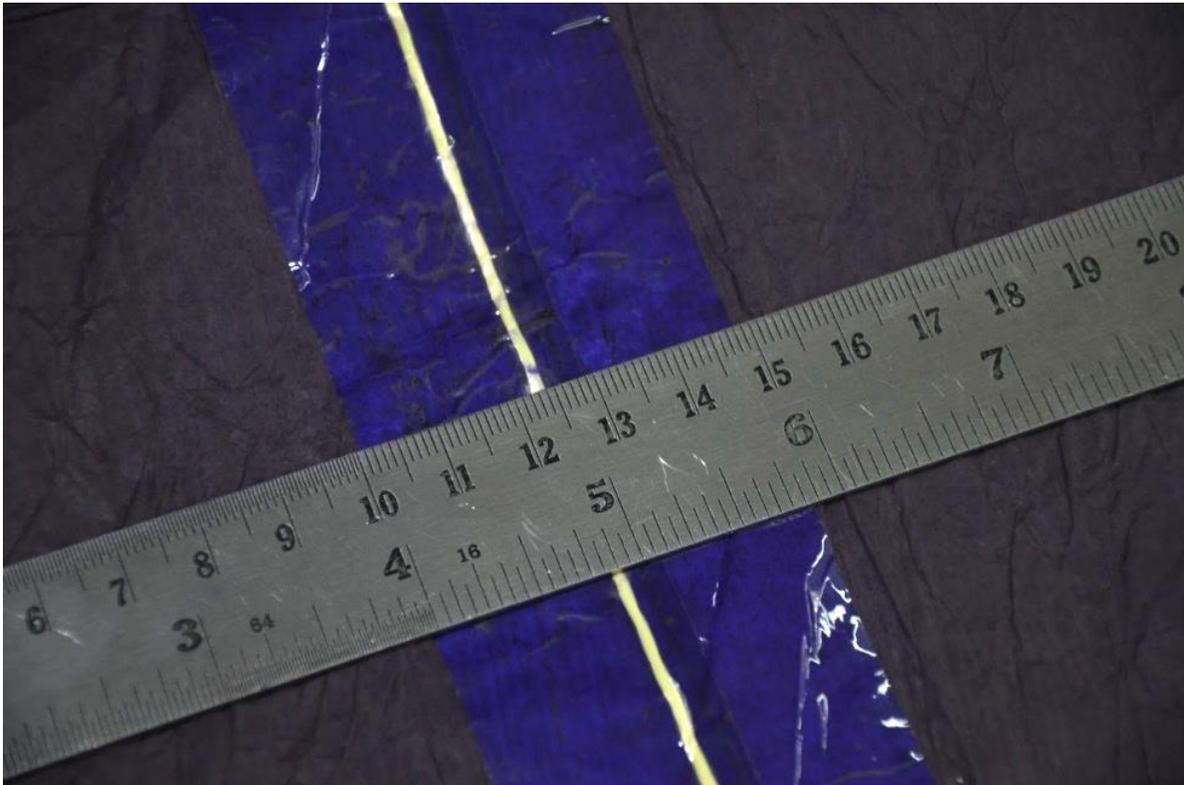
Una vez analizados los restos del globo, se pudo comprobar que su construcción se basaba en un diseño muy creativo, en el que se unían los pliegos de papel seda con cinta adhesiva de 48 milímetros de ancho, y se reforzaba su parte inferior con un refuerzo de hilo de Kevlar⁴. Este diseño se expone más adelante en el apartado correspondiente al diseño y construcción del globo.

En vista de que no existe normatividad internacional específica en el ámbito aeronáutico sobre hilos o cuerdas que sirvan para sostener cargas útiles de globos, o que hagan parte de su fabricación, se decidió efectuar una serie de pruebas de tracción de los diferentes elementos que unían los diferentes trozos de papel seda, para verificar cómo se logra incrementar la resistencia cuando se agrega hilo de Kevlar y cinta adhesiva al papel seda.

De esta manera también se deja una referencia en los restos recuperados del globo, que sirvan para futuras investigaciones cuando se trate de globos como del se ocupa este informe.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

4 Kevlar. Es un polímero de tipo poliamida que se emplea en la elaboración de hilos, con prestaciones de resistencia extraordinarias y cuya mecanización (rotura), resulta muy difícil.



Fotografía No. 9: Unión de los pliegos papel seda con refuerzo de Kevlar y cinta adhesiva de 48 mm.

Ensayos de tracción						
Prueba	Material	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad (mm/min)	Carga Máxima (N)	Esfuerzo máximo
1	Papel	23	43	1	8,46942	4,45759Pa
2		23	43	1	7,5229	3,95942Pa
3		23	43	1	9,48509	4,99215Pa
4		23	43	1	6,22193	3,2747Pa
5	Papel – cinta	22	41	6	62,8948	33,1025Mpa
6		22	41	6	52,8812	27,8322Mpa
7		22	41	6	52,309	27,5311Mpa
8	Papel – Kevlar – Cinta	23	43	1	205,456	26159,5Mpa
9		23	43	1	215,251	27406,6Mpa
10		23	43	1	161,468	20558,8Mpa

Tabla No. 2: Resultados de los ensayos de tracción efectuados a las uniones de los pliegos de papel seda.

En la tabla anterior, se puede constatar cómo aumenta la resistencia cuando se evalúa y compara la carga máxima soportada por: papel seda (7,9 newtons en promedio), versus los conjuntos de papel – cinta (56 newtons en promedio) y papel-cinta-Kevlar (194 newtons en promedio).⁵.

Si bien la Norma FAA 14 CFR 101, sobre globos, menciona que se pueden utilizar cuerdas para poner en suspensión cargas útiles de globos que no requieran más de 50 libras de impacto para separar la carga útil suspendida del globo, aquella no es muy clara sobre en qué condiciones se debe realizar las pruebas sobre las cuerdas para garantizar una cuantificación de algún tipo de impacto.

Dicha norma, como tal, no menciona límites específicos de tensión de las cuerdas en las que se suspenden cargas útiles o que hacen parte de la estructura que envuelve el globo. Los resultados de ensayos que se muestran en el Anexo 3 sólo corresponden a pruebas de tracción.

1.17 Información sobre la organización y la gestión

La empresa Avianca, Aerovías del Continente Americano, tiene su base principal en el Aeropuerto Internacional El Dorado, Bogotá.

La empresa tiene una estructura organizacional establecida para cumplir las normas y con los lineamientos misionales. Actualmente, en Colombia, opera con aeronaves Airbus y Boeing.

Cuenta con un Sistema de Seguridad Operacional aceptado por la Autoridad Aeronáutica de Colombia y con una Dirección de Seguridad Operacional, encargada de liderar el proceso de seguridad de vuelo de la compañía, administrar el programa de aseguramiento de la calidad en las operaciones de vuelo (FOQA), realizar inspecciones, realizar las investigaciones a los eventos de seguridad, motivar a las prácticas seguras de vuelo, administrar el sistema de reporte, categorizar eventos y supervisar el cumplimiento de recomendaciones derivadas de su investigación.

El vuelo del avión N557AV fue programado y cumplido de acuerdo con las normas regulatorias y con los estándares de la empresa. estaba debidamente programado.

No se encontraron factores organizacionales del explotador que pudieran haber influido en el incidente.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

⁵ El detalle técnico de cada una de las pruebas realizadas se presenta en el Anexo No. 03, Prueba de Tracción de Materiales Globo.

1.18 Información adicional

1.18.1 Determinación del origen de globo

Tan pronto se tuvo conocimiento del inusual impacto de una aeronave con un globo, las primeras hipótesis se orientaron en el sentido de que se trataba de un globo pirotécnico, muy comunes y de lanzamiento usual en la fecha del suceso, víspera de año nuevo.

Del mismo modo se llegó a sospechar que se podía tratar de una acción intencional, en contra de la seguridad de las operaciones de Eldorado, en vista de la exactitud del punto de aterrizaje y hora de aterrizaje del globo, en el mismo momento que aterrizaba una aeronave.

Las primeras evidencias e indagaciones dejaron en claro que no se trataba de un globo pirotécnico, circunstancia que, además, fue necesario esclarecer ante la opinión pública a pedido de la agremiación que agrupa a la industria pirotécnica.

De otra parte, en un principio también se descartó que el aterrizaje del globo obedeciera a un atentado, por cuanto no se encontró entre los restos indicio alguno de que portara un sistema de navegación o de control

Se inició entonces la investigación de informaciones disponibles en redes sociales y de información anónima que llegó al Grupo de Investigación de Accidentes, sobre las características y posible origen del globo.

Una vez se tuvo conocimiento de las características del globo, se plantearon varias hipótesis sobre su origen y finalidad desde los primeros días de enero de conforme una junta de investigación donde se analizaron factores del suceso ocurrido el 31 de diciembre 2020.

Fue así como muy pronto la investigación centró su atención en los videos y fotografías publicadas en las redes sociales, de un lanzamiento de un globo efectuado desde el municipio de Envigado, Antioquia, lugar ubicado a 227 km de Eldorado, en la mañana del 31 de diciembre.

En efecto, comparando el globo que registraban las redes sociales con las características de los restos del globo que impactó el avión, se logró determinar con certeza que se trataba del mismo artefacto, pues el patrón “pixelado” de sus pliegos normalmente es único.

Finalmente, se confirmó que el globo lanzado en Envigado era el mismo que había aterrizado en Eldorado, al comprobar la coincidencia entre las fotografías de una persona (fallecida, en cuya memoria se lanzaba el globo), que se mostraban en los videos y fotos del lanzamiento, y las mismas encontradas entre los restos del globo recogidos en la pista de Eldorado.

De esta manera, las indagaciones posteriores llevadas a cabo por el Investigador a Cargo en Envigado permitieron conocer que el globo había sido ensamblado en el coliseo del Instituto de Deportes y Recreación de Envigado (INDER) de Envigado, quedando claro que este Instituto no participó del proyecto de ensamblaje y lanzamiento, sino que solo facilitó el sitio de ensamblaje al colectivo globero.

La investigación, finalmente, por medio de los buenos oficios de la alcaldía de Envigado, llegó hasta el club globero y a las personas que habían efectuado el lanzamiento, quienes de manera libre, honesta y colaborativa brindaron información necesaria para la presente investigación.

Se verificó que quienes lanzaron el globo no estimaron el alcance que tendría el vuelo del globo, y por lo tanto, y al carecer de normatividad para este tipo de lanzamiento no se dio ninguna información ni hubo coordinación con las Autoridad Aeronáutica.

1.18.2 Características del globo

La forma del globo era la que en el ámbito de estos artefactos se denomina “tipo cojín”. Fue elaborado con 8000 pliegos de papel seda, el cual fue reforzado con cinta adhesiva e hilo de Kevlar.

La estructura de la candileja estaba compuesta por tubería cuadrada de acero referencia 1020, con herrajes de plástico.

El siguiente cuadro muestra las características generales del globo:

Tipo:	Globo aerostático
Forma:	Cojín
Número de pliegos (diseño):	8.100
Número de pliegos real:	8.000
Altura:	29,4 m
Ancho:	32 m
Volumen:	10.601 m ³
Área superficial:	2.800 m ²
Masa:	104,3 kg
Dimensiones de la candileja:	3,5 x 3,5 m

Tabla No. 3: Características generales del globo

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

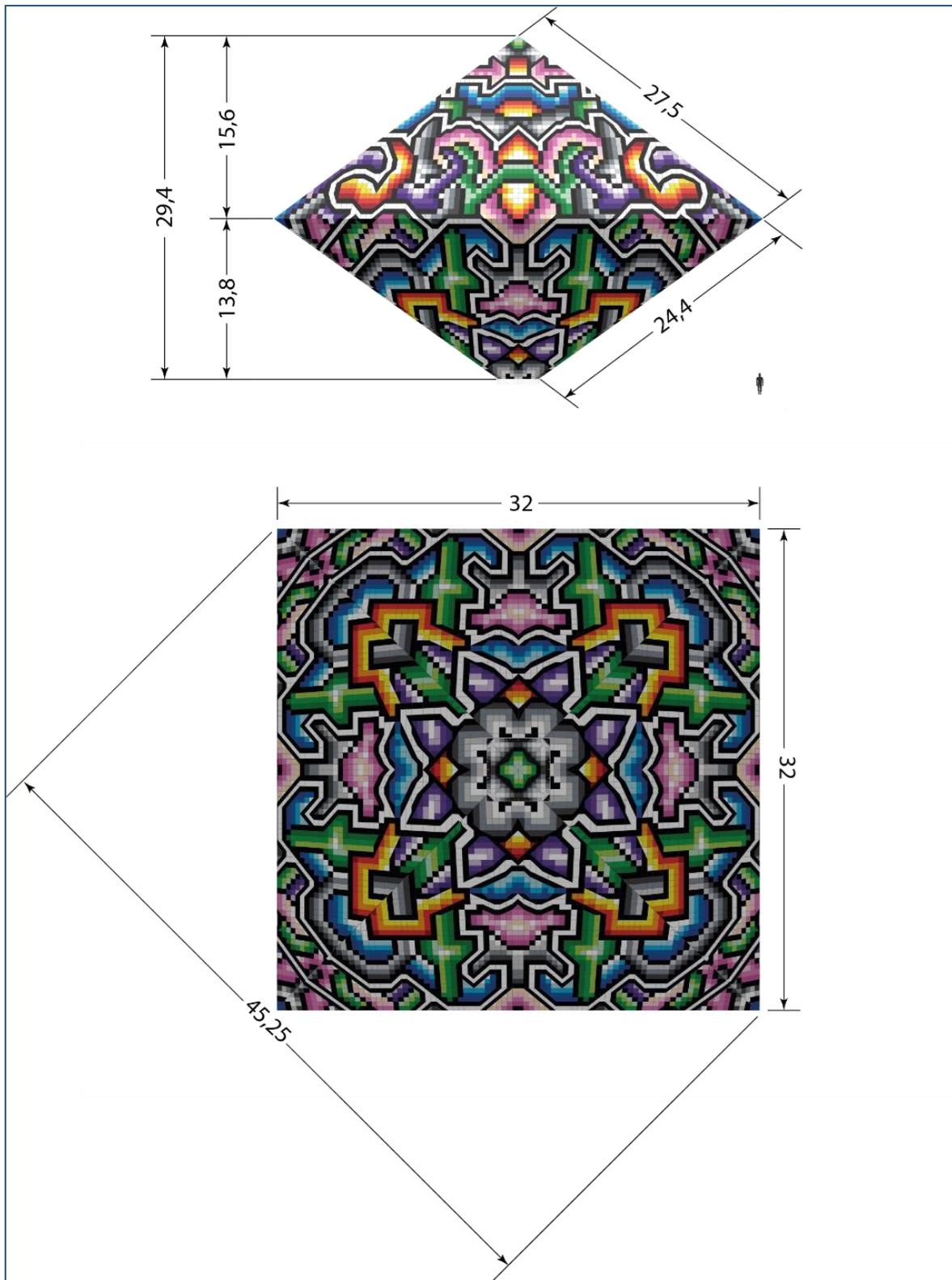


Figura No. 5: Dimensiones generales del globo aerostático. Todas las medidas en metros.

Para mayor detalle ver la sección Anexos Técnicos.

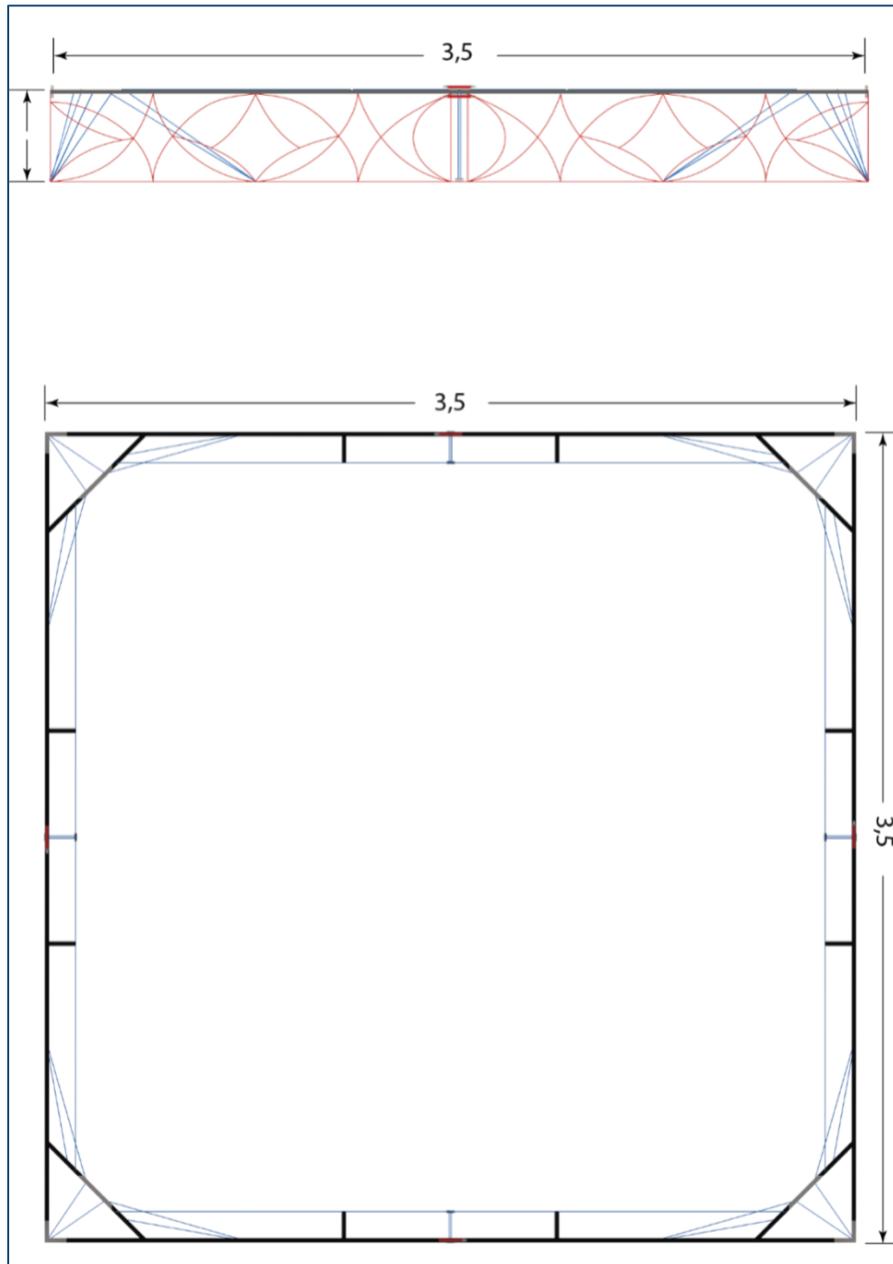


Figura No. 6: Dimensiones generales de la candleja del globo aerostático. Todas las medidas en metros. Para mayor detalle ver la sección Anexos Técnicos.

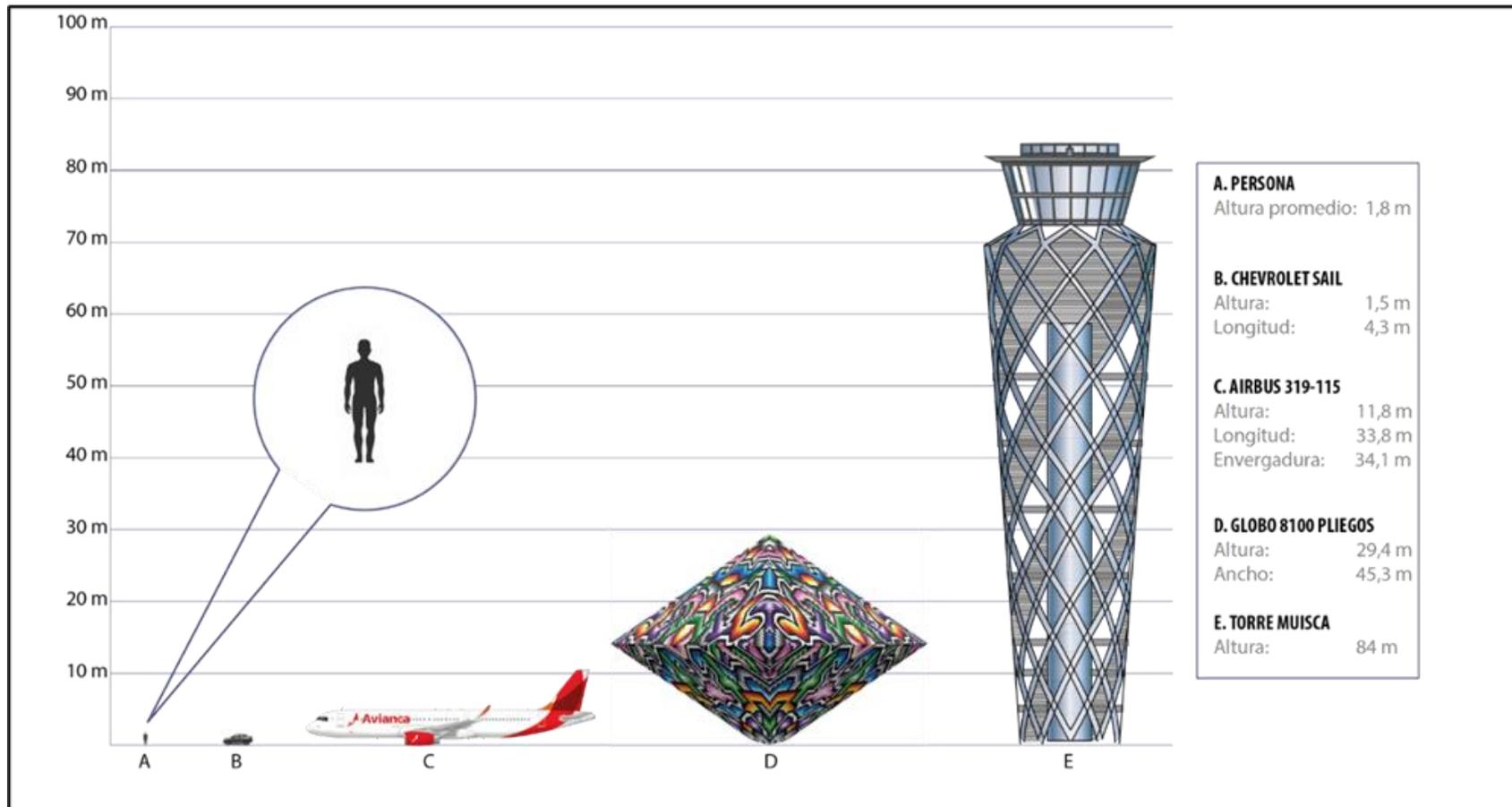


Figura No. 7: Comparación del tamaño del globo con respecto a una persona, a un automóvil, a un avión Airbus 319 y a la Torre de Control del Aeropuerto Internacional El Dorado.

1.18.3 Información sobre la liberación del globo

Las actividades para liberar el globo comenzaron entre las 05:00 y 06:00 HL (10:00 y 11:00 UTC). El plan original era lanzarlo a las 07:00 HL (12:00 UTC); sin embargo, según las personas a cargo, la nubosidad existente en ese momento sobre el área de la liberación no garantizaría que el globo se elevara adecuadamente por la baja transferencia de calor del Sol, fundamental según el principio de funcionamiento de este tipo de artefactos.

Finalmente, a las 09:00 HL (14:00 UTC), las condiciones mejoraron, y el globo fue liberado.

El lanzamiento se efectuó desde la cancha de fútbol del barrio San Rafael, en la ciudad de Envigado Antioquia, en las coordenadas N 06°9'26.24" W 075°35'3.21".



Fotografía No. 10: Momento de la liberación del globo

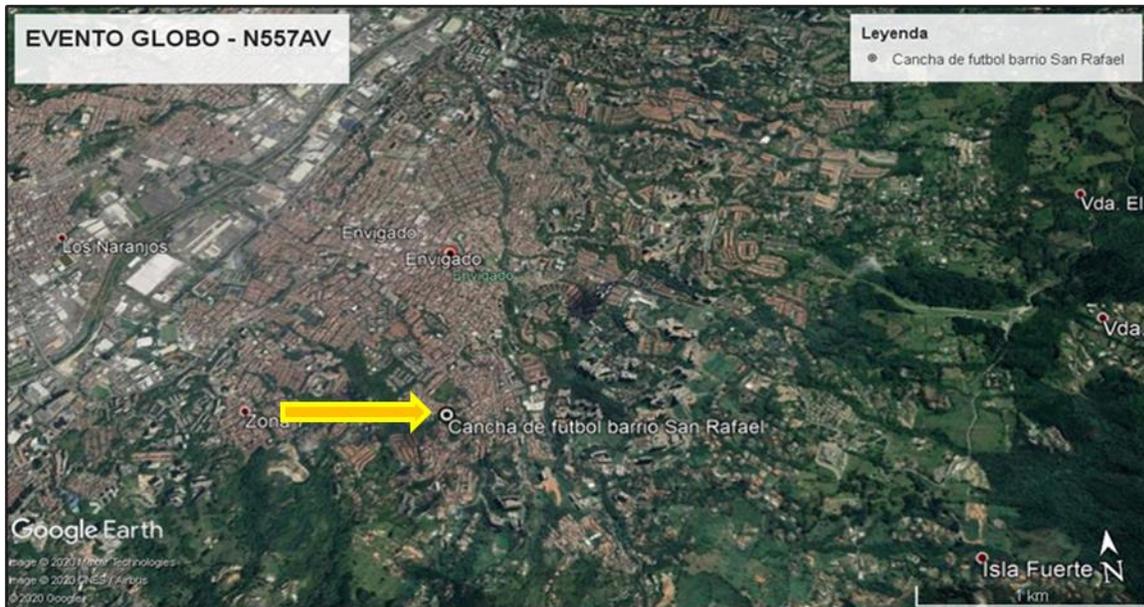


Figura No. 8: Ubicación del lugar del lanzamiento: cancha de fútbol del barrio San Rafael, Envigado, Antioquia, Colombia.

1.18.4 Lugares de avistamiento del Globo durante su vuelo

En Colombia existen comunidades de redes sociales dedicadas al tema de los globos artesanales y a su observación. Después de su lanzamiento en Envigado, el globo que ocasionó el incidente grave en el Aeropuerto Eldorado fue visto en diferentes lugares de los departamentos de Antioquia y Cundinamarca, y en la sabana de Bogotá, así:

Hora local	Lugar de avistamiento
08:00	Cancha de San Rafael, Envigado Antioquia
09:00	Itagüí, Antioquia
10:00	San Antonio del Prado, Antioquia
10:13	Angelópolis, Antioquia
10:25	Heliconia, Antioquia
10:39	Amagá, Antioquia
10:56	Fredonia, Antioquia
12:13	Santa Bárbara, Antioquia
12:19	La Pintada, Antioquia
16:30	Chía, Cundinamarca
17:50	Cerros Orientales, Bogotá
20:00	Aeropuerto Internacional, Eldorado, Bogotá

Con base en esta información, a continuación, se reconstruye una traza de la trayectoria más probable que siguió el globo:

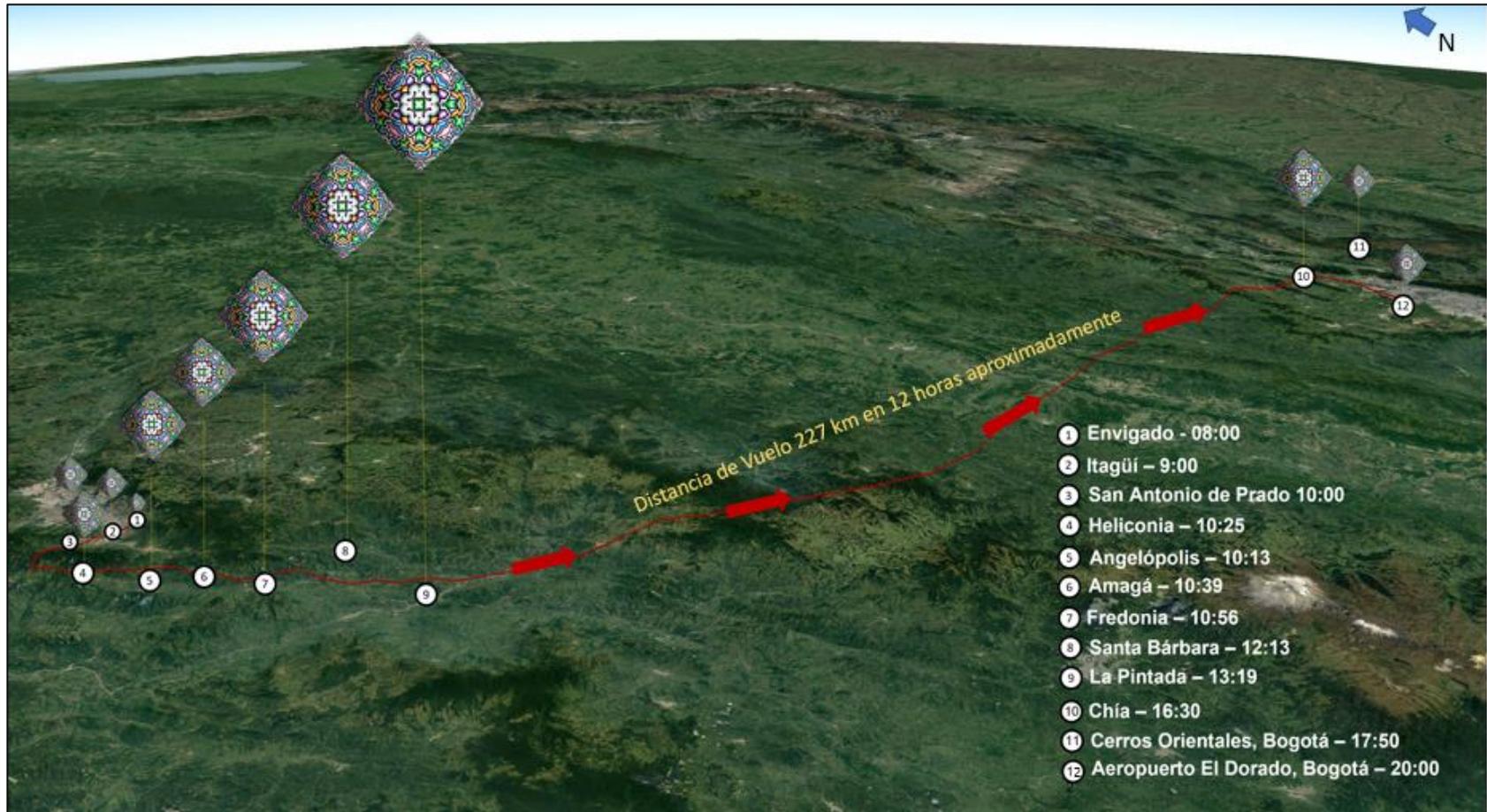


Imagen satelital No. 12: lugares y horas donde se reportó el avistamiento del globo (hora local)

Como esta información no suministra coordenadas precisas de los lugares de avistamiento, ni la dirección del mismo, se construyeron posibles áreas de observación (AO) alrededor de las coordenadas geográficas correspondientes a las cabeceras municipales de cada uno de los lugares listados (excepto los cerros orientales de Bogotá, a los que se les asignó unas coordenadas aproximadas), aplicando un método muy utilizado en la observación de eventos atmosféricos, tales como el avistamiento de bólidos (meteoros) provenientes del espacio. Para determinar los diámetros de las áreas de observación, se diseñó el siguiente método experimental:

Desde el mismo lugar de lanzamiento del globo (N 04°42'05,76" W 074°08'49,00'), utilizando un objeto visible en la atmósfera, cuyos datos de altitud y distancia horizontal fueran conocidos, se puede determinar la distancia lineal desde el observador hasta el objeto. Un avión visible con el ojo humano y cuyos datos se conozcan, puede ser una referencia experimental para este caso. Utilizando la aplicación en línea *Flightradar24* se procedió a efectuar el experimento:

Con el avistamiento de una aeronave comercial avistado desde el mismo lugar de lanzamiento del globo, de manera que la distancia entre el observador y el avión era el radio de observación, es decir, un radio en el cual, un objeto del tamaño del avión mencionado se podía observar a simple vista.

Así las cosas, a partir de este radio de observación calculado para el avión y su longitud, se procedió a hallar el tamaño angular del avión y se supuso que éste sería el tamaño angular mínimo que tendría un objeto para ser visto a simple vista en cielo diurno. Finalmente, con el tamaño angular mínimo y el diámetro del globo (que se conoce de sus características), se halla el radio de observación para el globo. Las Áreas de Observación (AO) circulares que se muestran en la Imagen No. 13, se trazaron usando el radio al cual es visible el globo sobre la superficie.

Altura del avión	33750 ft = 10287 m
Localización lugar de observación:	Envigado, Antioquia N 04°42'48,21"- W 074°09'07,42"
Distancia horizontal desde el lugar de observación al avión:	36141 m
Distancia en línea recta desde el observador hasta el avión:	$\sqrt{(10287)^2 + (36141)^2} = 37576 \text{ m}$

Tabla No. 4: Análisis Matemático Punto de Observación

Tamaño del avión: 38 m (se tomó esta referencia para el tamaño, debido a que tanto la envergadura como la longitud de este tipo de avión son aproximadamente iguales, y en el momento de la observación el avión se veía de manera lateral).

Se supone que la longitud del avión es un segmento de arco, de manera que, si la longitud del avión es de 38 m y el radio de observación 37573 m, el tamaño angular del avión θ es:

$$\text{Tamaño angular: } \theta = \frac{R}{S} = \frac{38 \text{ m}}{37576 \text{ m}} = 0.001 \text{ rad}$$

Así se obtiene un tamaño mínimo angular para que un objeto sea visible en el cielo a simple vista, según las suposiciones usadas. Ahora, usando el diámetro del globo de 30 metros y el tamaño angular mínimo, se calcula el Radio de Observación del globo, para cada uno de los puntos donde fue observado.

$$R = \frac{30 \text{ m}}{0.001} = 30000 \text{ m} = 30 \text{ km}$$

Se puede concluir entonces, en una primera aproximación, que el globo pudo ser observado en un radio de 30 km desde los diferentes puntos de observación reportados.

Uniendo la información de los puntos de avistamiento con círculos proyectados de las esferas de observación calculadas sobre el suelo, se puede obtener unas zonas de probabilidades de la trayectoria proyectada sobre la superficie que dan una mejor idea de los lugares posibles sobre los cuales voló el globo. Esos círculos de probabilidades se muestran en la imagen siguiente.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

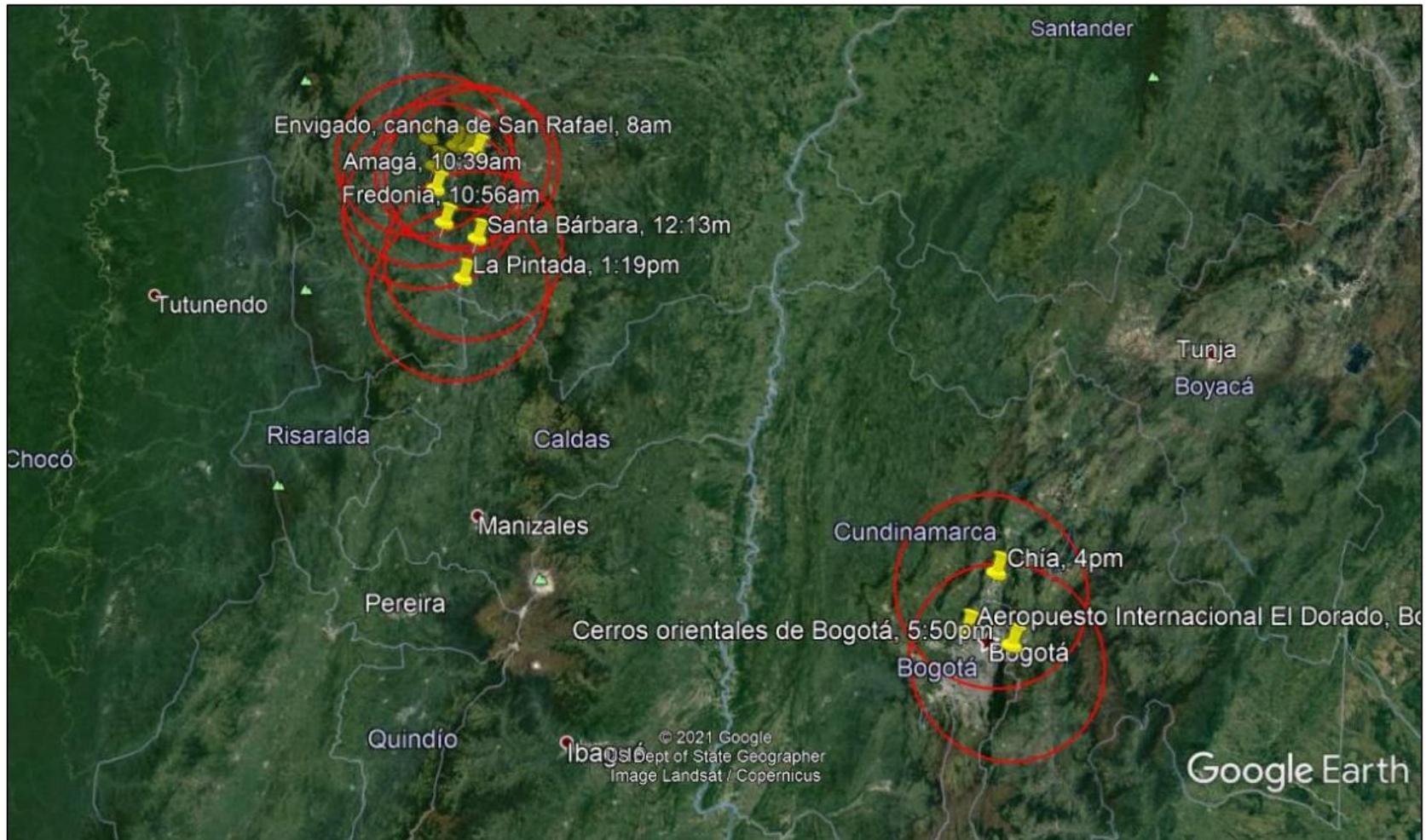


Imagen satelital No. 13: Zonas de probabilidad de trayectoria, con base en el cálculo de avistamiento del globo.

1.18.5 Análisis de los restos del globo

Utilizando los restos recuperados del globo se pudo reconstruir y determinar mediante la elaboración de un Diseño Asistido por Computador (CAD), que el dispositivo consistía en una estructura de papel reforzada con hilos de Kevlar y cinta adhesiva de 48 milímetros de ancho.

También se encontró que el globo tenía una “carga útil”, denominada “candileja” por los globeros, que en este caso tenía por objeto permitir el “agarre” con las manos de un grupo de personas todo el sistema a medida que se inflaba, para evitar que volara, hasta que no estuviera suficientemente inflado con aire caliente, con la forma adecuada de cojín, de manera que mantuviera la estabilidad y la forma. Todos estos criterios son empíricos en los colectivos de globeros.

A continuación, la investigación presenta la reconstrucción que se hizo, destacando las dimensiones y características de algunos elementos que se consideraron importantes desde el punto de vista de la seguridad aérea, ya que al impactar con una aeronave podrán causar daños potencialmente catastróficos.

El de marzo de 2021 se realizó una visita a las instalaciones de la Aerocivil con el fin de hacer levantamiento de Ingeniería a los restos del globo. Las piezas más importantes de la candileja fueron enviadas por parte de la Aerocivil a la sede de la Corporación CIPSELA⁶ en Medellín. Con estas piezas, además de imágenes recuperadas de las redes sociales, se hizo un detallado modelo 3D y los correspondientes planos de ingeniería de todos los componentes del globo.

Esto permitió la estimación precisa de datos como la masa, el volumen, el área superficial, entre otros. La candileja era una estructura construida principalmente con tubería cuadrada comercial de acero AISI 1020 y con dimensiones de 3/4” de lado. Debido a su tamaño y construcción en talleres empíricos, se construyó en cuatro secciones las cuales se unían con 16 pernos de acero AISI 1020 y diámetro de 3/8”.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

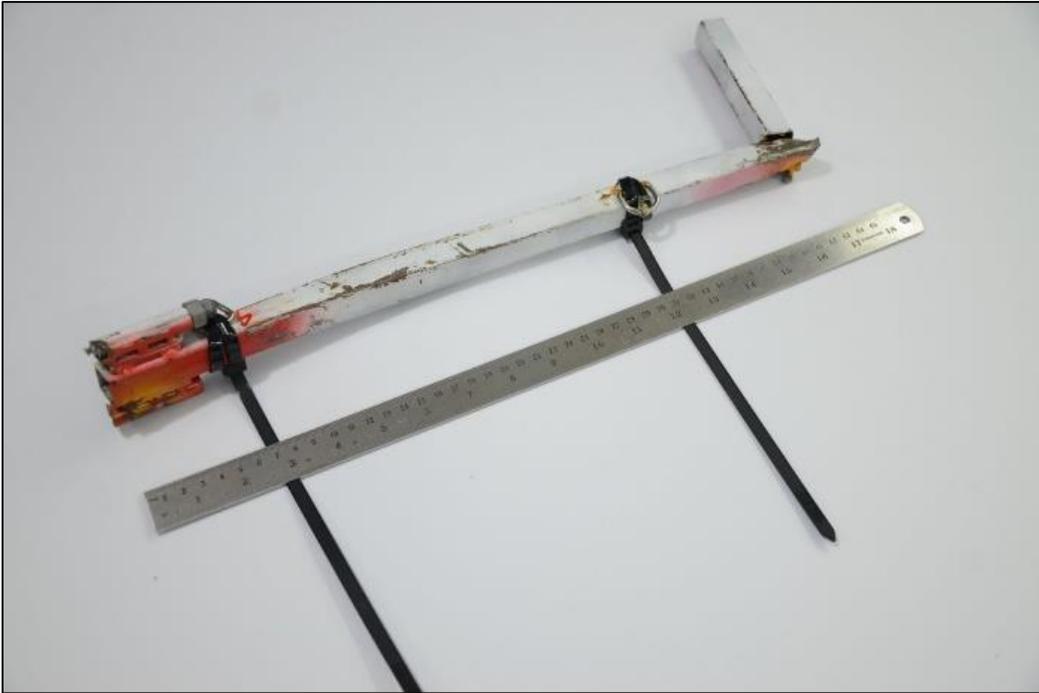
⁶ CIPSELA: Es una corporación colombiana, sin ánimo de lucro, que implementa innovadores programas STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics), utilizando la metodología “aprender haciendo”, la cual está basada en un sólido currículo en aviación, aeronáutica y exploración espacial.



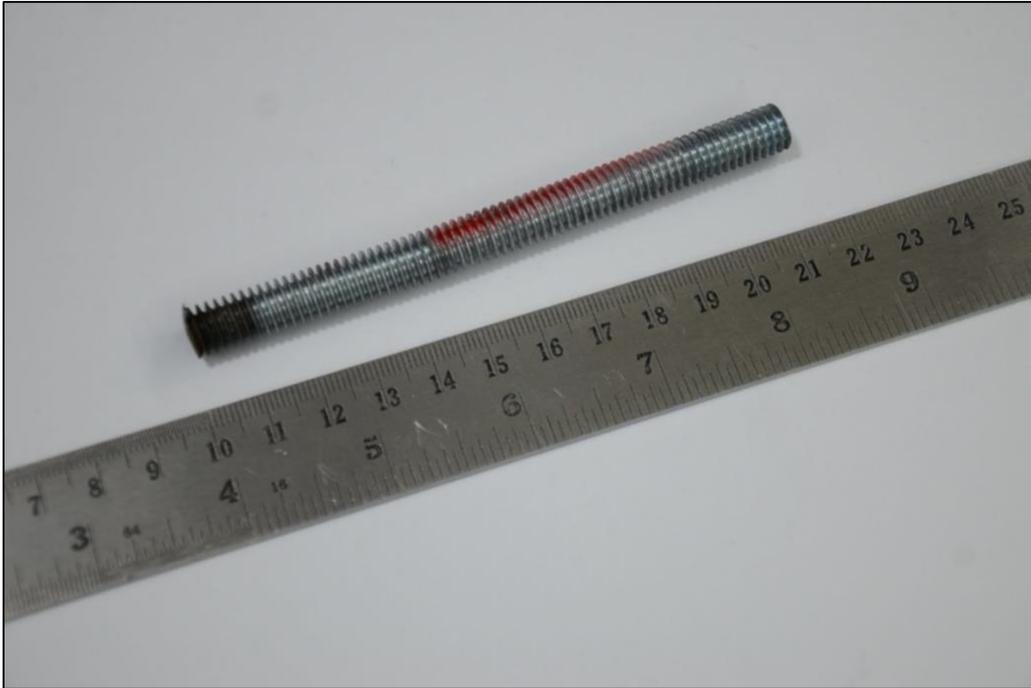
Fotografías No. 11 y 12: Expertos de CIPSELA y del GRIAA efectuando el levantamiento dimensional de la candileja del globo aerostático.



Fotografías No. 13 y 14: Detalle de las uniones entre cada pliego (total: 8000). Entre pliego y pliego existe una superposición de al menos 5 mm de material; en estas uniones se deposita pegamento como material de adhesión.



Fotografías No. 15 y 16: Sección de candileja fabricada con tubería cuadrada de 3/4" y acero AISI1020.



Fotografías No. 17 y 18: Espárrago 3/8"-16, Longitud 120 mm – Usado para las uniones entre secciones de la candileja. Tabla TAL. Refs. 5, 7 y 8.



**Fotografía No. 19: Amarras plásticas de polietileno de alta densidad. Longitud 400 mm – Ancho: 8mm
Estas amarras tienen la función de unir el globo a la candileja. Tabla TAL. Ref. 11**



Fotografía No. 20: Gancho metálico para unión de candileja con amarras plásticas e hilo de Kevlar.



Fotografía No. 21: Sección de la malla de la candileja. Esta malla servía para sujeción del globo mientras era llenado de aire en tierra. Está fabricada con varilla mecánica con diámetro de 5/32" de acero 1020. La mayor parte del FOD encontrado en los motores del avión corresponde a esta sección.



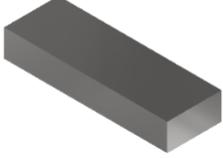
Fotografía No. 22: Medición de los pernos y de la sección de la malla metálica usada en la candileja. Son piezas comerciales fabricadas en acero AISI 1020, y con diámetros de 3/8" y 5/32" respectivamente.



Fotografías No. 23 y 24: Piezas de sujeción de secciones de candileja. Son piezas comerciales fabricadas en acero AISI 1020. Tabla TAL. Ref. 4 y 5

La siguiente es la lista de partes y materiales utilizados para la fabricación del globo y de la candileja. La masa calculada, a través del levantamiento dimensional y el diseño asistido por computador, fue de aproximadamente de 104 kg para todo el conjunto de globo y candileja. No se consideró la masa del pegante usado ni la de los puntos de soldadura.

Ref.	Descripción	Cantidad	Plano Ref.	Material	Especificaciones	Observaciones	Masa x unidad (g)	Subtotal masa (g)
1	Refuerzo estructura	4	A2-001	AISI 1020	3/4" L 590 mm	Tubería cuadrada	61,78 (x 100 mm)	1458
2	Estructura-B	8	A2-001	AISI 1020	3/4" L 1750 mm	Tubería cuadrada	61,78 (x 100 mm)	8649,2
3	Estructura-C	8	A2-001	AISI 1020	3/4" L 116 mm	Tubería cuadrada	61,78 (x 100 mm)	573,32
4	Bloque de unión	16	A2-001	AISI 1020	H1/4" W1/2" L1-1/2"	Platina	21,86	349,76
5	Buje	16	A2-001	AISI 1020	OD1/2" ID10.5 mm L50 mm	Tubería circular	14,87	237,92
6	Espárrago	8	A2-001	AISI 1020	3/8"-16 L 35 mm	UNC	39,82	318,56
7	Tuerca	40	A2-001	AISI 1020	3/8"-16	UNC	6,78	271,2
8	Espárrago	4	A2-001	AISI 1020	3/8"-16 L 120 mm	UNC	11,61	46,44
9	Malla	1	A2-001	AISI 1020	OD 5/32"	Varilla mecánica	N/A	10740
10	Gancho metálico	67	Foto	Acero	OD 25 mm	Comercial	5	335
11	Amarras plásticas	67	Foto	Polietileno	L400 mm A8mm	Comercial	4,93	330,31
12	Cinta adhesiva	13600	Foto	Polietileno	48 mm de ancho	Cantidad (metros) - Masa (x 1m)	1,88	25568
13	Hilo de Kevlar	13600	Foto	Kevlar	Diámetro 0,5 mm	Cantidad (metros) - Masa (x 1m)	0,37	5032
14	Papel seda	8000	Foto	Papel seda	50x70 cm	Calidad: Sultito (18 g/m2) - Masa (x 1 pliego)	6,3	50400

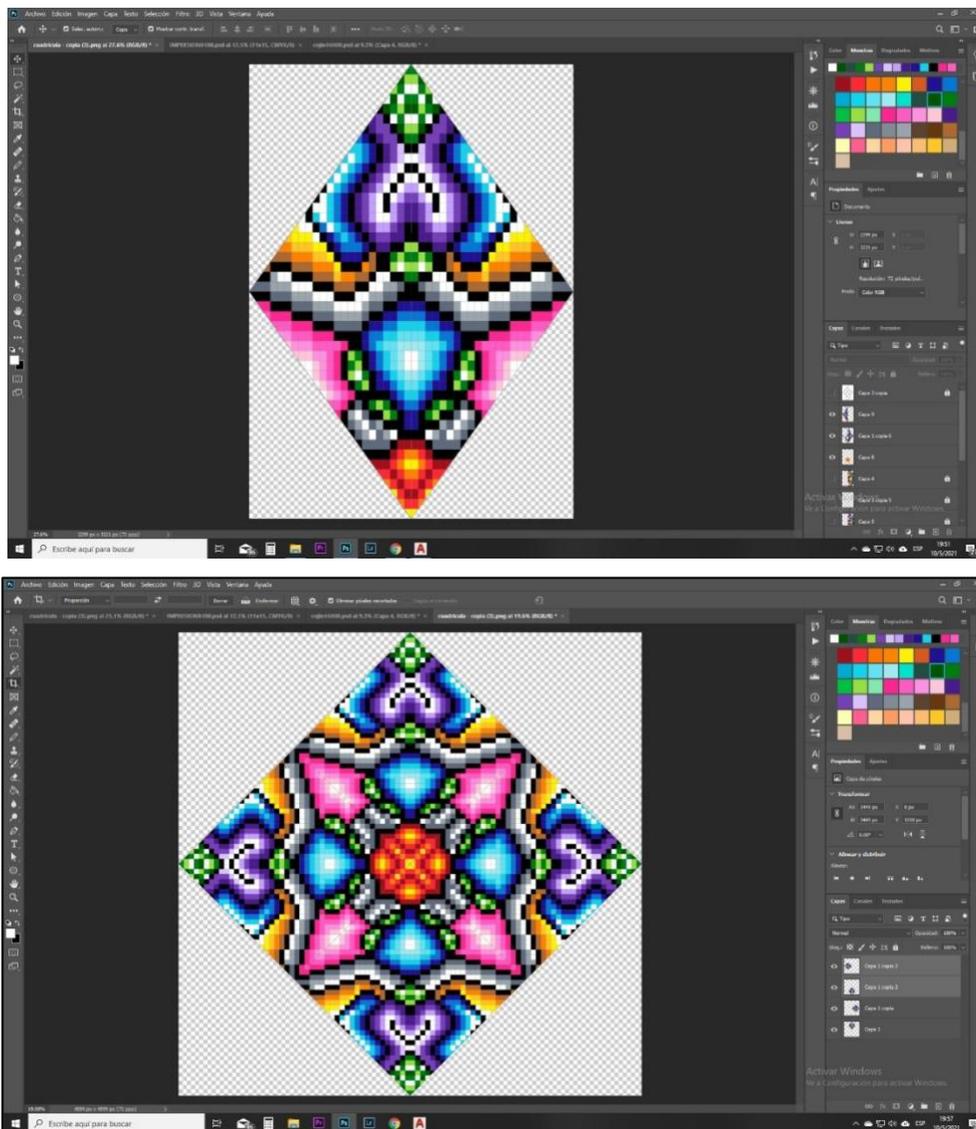
			
Ref. 1,2 y 3	Ref. 4	Ref. 5	Ref. 6
			
Ref. 7	Ref. 8	Ref. 9	Ref. 10
			
Ref. 11	Ref. 12	Ref. 13	Ref. 14

Tablas No. 5 y 6: Cantidades y Materiales de construcción del globo.

1.18.6 Diseño del globo

El diseño artístico del globo se hizo utilizando el software PhotoShop. Este proceso se realiza dividiendo el globo en cuatro “gajos” exactamente iguales, y cada patrón se diseña coloreando cuadro a cuadro (medio pliego).

El patrón de colores es un diseño único de cada colectivo globero, y además de las fotos que acompañaban el globo constituyen una “huella digital” que lo hacen único, siendo quizá la prueba más fehaciente de que el globo lanzado en Envigado (Antioquia) fue el responsable del incidente grave en el Aeropuerto El Dorado.



Fotografías No. 25 y 26: Proceso de diseño gráfico de los “gajos” que componen el globo (cuatro en total) en Photoshop.



Fotografías No. 27, 28 y 29: Diseño real de uno de los cuatro “gajos” del globo de 8000 pliegos. Cada cuadrado o “pixel” del diseño corresponde a medio pliego de papel de seda (25x 35 cm).



Fotografía No.30: Sección del globo enviada a Medellín para diferentes análisis. Cada cuadro o "pixel" de esta imagen corresponde a medio pliego de 50x35 cm.



Fotografía No. 31: Sección del globo enviada a Medellín para diferentes análisis. Cada uno de los cuadros en la foto mide 50x35 cm (medio pliego). Esta medida es aproximada ya que entre cada sección existe una superposición entre cada medio pliego que es de 5 a 8 mm en todos sus lados.



Fotografía No. 32: Sección del globo para análisis.

El análisis realizado a los restos del globo permitió corroborar que el globo que impactó a la aeronave en la noche del 31 de diciembre era el mismo que había sido lanzado desde Envigado el mismo día.

Entre las evidencias más importantes están las siguientes:

- Algunas partes de los pliegos encontrados en Bogotá hacen parte de uno de los cuatro “gajos” del globo.
- La forma del globo es de tipo “Cojín”.
- El pixelado es único entre los colectivos globeros.
- Como parte del diseño del globo se incluyeron 4 fotografías de una persona fallecida, en cuya memoria, según el colectivo globero, se lanzó el globo.
- Su construcción se hizo con 8100 pliegos de papel con hilo de Kevlar, cinta adhesiva y candileja en estructura de metal.



Fotografías No. 33 y 34: Fotografías que sirvieron como evidencia para confirmar el origen dl globo.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



Fotografías No. 35 y 36: Lugar de ubicación fotografías.



Fotografía No. 37: Momento del lanzamiento del globo. Ubicación de las fotografías.



Fotografía No. 38: Disposición, en la candileja del globo, de las imágenes encontradas.



Fotografía No. 39: Fotografía extraída de un video en el lugar del lanzamiento en Envigado, Antioquia.



Fotografías No. 40 y 41: Fotografías tomadas de la evidencia recuperada en la pista 13L del aeropuerto El Dorado.

1.18.7 Antecedentes de impacto de aeronaves con globos de gran tamaño

El equipo de investigación hizo una búsqueda exhaustiva de registros de colisiones entre aeronaves en vuelo y globos no tripulados de cualquier tipo sin encontrarlos.

Se halló no obstante, que en los Estados Unidos, existe una asociación llamada *Edge of Space Sciences* (EOSS), que se dedica al lanzamiento de globos estratosféricos para investigación y colabora muy de cerca con la *Federal Aviation Administration* (FAA) para garantizar la seguridad aérea durante los vuelos de este tipo de globos; en sus recomendaciones para que los lanzamientos de estos dispositivos sean seguros mencionan lo siguiente:

“Así que EOSS ha hecho todo lo posible para mitigar el riesgo de un vuelo. Ahora, antes utilicé el término "improbable"; esto se debe al hecho de que, en la medida en que EOSS ha conocido después de investigaciones en profundidad con la FAA, no hay registros de colisiones en el aire entre aviones y globos no tripulados, ni tampoco algún evento que haya dado por resultado aeronaves dañadas. Por lo tanto, juzgamos que el riesgo de este peligro es extremadamente pequeño.

Un peligro más probable podría ser el riesgo de un accidente de tráfico si carga útil aterrizara en una carretera o autopista con mucho tráfico. Mitigamos esto con otra política que elimina cualquier lanzamiento si el aterrizaje previsto está cerca de un área poblada. Afortunadamente, las llanuras orientales de Colorado son un espacio abierto bastante amplio, ¡pero no tan desolado como Arizona! Y elegimos nuestros sitios de lanzamiento teniendo en cuenta esa política. Por lo tanto, aunque algunas cargas útiles de EOSS han aterrizado a varios cientos de yardas del asfalto de 2 carriles, ninguna de las 71 que se han volado hasta la fecha ha creado un peligro para el tráfico”.

Si bien no es absolutamente concluyente el hecho que no haya existido eventos similares anteriores en alguna parte del mundo por no encontrar registros de estos, lo que menciona EOSS en sus indagaciones con la FAA deja muy claro que, al menos en los Estados Unidos no ha ocurrido el impacto de un avión tripulado con algún tipo de globo sea estratosférico o aerostático, y no sólo eso, sino que dicha Asociación considera como extremadamente improbable que ocurra un hecho como ese.

Esto hace del caso que se presenta en este informe un caso de importancia a nivel mundial.

1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación

Se utilizaron las técnicas descritas en el Manual de Investigación de Accidentes de la OACI, Documento 9756.

Adicionalmente, se compararon tres análisis meteorológicos, desarrollados por la Fuerza Aérea Colombiana, por la Aeronáutica Civil y por el Investigador Especialista en Meteorología del GRIAA.

Se realizó un levantamiento dimensional de la candileja del globo aerostático y de sus materiales para someter las partes a análisis técnico con el fin de determinar sus características de tracción, y determinar así un modelo matemático de la resistencia al viento de los materiales del globo y de sus características de vuelo.

2. ANÁLISIS

Tal como se ha explicado, la aeronave Airbus A319-115 N557AV colisionó durante su carrera de aterrizaje, con un globo aerostático que segundos antes se había posado sobre la pista 13L del Aeropuerto El Dorado.

La investigación ha presentado en apartados anteriores, evidencias factuales que demuestran que ese globo fue liberado en el municipio de Envigado, departamento de Antioquia. Comprobado esta circunstancia, y teniendo en cuenta los demás hechos expuestos, la investigación se orientó a tratar de determinar cómo pudo ser posible que un vuelo lanzado en horas de la mañana volara durante 12 horas, recorriendo más de 200 kilómetros, y aterrizara exactamente en la pista Norte del Aeropuerto Eldorado.

Igualmente, la investigación prestó atención a la manera como actuaron diferentes agencias encargadas de las operaciones y de la seguridad del aeropuerto Eldorado cuando el globo hacía su última parte del vuelo y se posaba en la pista Norte del aeródromo.

El globo aerostático no estaba equipado con ningún sistema de control de vuelo, ni sistema de navegación, ni sistema alguno de propulsión; tampoco utilizaba algún sistema activo para generar aire caliente, ni fue llenado con gas. El aire caliente para su elevación fue generado con combustión de gas propano generado por cilindros de gas, que no hacían parte de la estructura del globo.

El principio de funcionamiento del globo era muy básico: consistía en llenarlo parcialmente el globo con un aire caliente, producto de la combustión de gas propano, de manera que se elevara, y aprovechar el calor de sol para continuar su calentamiento y su ascenso. El aire atrapado en el globo mantenía su calor y a medida que ascendía la diferencial de temperatura con el aire exterior era mayor, permitiendo así la continuidad de su ascenso. Aplicación del Principio de Arquímedes.

Al elevarse el globo, y no tener control propio, quedó a merced de las corrientes de viento predominantes a diferentes altitudes; con la caída del sol y la consecuente disminución de temperatura, finalmente el aire caliente atrapado en el globo se enfrió, se contrajo, y el globo perdió capacidad de vuelo y terminó descendiendo hasta tocar tierra.

De otra parte, el globo tampoco tenía un sistema de seguimiento o de rastreo (como por ejemplo un transpondedor) y los materiales con los que estaba construido lo hacían indetectable por los radares que cubrían todo el espacio aéreo que recorrió el globo.

Este hecho además de imposibilitar que el ATS pudiera alertar sobre la presencia del globo, impidió tener certeza sobre la ruta exacta que recorrió y las altitudes que alcanzó dicho artefacto.

2.1.1 Análisis de los Factores ATS

Pese a que el ATC de el Aeropuerto Eldorado (Torre y Superficie) fue alertado por otra aeronave sobre la presencia del globo sobre el aeródromo, dicha información no fue suficientemente valorada, aparentemente se subestimaron las características del globo, no hubo acciones inmediatas y efectivas para su verificación, y no se emitió alerta alguna a las aeronaves sobre este potencial peligro.

Fue así como transcurrieron 4 minutos 44 segundos, desde que el ATC tuvo la primera información de la presencia real del globo sobre el aeródromo, hasta el impacto de aquel con la aeronave, tiempo suficiente para haber hecho una evaluación y gestión de riesgo y aplicar medidas preventivas, como suspender la aproximación de la aeronave, u ordenarle sobrepaso mientras se confirmaba la situación.

Esta reacción inapropiada pudo estar influenciada por la baja actividad aérea en el aeródromo, en la fecha y en la hora del suceso, con motivo de la situación mundial creada por la pandemia COVID 19; y por la fecha del año (víspera de año nuevo), que incita a un ambiente relajado en detrimento de la seguridad de las operaciones; y, tal como se dijo, por la subestimación de las características del globo, el personal a cargo del control pensó quizá que se trataba de un globo pirotécnico, de reducido tamaño, muy propios de la fecha que se celebraba en Colombia el 31 de diciembre.

2.1.2 Análisis de los Servicios de Aeródromo

El Aeropuerto Internacional Eldorado esta parcialmente operado por el Concesionario OPAIN, de manera que, por ejemplo, mientras los Inspectores de Rampa (IR) y el Servicio de Extinción de Incendio (SEI) pertenecen a dicho concesionario, los Supervisores de Movimiento (SM), y el Control de Tránsito Aéreo (ATC) pertenecen a la Aeronáutica Civil.

Esta composición de entidades, comunicaciones y procedimientos pudo contribuir a la demora en la alerta que debió iniciar el ATC, para activar todos los servicios disponibles y enfocarlos de manera prioritaria a detectar el peligro reportado. Evidentemente no hubo una comunicación efectiva entre ellos y por ende no se evaluó el riesgo ni se tomaron las medidas preventivas necesarias, que pudieron haber consistido, por ejemplo, en efectuar un seguimiento positivo del vuelo del artefacto hasta su aterrizaje, derribarlo, o limitar o cerrar la operación del Aeropuerto Eldorado hasta tener la certeza que el globo había aterrizado y no representaba un riesgo para las operaciones aéreas.

Los servicios de emergencia solo fueron activados por la Torre de Control a pedido del Supervisor de Maniobras (SM), cuando se percató del impacto del avión contra el globo.

Adicionalmente, se determinó que no existía un canal de comunicación expedito entre la Base Militar CATAM y la Torre de Control de Eldorado, para actuar de manera pronta en casos como este originado por la presencia del globo. Cuando la Base Militar observó el artefacto, quizá actuó de manera efectiva para enfrentar la situación como una amenaza a la seguridad aeroportuaria, pero no a la seguridad operacional.

2.1.3 Los patrones de viento y la trayectoria del globo

Según lo expuesto en los capítulos anteriores acerca de los patrones de viento, es claro que la consideración general en Colombia que los vientos tienen una dirección Este – Oeste no es correcta. La dirección de los vientos en el territorio colombiano depende de muchos factores que van desde los patrones de vientos de escala global, el movimiento latitudinal a lo largo del año de la ZCIT debido a la inclinación del eje terrestre, la orografía del territorio, entre otros.

Estos elementos teóricos unidos a los registros reales de observaciones reales desde satélites obtenidas en las cuales así sea de un modo muy general,

Tal como se explicó en el numeral 1.7 Información Meteorológica, contrario al pensar común que los vientos en la región central de Colombia corren predominantemente de Oriente a Occidente, algunas características de la Zona de Confluencia Intertropical y de la geografía colombiana, crean alguna predominancia de vientos en sentido Occidente – Oriente, lo cual explica el aparentemente inusitado vuelo del globo en ese sentido general, entre Envigado y Bogotá.

2.1.4 Riesgos potenciales para la seguridad aérea

Las características de un globo como el descrito en esta investigación, como son, su tamaño, la alta resistencia de las uniones de los pliegos reforzados con hilos de Kevlar y cinta adhesiva, y los materiales y accesorios utilizados en la construcción de la candileja representan un riesgo potencialmente catastrófico para la seguridad operacional.

En caso de que ocurriera una colisión entre un artefacto de estas características y una aeronave en vuelo, se podrían causar daños en controles de vuelo, en los motores o en el fuselaje que podrían comprometer la integridad de la aeronave y la vida de las personas a bordo.

2.1.5 Gestión del riesgo

El incremento de vuelos con globos aerostáticos y estratosféricos es una realidad que la aviación debe enfrentar desde ahora y en los próximos años.

Los globos aerostáticos de papel se construyen con una tecnología artesanal prácticamente asequible a cualquier ciudadano, sin importar su nivel de educación, o socioeconómico y mucho menos su grado de conocimiento del vuelo, de uso del espacio aéreo y de seguridad operacional.

En el caso de los globos estratosféricos, aunque normalmente requieren un poco más de tecnología, esta generalmente se trata de tecnología *Commercial Off The Shelf* (COTS), que es fácilmente asequible a través de proveedores internacionales tipo Amazon.com.

Un ejemplo de lo sencillo que resulta la construcción y lanzamiento de este tipo de globos estratosféricos, el de caso de un *influencer* colombiano que lanzó un globo recientemente siendo noticia de interés nacional. Situaciones como esta, y el Incidente Grave que ocupa a esta investigación, deben llamar la atención de las autoridades para que se establezcan guías, regulaciones y coordinaciones, con el fin de que los vuelos de globos se hagan de manera concertada, conocida y controlada, y no de manera ilegal, con el fin de disminuir los riesgos para la aviación.

2.2 MODELO DE INVESTIGACION

El modelo del Queso Suizo⁷ desarrollado por el profesor James Reason, ilustra que los accidentes implican violaciones sucesivas de múltiples defensas del sistema. Estas violaciones pueden generarse por muchos factores, como fallas de los equipos o errores operacionales. Dado que el modelo del Queso suizo sostiene que los sistemas complejos, como los de la aviación, están muy bien protegidos con capas de defensas, las fallas en un solo punto rara vez traen consecuencias en dichos sistemas. Las violaciones en las

⁷ OACI. Manual de Gestión de Seguridad Operacional. Tercera edición. 2013

defensas de seguridad pueden ser una consecuencia atrasada de las decisiones tomadas en los niveles más altos del sistema, las que pueden permanecer latentes hasta que sus efectos o potencial de daños se activen bajo circunstancias operacionales específicas. Bajo dichas circunstancias, las fallas humanas o activas a nivel operacional actúan para violar las defensas naturales de seguridad operacional del sistema. El modelo de Reason propone que todos los accidentes incluyen una combinación de condiciones activas y latentes.

Las fallas activas son medidas tomadas o no tomadas, como errores e infracciones, que tienen efectos adversos inmediatos. Por lo general, gracias a la retrospectiva, se consideran medidas inseguras. Las fallas activas se asocian normalmente al personal de primera línea (pilotos, controladores de tránsito aéreo, ingenieros mecánicos de aeronaves, etc.) y pueden producir resultados dañinos.

Esta teoría encaja muy bien en la cadena de sucesos que llevó a que un globo aerostático liberado en Envigado aterrizara justamente en la pista del aeropuerto El Dorado, al tiempo que aterrizaba un avión que colisionó con el globo.

En este caso existieron varios factores que de darse individualmente tendrían muy poca probabilidad de causar un daño; pero al alinearse de manera como lo plantea la Teoría del Queso Suizo, causaron el efecto conocido y motivo de esta investigación. La figura número 9 ilustra esta coincidencia de sucesos.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

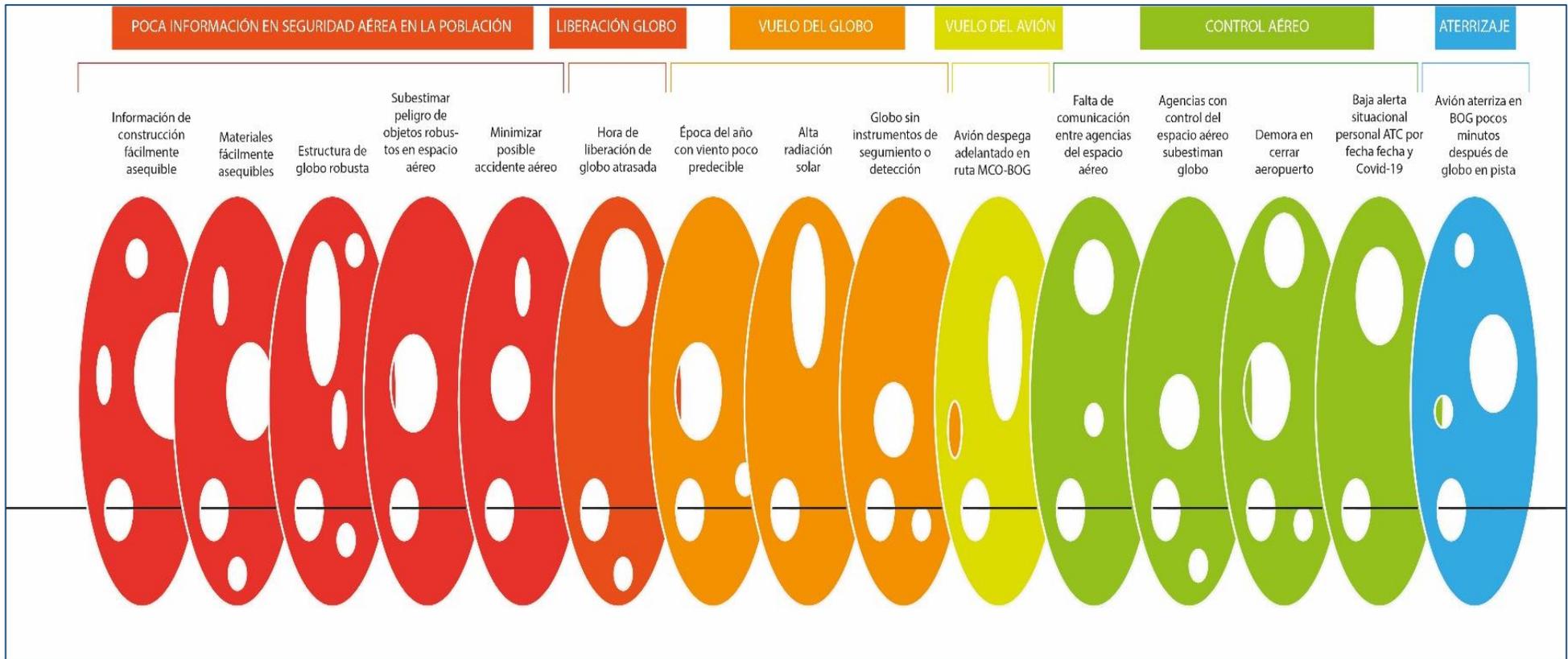


Figura No. 9.: Modelo de Investigación – Teoría del Queso Suizo

3. CONCLUSIÓN

3.1 Conclusiones

La construcción y el lanzamiento de globos aerostáticos es relativamente de fácil acceso y realización por parte de personas aficionadas o dedicadas a su práctica. No existe normatividad que regule el vuelo de globos, o que obligue o facilite la coordinación de dichos vuelos con las autoridades, para evitar que causen daño a la aviación.

Un club globero de la ciudad de Envigado construyó un globo aerostático de gran tamaño, con papel, hilos de Kevlar y cinta adhesiva que lo hacían altamente resistente a las condiciones atmosféricas que encontraría en vuelo. El globo carecía de sistema de navegación, de sistema de control, de sistema de seguimiento y de sistema de calentamiento de aire.

El aire del globo fue calentado con la combustión de gas propano y fue liberado aproximadamente a las 08:00 HL, desde Envigado, Antioquia, sin control, ni seguimiento, ni predicción alguna sobre su sitio de aterrizaje, por parte de quienes lo lanzaron.

El globo ascendió hasta altitudes que no pudieron ser determinadas, y voló, a merced de los vientos predominantes en altura, hasta llegar en horas de la tarde a la sabana de Bogotá.

Esa noche del 31 de diciembre, el control de tránsito de las pistas Norte y Sur de Eldorado se encontraban fusionadas, por el bajo tráfico predominante.

Aproximadamente 12 horas después del lanzamiento, hacia las 20:00 HL, el globo se aproximó en descenso al Aeropuerto Internacional Eldorado, en sentido general Sur - Norte.

Al mismo tiempo, el avión A319 de matrícula N557AV, que procedía de Orlando (KMCO), efectuaba aproximación ILS a la pista Norte de Eldorado, 13L.

La tripulación de una aeronave que había aterrizado en Eldorado a la misma hora, informó en dos oportunidades al ATC de la presencia del globo, primero en frecuencia de Torre y acto seguido en frecuencia de Superficie.

Aparentemente el ATC subestimó las características y posibles efectos que podría causar a la operación el globo reportado, demoró la alerta a otros servicios del aeródromo, no aceleró acciones para confirmar el peligro y gestionar el riesgo, y no alertó al N557AV ni a otras aeronaves sobre el potencial peligro que representaba el globo.

El globo siguió su descenso hasta que se posó sobre el eje de la pista Norte, entre la cabecera 13L y la intersección de la calle de rodaje A4, en el mismo momento que el N557AV aterrizaba por la misma pista, 13L.

El avión impactó el globo, lo atravesó y lo desintegró. La aeronave continuó la carrera de aterrizaje, se detuvo de manera controlada y abandonó la pista para ser inspeccionado.

El globo se destruyó con el impacto. Algunas partes terminaron enredadas en el tren de aterrizaje y en las superficies de la aeronave.

Las partes duras del globo causaron daños en algunos componentes del sistema reversible del motor derecho. No se presentaron lesiones a personas.

No hubo injerencia de la tripulación ni del explotador de la aeronave en el suceso.

3.2 Causa(s) probable(s)

Falta de conocimiento, falta de previsión y falta de responsabilidad del club “globero” que lanzó el globo, sin control, sin seguimiento, y sin prever la trascendencia del artefacto, en términos de la altura y la distancia que alcanzaría, y el rumbo que tomaría, omitiendo cualquier información al respecto a la Autoridad Aeronáutica, y desconociendo las afectaciones que podría causar su acción a la navegación aérea.

3.3 Factores Contribuyentes

Dirección e intensidad aleatorias del viento

En la época del lanzamiento del globo, la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), se encuentra desplazada hacia el sur del planeta; y en la zona tropical (en donde se ubica Colombia), las corrientes de viento son aleatorias y no siguen el patrón global Este – Oeste, tal como ocurre en la mayor parte del año. Por lo tanto, era posible el vuelo libre de un globo en dirección Oeste - Este en esta época del año, tal como ocurrió en este caso.

Otras condiciones meteorológicas

El posicionamiento de la Zona de Confluencia Intertropical, ZCIT, hacia el Sur del planeta provoca que en los últimos días del año en el territorio colombiano, en general, predominen días de tiempo seco y alta radiación solar.

En particular el 31 de diciembre de 2021, día del suceso, después de las 09:00 HL (14:00 UTC), entre Antioquia y Cundinamarca hubo carencia de nubes y alta radiación solar, factores que contribuyeron a una flotación más duradera del globo, el cual a merced de las corrientes de aire voló desde Envigado hasta Bogotá

Falta de conocimiento aeronáutico y de cultura de seguridad operacional

En Colombia, en general, los colectivos de globos desconocen sobre navegación aérea, acerca de seguridad operacional y sobre todo sobre las implicaciones que su actividad deportiva puede tener sobre las aeronaves. En el mejor de los casos, solo consideran los riesgos que pueden presentar sus globos a la infraestructura o a las personas en el momento de aterrizar.

Los clubes de globeros no dimensionan que un globo como el que causó este Incidente Grave (gran tamaño, resistencia de la estructura de papel reforzada con cinta adhesiva y Kevlar, la robustez de la candileja y sus accesorios) y que claramente son un riesgo, pudo haber causado un suceso más grave con consecuencias catastróficas para la aeronave y sus ocupantes.

Falta de comunicación entre agencias relacionadas con la seguridad operacional y la seguridad aeroportuaria

Varios entes gubernamentales que tienen que ver con el uso y control del espacio aéreo, observaron el globo en pleno vuelo sobre el área de Bogotá, en sus alrededores y en cercanías del Aeropuerto Eldorado; sin embargo, aparentemente subestimaron la gravedad de su presencia, no existían canales de información o coordinación, no hubo comunicación efectiva entre ellos y por ende no se evaluó el riesgo ni se tomaron las medidas preventivas necesarias.

Estas pudieron haber consistido, por ejemplo, efectuar un seguimiento positivo del vuelo del artefacto hasta su aterrizaje, derribarlo, o limitar o cerrar la operación del Aeropuerto Eldorado hasta tener la certeza que el globo había aterrizado y no representaba un riesgo para las operaciones aéreas.

Demora en la evaluación del riesgo y en la toma de decisiones del Control de Tránsito Aéreo del Aeropuerto Eldorado

Una vez que se tuvo conocimiento de la presencia del globo sobre el Aeropuerto Eldorado, cuando el N557AV aproximaba, aparentemente el ATC subestimó las características del globo, y el riesgo que representaba, su posible afectación a las operaciones y los daños que aquel podía causar a una aeronave. Y, consecuentemente no hubo una acción determinante (ordenar sobrepaso a la aeronave en aproximación, suspender temporalmente la operación), para prevenir la colisión que finalmente se produjo.

Baja alerta situacional

En la noche del suceso confluyeron varias circunstancias que contribuyeron a una disminución de la alerta situacional del Servicio de Tránsito Aéreo del Aeropuerto Eldorado, a saber: la baja actividad aérea en el aeródromo, en la fecha y en la hora del suceso, con motivo de la situación mundial creada por la pandemia COVID 19; la fecha del año (víspera de año nuevo), que incita a un ambiente relajado en detrimento de la seguridad de las operaciones; y, la subestimación de las características del globo, ya que probablemente se pensó que se trataba de un globo pirotécnico, de reducido tamaño, muy propio de la fecha que se celebraba en Colombia el 31 de diciembre.

Disponibilidad de información fácilmente asequible por ciudadanos para el diseño y construcción de globos

La información para la construcción del tipo de globos como el que causó el impacto de la aeronave N557AV es fácilmente asequible en la Web.

No es complicado analizar la información disponible ya sea por personas o por colectivos, y de esa manera llegar a construir globos cada vez más resistentes, sin que se requieran habilidades especiales o conocimientos profesionales.

Diseño artesanal robusto

No obstante que el diseño y la construcción del globo eran artesanales, sin aplicación de principios de Ingeniería, sus características y su robustez fueron suficientes para permitirle volar, como en efecto lo hizo, una distancia relativamente considerable entre Envigado y Bogotá en un tiempo corto.

El papel seda hizo la estructura muy liviana y combinado con las uniones reforzadas con Kevlar y cinta adhesiva de 18 milímetros, conformaron una estructura suficientemente resistente a los vientos, y a la tracción y esfuerzos de corte que se pudieron dar por fuerzas aerodinámicas sobre el conjunto, en vuelo.

3.4 Taxonomía OACI

RI: Incursión en pista

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

A la Secretaría de Sistemas Operacionales

REC 01-202040-02

Estudiar la factibilidad de ampliar la planta de Supervisores de Área de Maniobras, SM, ya que el día del suceso solo se encontraba un (1) SM de turno. Así mismo, se considera pertinente la asignación de un mínimo dos (02) SM por turno en el Aeropuerto El Dorado (uno en cada pista), con el fin de garantizar la apropiada prestación de este servicio aeroportuario.

REC 02-202040-02

Dotar al servicio de Supervisores de Área de Maniobras, SM, con vehículos tipo camioneta, apropiados para el cumplimiento de sus funciones, ya que los vehículos actuales no cumplen con la Circular Técnica Reglamentaria No. 027 V3, relacionada con el Manual Guía del Plan Operativo o Plan de Operaciones Aeroportuarias.

REC 03-202040-02

Desarrollar cursos recurrentes y otras actividades académicas, dirigidas al personal de Supervisión del Área de Maniobras, SM, para actualizarlo en asuntos relacionados con la seguridad operacional y las responsabilidades y funciones propias de su cargo.

REC 04-202040-02

Proveer a los Supervisores de Área de Maniobras los recursos necesarios para cumplir la misión tales como:

Radios VHF portátiles banda aérea de largo alcance.

Sistema de iluminación portátil de largo alcance.

Sistema de visión nocturna.

Elementos de protección personal.

A la Secretaría de Seguridad Operacional y de la Aviación Civil

REC 05-202040-02

Aplicar estrategias de divulgación hacia los clubes y otras agremiaciones que efectúan lanzamiento de globos, para hacerles notar los riesgos que su actividad representa para la seguridad operacional y la seguridad de la aviación.

REC 06-202040-02

Dar a conocer el presente Informe de la Investigación a todos los Operadores de Transporte Aéreo, a las Direcciones Regionales, al Comando Aéreo de Transporte Militar, al Comité Intersectorial de Seguridad Aeroportuaria y a otras organizaciones gubernamentales o privadas que se considere necesario, para que apliquen las recomendaciones según sea pertinente y que, además, se tenga en cuenta el Informe para mejorar los Sistemas de Gestión de Seguridad Operacional.

A la Dirección de Servicios Aeroportuarios de la Aeronáutica Civil de Colombia

REC 07-202040-02

Orientar a los aeropuertos administrados por la Aeronáutica Civil, para que a través del programa “Buen Vecino”, u otros, desarrollen programas de divulgación hacia los clubes y otras agremiaciones que efectúan lanzamiento de globos, ubicadas en cercanías o en las áreas de influencia del aeródromo, para hacer notar los riesgos que su actividad representa para la seguridad operacional y seguridad de la aviación, e instarlos a que dichos lanzamientos se hagan con información previa a la Autoridad Aeronáutica.

REC 08-202040-02

Establecer procedimientos colaterales y mejorar las coordinaciones y las comunicaciones entre los Supervisores de Área de Movimiento (SM) de la Aeronáutica Civil, y los Inspectores de Plataforma del concesionario OPAIN del Aeropuerto Internacional El Dorado, con el fin de que sus actividades se complementen y se apoyen en beneficio de la seguridad operacional del aeródromo.

A la Oficina Comercialización e Inversión de la Aeronáutica Civil de Colombia

REC 09-202040-02

Orientar a los aeropuertos concesionados para que desarrollen programas de divulgación hacia los clubes y otras agremiaciones que efectúan lanzamiento de globos, ubicadas en cercanías o en las áreas de influencia del aeródromo, para hacer notar los riesgos que su actividad representa para la seguridad operacional y seguridad de la aviación, e instarlos a que dichos lanzamientos se hagan con información previa a la Autoridad Aeronáutica.

A la Dirección de Servicios a la Navegación Aérea

REC 10-202040-02

Revisar los procedimientos de coordinación entre las dependencias ubicadas en las torres de control, de manera que aquellos eventos en los cuales se deba brindar información inmediata a las tripulaciones sobre “tránsito esencial local” sean gestionados de manera oportuna y eficiente.

En la revisión de los procedimientos deberían quedar estandarizados aquellos que estén relacionados con la presencia de objetos que penetren las superficies limitadoras de obstáculos de los aeropuertos.

REC 11-202040-02

Enfatizar en los Controladores Aéreos lo obligación de mantener permanentemente la alerta situacional, aún en condiciones de baja densidad de tránsito aéreo; no deben minimizar, subestimar ni conjeturar sobre cualquier situación que sea reportada o conocida, y deben considerarla una amenaza para la operación hasta que se determine exactamente su naturaleza y se efectúe una gestión del riesgo. Y, de acuerdo con las condiciones, aplicar la medida correctiva o preventiva más efectiva que garantice la seguridad operacional.

REC 12-202040-02

Apoyar al Grupo de Investigación de Accidentes en desarrollos futuros de la presente investigación, cuando la Corporación CIPSELA, u otra organización reconocida, efectúe lanzamientos controlados (con GPS, estudio previo de posible trayectoria y lugar de aterrizaje) de globos, para recolectar datos con fines de seguridad operacional, a fin de coordinar:

- Áreas permitidas para el lanzamiento.
- Generación de un NOTAM.
- Seguimiento del globo.
- Coordinación, información al tránsito aéreo.

REC 13-202040-02

En conjunto con Grupo de Normal Aeronáuticas: Iniciar el desarrollo de normatividad / regulaciones de Tránsito Aéreo, para regular el lanzamiento de globos o artefactos similares, y que por sus características puedan representar un peligro para las operaciones aéreas. Se recomienda el trabajo coordinado con el Centro de Estudios Aeronáuticos.

Entre otros asuntos se debería reglamentar sobre:

- Áreas permitidas y prohibidas para el lanzamiento.
- Materiales permitidos para la fabricación.
- Exigencia de estudio técnico, soportado, sobre la posible trayectoria de vuelo y sitio de aterrizaje.
- Obligación de contar con un sistema técnico de seguimiento en vuelo: transponder, GPS.
- Obligación de informar y coordinar con el Servicio de Control de Tránsito Aéreo, desde antes del vuelo, durante su desarrollo y hasta el aterrizaje.
- Generación de NOTAMs.

Se recomienda tomar como referencia la normatividad FAA 14 CFR 101, anexa al Informe Final de Investigación.

Al Centro de Estudios Aeronáuticos

REC 14-202040-02

Reforzar en el personal que recibe capacitación en Servicios de Control de Aeródromo, la obligatoriedad de suministrar información de Tránsito Esencial Local; se recomienda que este Informe de Investigación sea dado a conocer en los cursos ATC, enfatizando en las actuaciones del personal de tránsito aéreo.

A la Coordinación de Aeronavegación Regional Cundinamarca

REC 15-202040-02

Concertar cartas de acuerdo entre las dependencias de control adyacentes de la Torre de Control El Dorado, para robustecer los procedimientos internos de coordinación, y crear mecanismos que permitan que la información de un suceso en desarrollo, que pueda llegar a afectar la seguridad operacional, sea gestionada de manera rápida y eficiente con el fin de tomar decisiones que permitan controlar peligros y mitigar los riesgos reportados o evidenciados.

REC 16-202040-02

Reglamentar cuidadosamente los casos en los cuales las frecuencias de control Torre Norte Eldorado y Torre Sur Eldorado, puedan ser fusionadas, indicando por cuánto tiempo, en qué condiciones (diurnas o nocturnas), de meteorología, de densidad de tránsito, y con qué intermitencia pueda hacerse la fusión.

Lo anterior porque al asumir una sola frecuencia las cargas de trabajo adicionales a las que se tienen por turno se pueden llegar a crear condiciones de riesgo para la seguridad operacional.

A las Direcciones Regionales de la Aeronáutica Civil de Colombia

REC 17-202040-02

En coordinación con autoridades locales y otros entes gubernamentales y privados, desarrollar programas de divulgación hacia los clubes y otras agremiaciones que efectúan lanzamiento de globos, para hacerles notar los riesgos que su actividad representa para la seguridad de la aviación, y promover entre ellos el cumplimiento de requisitos básicos de seguridad para dichos lanzamientos, entre otros:

- Estudio técnico, soportado, sobre la posible trayectoria de vuelo y sitio de aterrizaje.
- Obligación de contar con un sistema técnico de seguimiento en vuelo: transponder, GPS.
- Obligación de informar y coordinar con el Servicio de Control de Tránsito Aéreo, desde antes del vuelo, durante su desarrollo y hasta el aterrizaje.

Nota: la responsabilidad civil de los daños y perjuicios recaerá completamente sobre el operador del globo.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

Anexo. No. 1: Transcripción de comunicaciones ATC

TRANSCRIPCIONES DE LA FRECUENCIA 118.25 Mhz, TORRE SUR EDR. DÍA 31 DE DICIEMBRE DE 2020		
Hora UTC Hora-min- seg	Estación que transmite	Transcripción.
00:58:15	LAN 4027	Torre El Dorado buena noche, LAN Colombia cuatro cero dos siete, ILS Yankee, uno tres derecha.
00:58:22	Controlador EDR Torre Sur Frecuencia 118.25 Mhz.	LAN Colombia cuatro cero dos siete, buena noche, uno tres derecha, viento en calma, autorizado aterrizar.
00:58:28	LAN 4027	Uno tres derecha, calma, autorizado aterrizar, LAN Colombia cuatro cero dos siete, buena noche.
00:58:32	Controlador EDR Torre Sur Frecuencia 118.25 Mhz.	Correcto.
00:58:43	Controlador EDR Torre Sur Frecuencia 118.25 Mhz.	Avianca dos cero nueve, conveniente a su derecha, uno dos uno coma ocho.
00:58:46	AVA209	Veintiuno ocho , dos cero nueve, feliz año.
00:58:50	Controlador EDR Torre Sur Frecuencia 118.25 Mhz.	Feliz año, capi.
00:58:59	Controlador EDR Torre Sur Frecuencia 118.25 Mhz.	República siete dos siete uno, uno tres izquierda, viento...en calma, autorizado aterrizar.
00:59:03	RPB7271	Autorizado aterrizar, uno tres izquierda, República siete dos siete uno.
01:01:01	Controlador EDR Torre Sur Frecuencia 118.25 Mhz.	República siete dos siete uno, conveniente a la derecha, uno dos uno coma ocho.
01:01:04	RPB7271	Uno dos uno coma ocho, buen día, muchas gracias, Aero República siete... eh, dos siete uno.
01:02:46	AVA 029	El Dorado Torre, muy buenas noches, Avianca cero dos nueve, ANVES ILS Yankee uno tres izquierda.
01:02:53	Controlador Torre Sur El Dorado Frec, 118.25 Mhz.	Avianca cero dos nueve, buena noche, uno tres izquierda, viento de cola uno tres cero grados, cero dos nudos, <i>ij</i> corección; <i>ij</i> , continúe la aproximación Yankee uno tres izquierda, es número uno.
01:03:01	AVA029	Turno dos, Avianca cero dos nueve. (Error operacional lado piloto, no es detectado por el controlador.)
01:03:21	LAN4098	El Dorado torre norte, LAN Colombia cuatro cero nueve ocho, muy buena noche, próximo a alcanzar punto de espera Alfa tres, pista uno tres izquierda, listo al despegue.

01:03:31	Controlador Torre Sur El Dorado Frec, 118.25 Mhz.	Recibido, LAN Colombia cuatro cero nueve ocho, uno tres izquierda viento de cola tres cuatro cero grados, cero tres nudos, autorizado despegar.
01:03:38	LAN 4098	Autorizado despegar pista uno tres izquierda, LAN Colombia cuatro cero nueve ocho.
01:03:55	Estación no identificada.	Wind chek
01:04:09	Controlador Torre Sur El Dorado Frec, 118.25 Mhz	Viento de cola tres cinco cero grados, cero tres nudos.
01:04:15	LAN4027	Para su información...ehh, aproximadamente vertical la calle de rodaje Kilo, hay un globo, aproximadamente ahhh, cuatrocientos pies sobre el terreno, y es bastante grande.
01:04:28	Controlador Torre Sur El Dorado Frec, 118.25 Mhz	Sobre Kilo ¿ a qué altura?
01:04:33	LAN4027	Como por donde están los ehhh, aviones de Avianca... parqueados
01:04:39	Controlador Torre Sur El Dorado Frec, 118.25 Mhz	Reecibido, verificando.
01:05:04	LAN4027	Está corriendo bastante rápido, ya está casi sobre Kilo cinco, en dirección oriente
01:05:14	Controlador Torre Sur El Dorado Frec, 118.25 Mhz	Recibido.
01:05:15	LAN4027	Abandona vía kilo cinco ahora el LAN Colombia, cuatro cero... dos siete.
01:05:20	Controlador Torre Sur El Dorado Frec, 118.25 Mhz	Reecibido, comuniqué uno dos dos coma siete cinco
01:05:26	LAN4027	Veintidos setenta y cinco, muy buena noche gracias, feliz año
01:05:28	Controlador Torre Sur El Dorado Frec, 118.25 Mhz	Feliz año, capi, gracias.
01:06:02	Controlador Torre Sur El Dorado Frec, 118.25 Mhz.	Avianca Cero dos nueve, uno tres izquierda, viento cruzado tres seis cero grados, cero tres nudos, autorizado aterrizar.

01:06:08	AVA 029	Autorizado aterrizar uno tres izquierda Avianca Cero dos nueve
01:06:12	AVA9329	El Dorado Torre sur, muy buenas noches , Avianca nueve tres dos nueve, ILS Yankee pista uno tres derecha,
01:06:19	Controlador Torre Sur El Dorado Frec, 118.25 Mhz.	Avianca nueve tres dos nueve, buena noche, aproximación Yankee uno tres derecha número uno.
01:06:23	AVA9329	Turno uno, Avianca nueve tres dos nueve.
FIN DE LAS TRANSCRIPCIONES		
TRANSCRIPCIÓN DE LAS GRABACIONES DE LA FRECUENCIA 121.8 Mhz, SUPERFICIE NORTE EDR, DÍA 31 DE DICIEMBRE DE 2020.		
ENTRE LAS 01:05:34 UTC Y LAS UTC 01:12:22		
Hora UTC Hora-min- seg	Estación que transmite	Transcripción.
01:05:34	LAN4027	Control superficie muy buenas noches, LAN Colombia cuatro cero dos siete, abandona vía kilo 5, posición siete cuatro.
01:05:42	Controlador superficie EDR Norte.	LAN Colombia cuatro cero dos siete, buenaaa noche, rueda vía Papa y mantenga antes de foxtrot
01:05:49	LAN4027	PAPA antes de foxtrot, es el.... Triple Charlie papa fox de Rionegro.
01:05:57	Controlador superficie EDR Norte.	Recibido.
01:06:07	LAN 4027	Nosotros le habíamos dicho a la torre de control acerca de un globo, ese globo está ahoritica, en este momento está casi...vertical GOLF , sobre PAPA, está muy bajito.
01:06:18	Controlador superficie EDR Norte.	Recibido, ya informamos al... INDIA ROMEO, muy amable.
01:06:25	Controlador superficie EDR Norte.	SIERRA MIKE superficie
01:06:27	LAN 4027	¿Me confirma perdón?
01:06:29	Sierra Mike	Siga para SIERRA MIKE
01:06:31	Controlador superficie EDR Norte.	SIERRA MIKE, muy buena...muy buena noche , eh, informooo un LAN al momento observa un globo, eh, sobre calle de rodaje GOLF, muy cerca a PAPA, informa que está bastante bajo el globo,
01:06:44	SIERRA MIKE	Recibido, ya me acerco señor.
01:06:46	Controlador superficie EDR Norte.	Muy amable.
01:06:49	Controlador superficie EDR Norte.	INDIA ROMEO Superficie.
01:06:50	INDIA ROMEO	Prosiga para INDIA ROMEO

01:06:52	Controlador superficie EDR Norte.	INDIA ROMEO buena noche, pendiente informaron un, reportaron un globo, sobre calle de rodaje GOLF con PAPA, aproximadamente se encuen, se encuentra a la altura de.. de PAPA, para estar pendiente en las plataformas. (Transcripción textual)
01:07:05	INDIA ROMEO	Ehhh, Recibido, ya estoy cerca también al área para verificar.
01:07:09	Controlador superficie EDR Norte.	Muy amable
01:07:19	LAN 4027	Sobreee, FOX, está ahí estacionado en este momento sobre FOX.
01:07:21	Controlador superficie EDR Norte.	SIERRA MIKE superficie.
01:07:22	SIERRA MIKE	Siga para SIERRA MIKE
01:07:23	Controlador superficie EDR Norte.	SIERRA MIKE me informan que al momento a la... se encuentra a la altura de FOXTROT.
01:07:27	SIERRA MIKE	Recibido, ya me acerco señor.
01:07:40	CONTROL FAUNA	Superficie El Dorado, Control Fauna.
01:07:42	Controlador superficie EDR Norte.	Prosigue Control Fauna
01:07:44	CONTROL FAUNA	Señor muy buena noche, a la hora me encuentro en posición ocho dos, solicito cruce GOLF a Bomberos.
01:07:49	Controlador superficie EDR Norte.	Aprobado cruce, vía GOLF
01:07:51	CONTROL FAUNA	Aprobado el cruce vía GOLF, si señor, muchas gracias, feliz noche.
01:08:13	SIERRA MIKE	Señor el globo ya está entrando a CATAM.
01:08:16	Controlador superficie EDR Norte.	Reecibido,
01:08:33	CCCOX	Superficie el triple Charlie Oscar X-RAY, sobre Spot veintisiete
01:08:35	Controlador superficie EDR Norte.	Charlie Oscar X-RAY, continúe su remolque vía Delta Papa y mantenga antes de Bravo.
01:08:43	CCCOX	Delta Papa antes de Bravo para el triple Charlie Oscar X-Ray, Muchas gracias,
01:10:32	Controlador superficie EDR Norte.	LAN Colombia cuatro cero dos siete, al paso del remolque de la compañía saliendo por Delta, continúe su rodaje por delta a la siete cuatro.
01:10:40	LAN 4027	Me confirma por favor las instrucciones para el LAN Colombia cuatro cero dos siete por favor.
01:10:44	Controlador superficie EDR Norte.	Correcto, cuatro cero dos siete, a la salida del, Airbus de la compañía remolcado por Delta, continúe su rodaje vía Delta a la posición siete cuatro.
01:10:54	LAN 4027	Vía Delta a la posición siete cuatro, a la salida del Airbus de la compañía, muy buena noche feliz año, muy amable.
01:11:38	AVA8548	Listo a rodar el Avianca ocho cinco cuatro ocho, spot dos, nueve cinco.

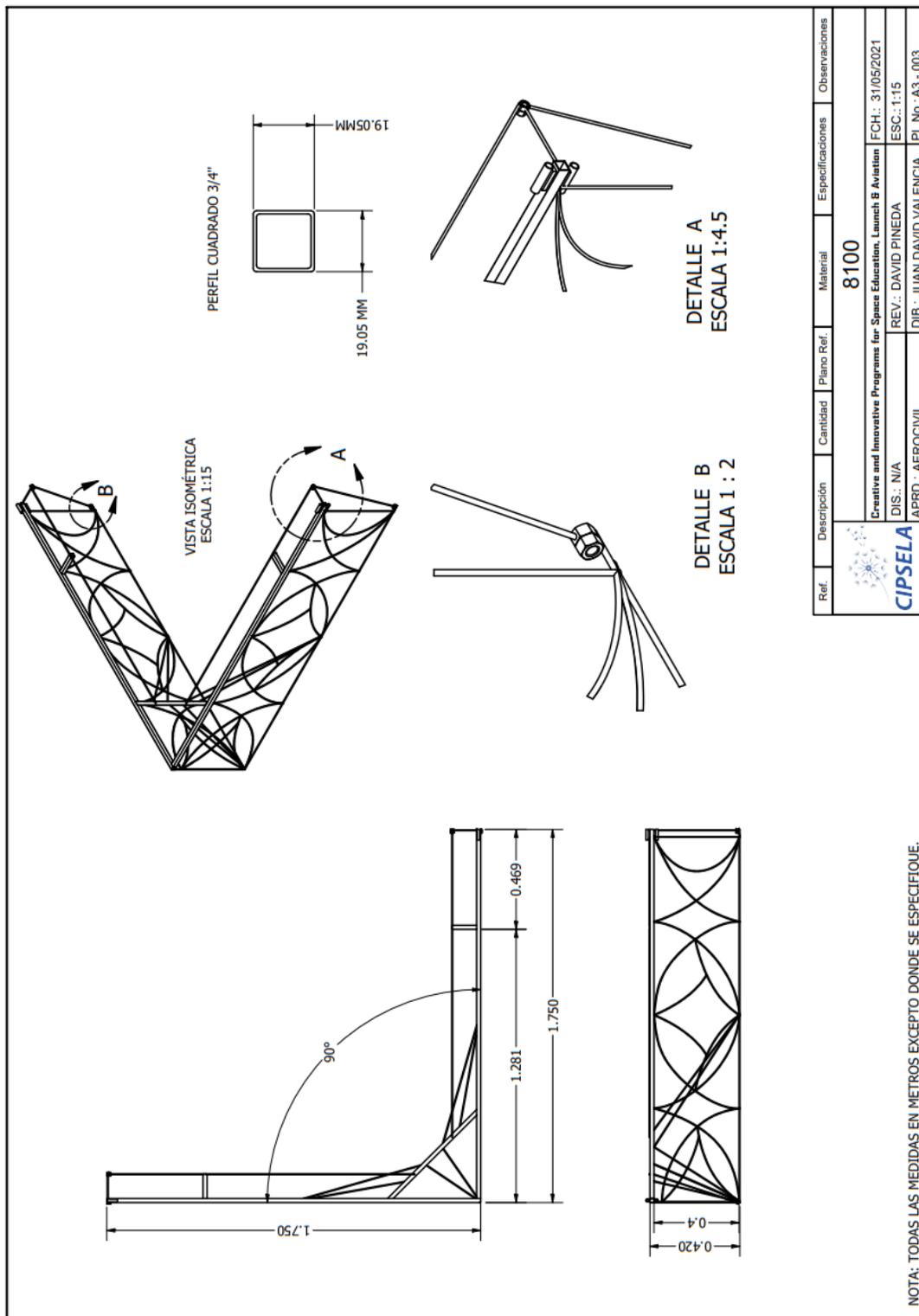
01:11:45	Controlador superficie EDR Norte.	Recibido, ocho cinco cuatro ocho, mantenga... escucha.
01:12:06	Controlador superficie EDR Norte.	Avianca ocho cinco cuatro ocho, está reautorizado para la pista uno tres derecha, en procedimiento de salida OSUS Uno Romeo, con viraje hacia...la izquierda, rueda ahora vía Papa Alfa al punto, eh , disculpe, Papa Kilo al punto de espera para la uno tres derecha y mantenga fuera de pista.
01:12:22	AVA8548	(Señal distorsionada, transmisión no se entiende)
FIN DE LAS TRANSCRIPCIONES DE LA FRECUENCIA DE SUPERFICIE.		
TRANSCRIPCIÓN DE LAS GRABACIONES DE LA FRECUENCIA 118.1 Mhz, TORRE NORTE EL DORADO, DÍA 31 DE DICIEMBRE DE 2020. ENTRE LAS 01:02:46 UTC y las UTC 01:11:27		
Hora UTC Hora-min-seg	Estación que transmite	Transcripción.
01:02:46	AVA 029	El Dorado Torre, muy buenas noches, Avianca cero dos nueve, ANVES ILS Yankee uno tres izquierda.
01:02:53	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz.	Avianca cero dos nueve, buena noche, uno tres izquierda, viento de cola uno tres cero grados, cero dos nudos, jj corección;jj, continúe la aproximación Yankee uno tres izquierda, es número uno.
01:03:01	AVA029	Turno dos, Avianca cero dos nueve. (Error operacional lado piloto, no es detectado por el controlador.)
01:03:22	LAN 4098	El Dorado Torre Norte, LAN Colombia cuatro cero nueve ocho, muy buena noche, próximo a alcanzar punto de espera Alfa tres , pista uno tres izquierda, listo al despegue
01:03:31	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz.	Recibido, LAN Colombia cuatro cero nueve ocho, uno tres izquierda viento de cola tres cuatro cero grados, cero tres nudos, autorizado despegar.
01:03:38	LAN 4098	Autorizado despegar pista uno tres izquierda, LAN Colombia cuatro cero nueve ocho.
01:06:02	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz.	Avianca Cero dos nueve, uno tres izquierda, viento cruzado tres seis cero grados, cero tres nudos, autorizado aterrizar.
01:06:08	AVA 029	Autorizado aterrizar uno tres izquierda Avianca Cero dos nueve
01:06:26	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz.	LAN Colombia cuatro cero nueve ocho, virando izquierda uno dos uno coma tres.
01:06:30	LAN 4098	Bogotá Terminal Norte, uno dos uno coma tres , LAN Colombia cuatro cero nueve ocho, buena noche, gracias.
01:06:35	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz.	Buena noche.

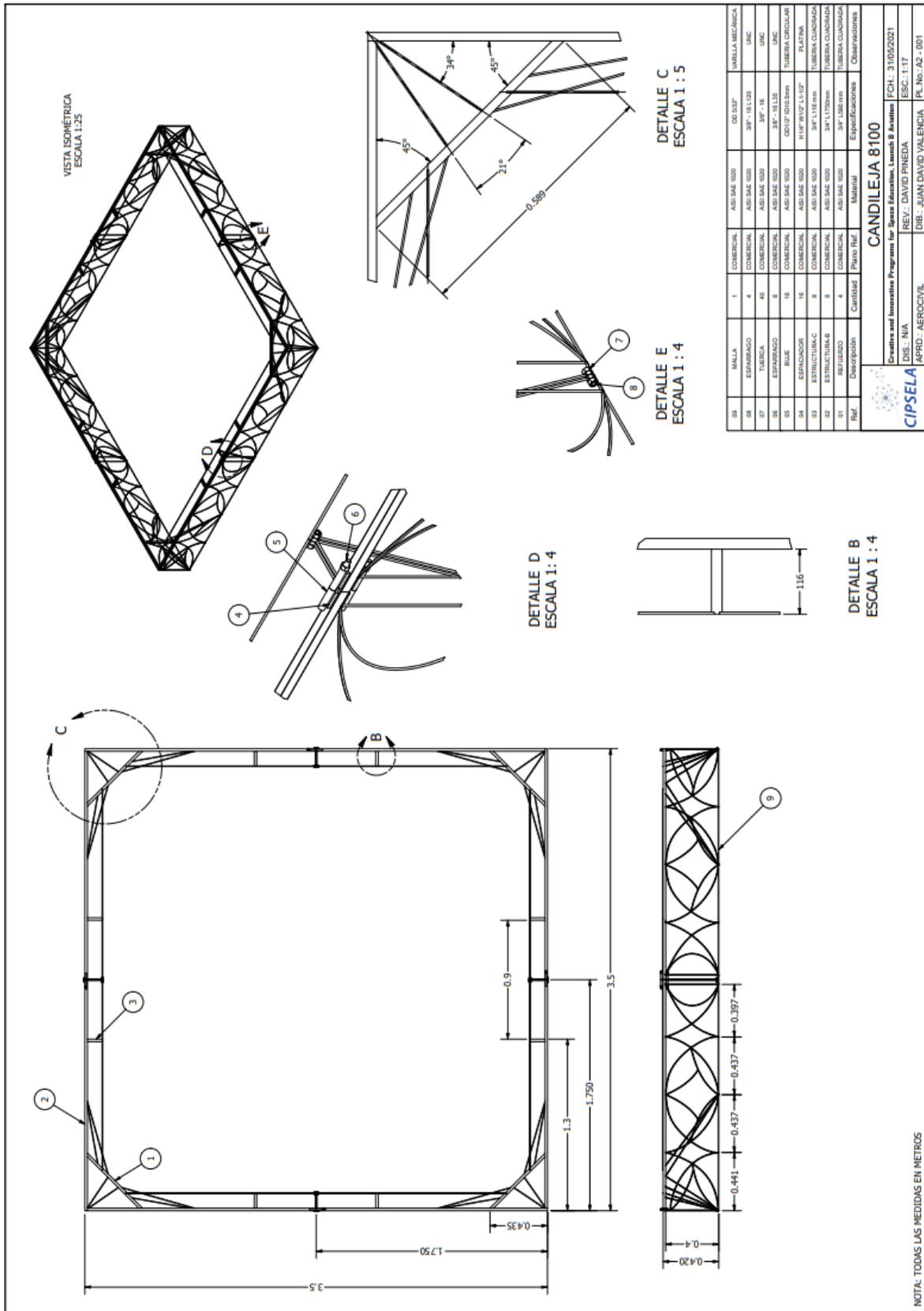
01:07:56	LAN 4070	El Dorado Torre Norte, Buena noche, LAN Colombia cuatro cero siete cero, próximo a ANVES , aproximación ILS Yankee uno tres izquierda,
01:08:03	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz.	LAN Colombia cuatro cero siete cero, muy buena noche, continúe aproximación pista uno tres izquierda, es número dos, espere pista libre.
01:08:08	LAN 4070	Número dos , pendiente pista libre, LAN Colombia cuatro cero siete cero.
01:08:32	AVA8552	El Dorado Torre muy buena noche Avianca, ocho cinco cinco dos, Alfa tres, listos cuando conveniente.
01:08:39	SIERRA MIKE	El Dorado Torre Sierra Mike.
01:08:42	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz.	Sierra Mike Prosigue.
01:08:43	SIERRA MIKE	Señorita hay un globo gigante, próximo a la pista norte, ya... creo que va a caer en zona de seguridad, ya le confirmo.
01:08:51	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz.	¿Confirma?, tengo una aeronave en final próxima a aterrizar.
01:08:57	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz.	Ocho cinco cinco dos, mantendrá fuera de pista y pendiente.
01:09:02	AVA8552	Mantendrá fuera de pista y pendiente Avianca ocho cinco cinco dos.
01:09:23	SIERRA MIKE	Señorita, el globo está cerca a la pista, ¡ cayó en la pista ¡.
01:09:28	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	Recibido, eh eh Sierra Mike , por alfa cuatro eh eh, podría ingresar?, ¿pendiente con el Avianca que sentó ruedas en este momento?.
01:09:38	SIERRA MIKE	¡ A la hora ingresando ¡ y... por favor bomberos urgente a la pista, una aeronave... impactó el globo.
01:09:44	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	Recibido,
01:09:50	(Sonido de marcación de tres dígitos en teléfono digital.)	
01:09:52	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	Avianca cero dos nueve, ¿ puede continuar con su rodaje?
01:09:55	AVA029	Afirmativo, hasta la ... (grabación de la comunicación se solapa con la respuesta del bombero)
01:09:56	Bomberos... norte, habla el Bombero Gómez.	

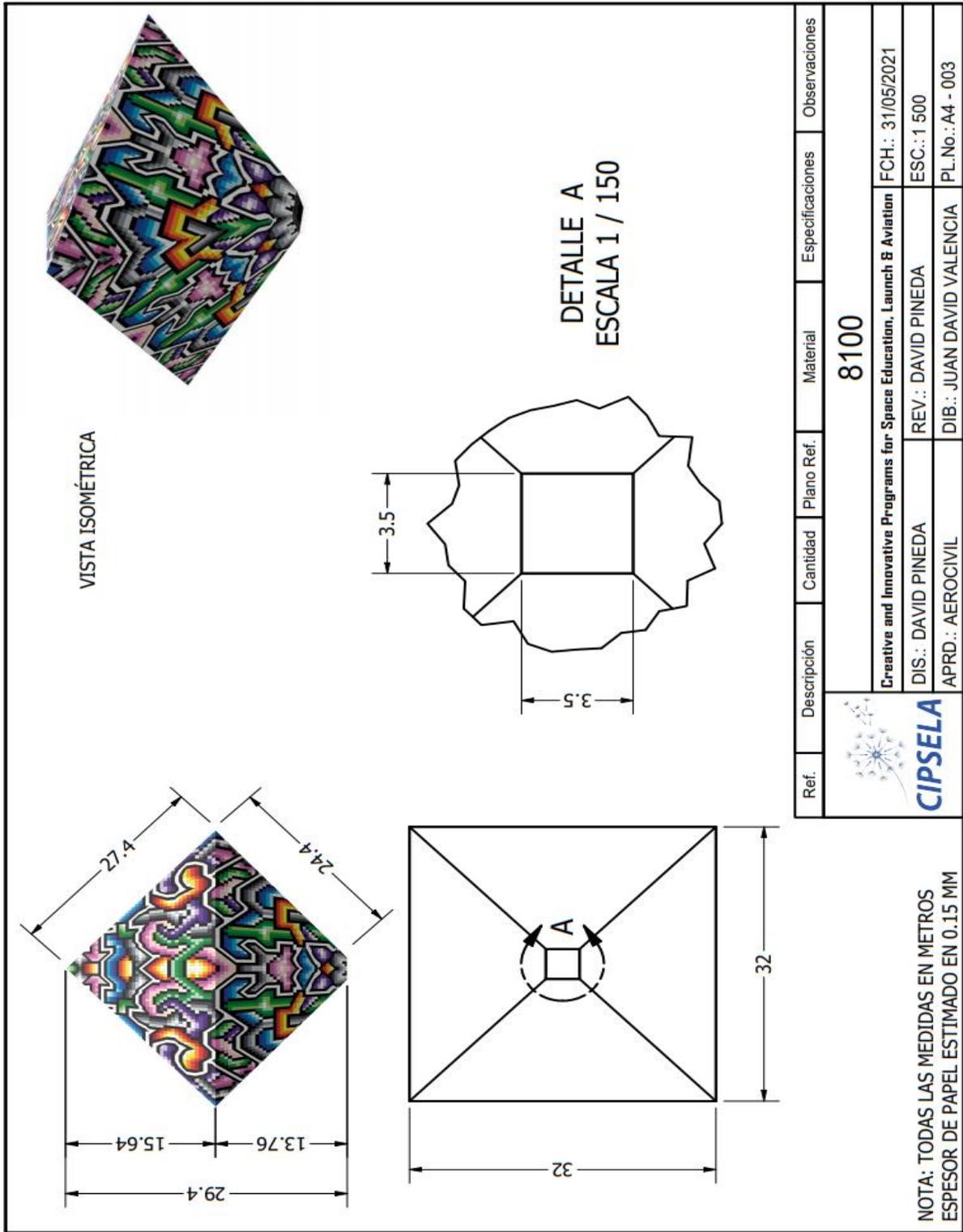
01:09:59	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	Recibido, ¿no sufrió ningún tipo de daños ?.
01:10:01		¡ Aló ¡
01:10:02	AVA029	No señora, pues ya tocaría mirar en tierra si...(grabación se solapa con la respuesta del bombero)
	Bombero	Bomberos norte , habla el bombero Gómez, buenas noches,
01:10:08	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	Recibido, bomberos, es que hay un globo, que procedió hacia la pista izquierda, acaba de aterrizar el Avianca cero dos nueve,
01:10:16	Bombero	¿ Si?
01:10:17	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	Va a abandonar por alfa ocho, entonces para hacer una revisión.
01:10:20	LAN4078	Final en Aproximación, LAN Colombia cuatro cero siete ocho.
01:10:22	Bombero	Okey, ¿ el Avianca que está abandonando ?.
01:10:23	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	Si.
01:10:24	Bombero	Requiereeee, ¿ acompañamiento de inmediato?
01:10:25	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	Regálame un segundo, Sierra Mike , ¿ prosigue ?.
01:10:28	SIERRA MIKE	Señorita no, la pista quedó contaminada, ehh, por el globo, un globo muy grande,
01:10:32	Bombero	¿ Sabe si tuvo ingesta?
01:10:33	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	Ehhh, no sabemos., Avianca cero dos nueve, ingrese a la paralela Alfa, pendiente para revisión por parte de bomberos.
01:10:42	AVA029	Enterado ... (comunicación no se entiende).
01:10:47	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	Bomberos, entonces proceda a la paralela Alfa
01:10:49	Bombero	Ehhhh, ¿ la aeronave se va a detener ? ¿ cierto?
01:10:50	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	si
01:10:50	Bombero	Okey, listo,
01:10:51	LAN 5070	Torre El Dorado, instrucciones para el cinco cero siete cero, por favor
01:10:53	Controlador Torre Norte El	LAN Colombia cinco cero siete cero, mantenga escucha, prevea aproximación frustrada,

	Dorado Frec, 118.1 Mhz	
01:10:54	Bombero	¡ se escucha entrecortado ¡
01:10:55	LAN 5070	Prevee frustrada, LAN Colombia cinco cero siete cero.
01:10:57	Bombero	¡ Se escucha entrecortado ¡
01:10:59	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	Avianca cero dos nueve ingrese a la activa y mantenga posición, procediendo los bomberos al momento.
01:11:05	Bombero	¡ Se escucha entrecortado ¡
01:11:06	AVA 029	Confirma , estamos sobre alfa , y mantendríamos sobre alfa cero dos nueve.
01:11:11	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	¡ Correcto¡, eh, bomberos , ya está procediendo sobre alfa y mantiene.
01:11:14	Bombero	Okey, perfecto
01:11:15	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	¿ listo?
01:11:17	Bombero	¿ Hacia qué salida, es ? ¿ hacia qué?
01:11:18	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	Alfa ocho.
01:11:19	Bombero	okey
01:11:20	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	Listo. (se escucha el sonido de colgar el auricular y cortar la llamada con el bombero)
01:11:22	Controlador Torre Norte El Dorado Frec, 118.1 Mhz	LAN Colombia cinco cero siete cero, continúe aproximación frustrada, pista uno tres izquierda.
01:11:27	LAN 5070	Inicia frustrada LAN Colombia cinco cero siete cero.
FIN DE LAS TRANSCRIPCIONES DE LA FRECUENCIA DE TORRE NORTE 118.1 Mhz.		

Anexo. No. 2: Información técnica del globo





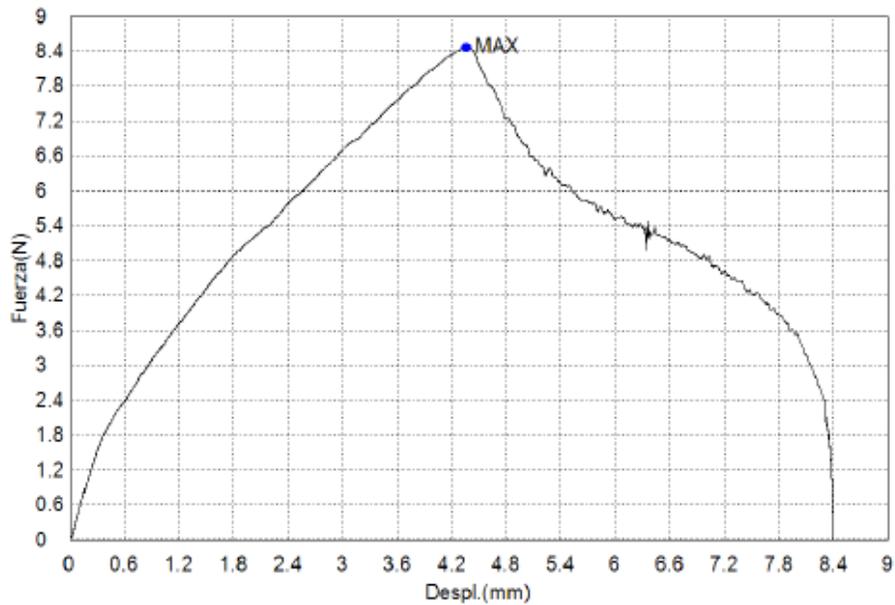


Anexo No. 3: Prueba de Tracción de Materiales (Globo)

PRUEBA TRACCIÓN 1

Nombre de producto	Papel 1	Operador	Walter Villaneda
Solicitado	Ing David Pineda	Fecha de informe	6/15/2021
Fecha de ensayo	6/10/2021	Temperatura	23°C
Humedad:	43%	Velocidad	1mm/min

Nombre Parametros	Carga Max Calc. at Entire Areas	Esfuerzo Max Calc. at Entire Areas
Unidad	N	N/mm2
Papel 1	8.46942	4.45759

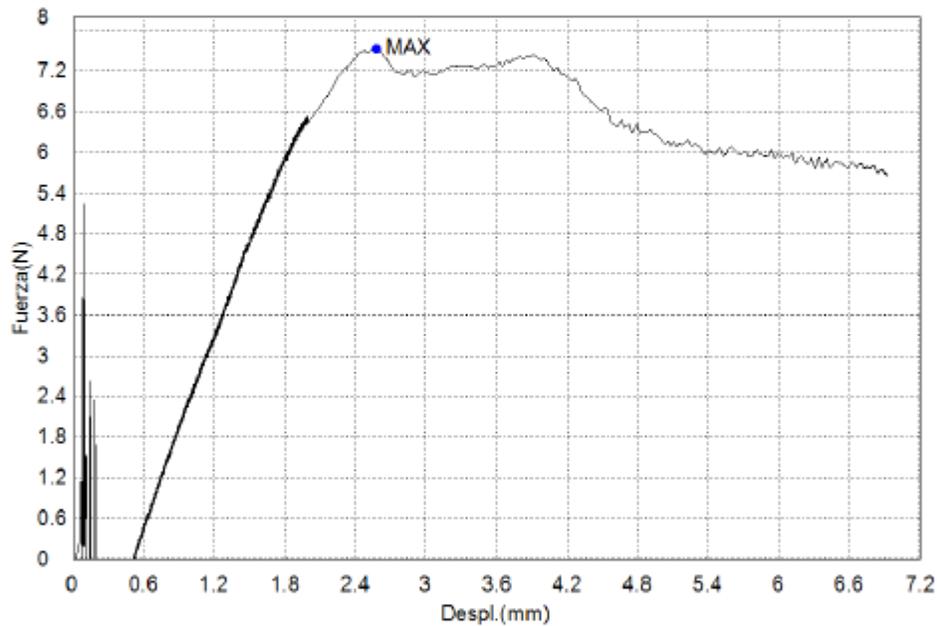


Comentarios

PRUEBA TRACCIÓN 2

Nombre de producto	Papel 2	Operador	Walter Villaneda
Solicitado	Ing David Pineda	Fecha de informe	6/15/2021
Fecha de ensayo	6/10/2021	Temperatura	23°C
Humedad:	43%	Velocidad	1mm/min

Nombre Parametros	Carga Max Calc. at Entire Areas	Esfuerzo Max Calc. at Entire Areas
Unidad	N	N/mm2
Papel 2	7.52290	3.95942

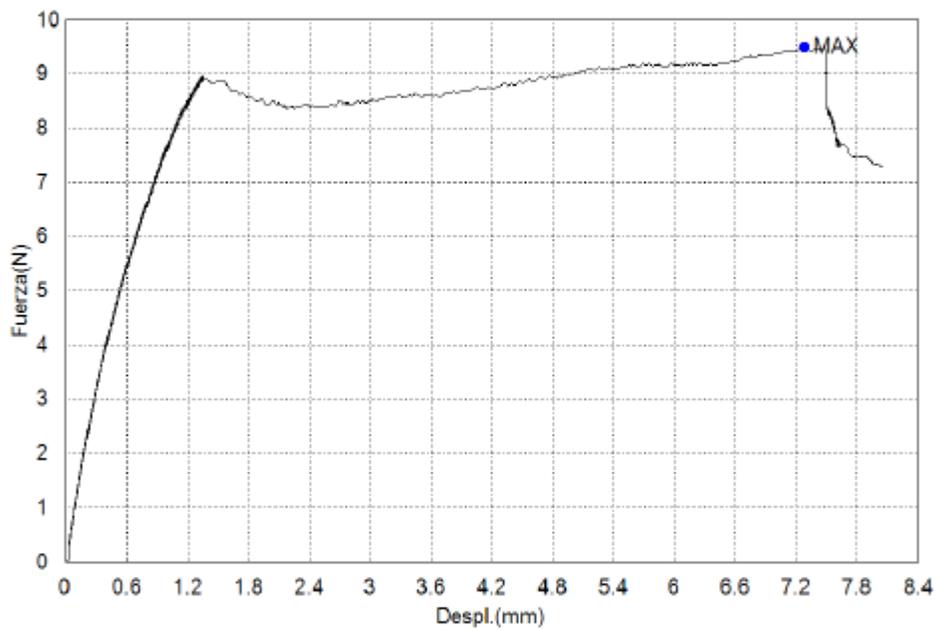


Comentarios

PRUEBA TRACCIÓN 3

Nombre de producto	Papel 3	Operador	Walter Villaneda
Solicitado	Ing David Pineda	Fecha de informe	6/15/2021
Fecha de ensayo	6/10/2021	Temperatura	23°C
Humedad:	43%	Velocidad	1mm/min

Nombre Parametros	Carga Max Calc. at Entire Areas	Esfuerzo Max Calc. at Entire Areas
Unidad	N	N/mm2
Papel 3	9.48509	4.99215

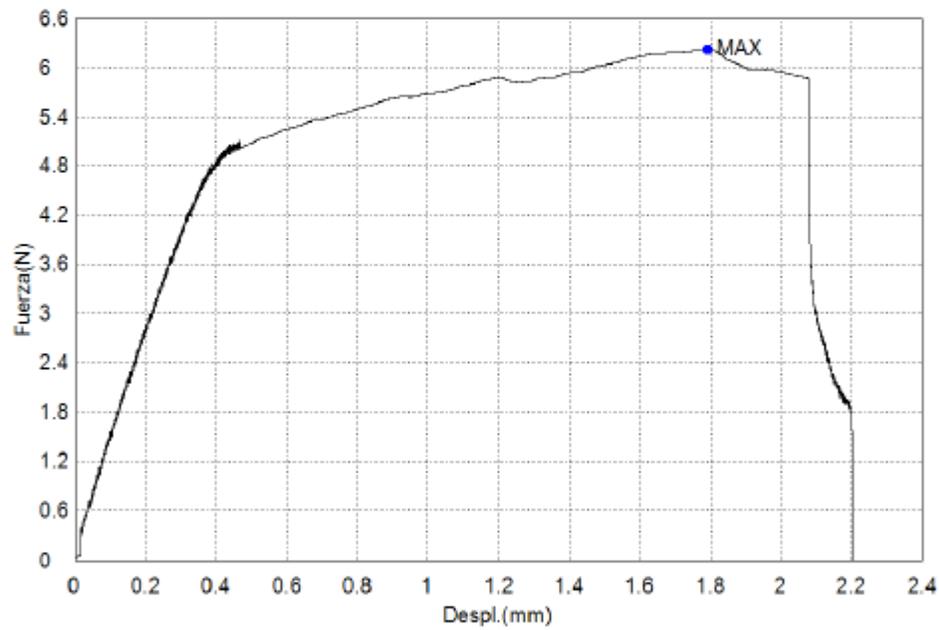


Comentarios

PRUEBA TRACCIÓN 4

Nombre de producto	Papel 4	Operador	Walter Villaneda
Solicitó	Ing David Pineda	Fecha de informe	6/15/2021
Fecha de ensayo	6/10/2021	Temperatura	23°C
Humedad:	43%	Velocidad	1mm/min

Nombre Parametros	Carga Max Calc. at Entire Areas Unidad	Esfuerzo Max Calc. at Entire Areas Unidad
Papel 4	6.22193 N	3.27470 N/mm2



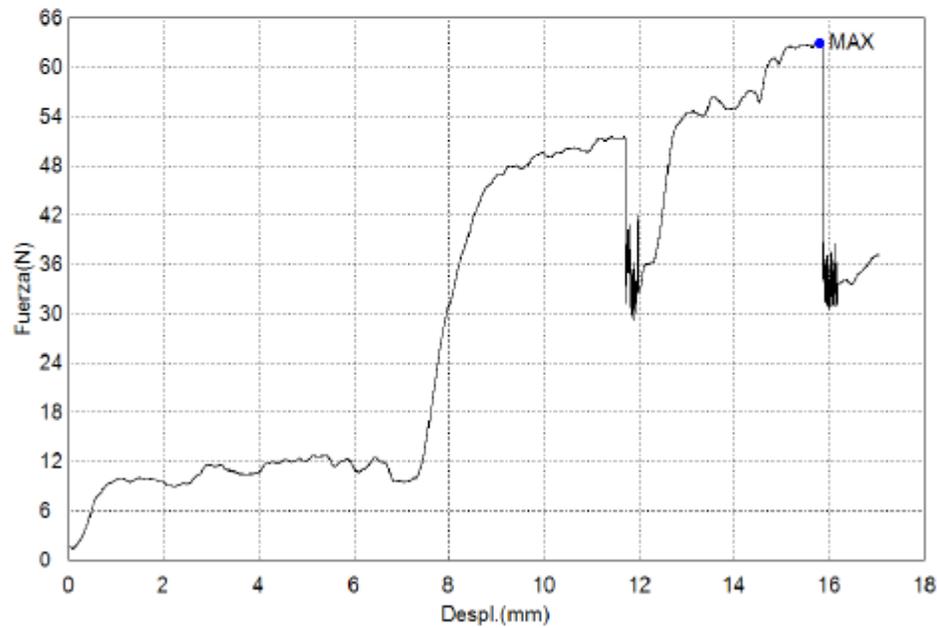
Comentarios

PRUEBA TRACCIÓN 5

Nombre de producto	Papel+cinta 1	Operador	Walter Villaneda
Cliente	David Pineda	Fecha de informe	6/15/2021
Temperatura	22°C	Humedad:	41%
Maquina de encayos	AG-X/MST-X/X-Type	Modo de Ensayo	Sencillo
Tipo de ensayo	Traccion	Velocidad	6mm/min
Forma	Plana		

Nombre de muestra	Espesor	Anchura	Longitud calibrada
Unidad	mm	mm	mm
Papel+cinta 1	0.1000	19.0000	70.0000

Nombre Parametros	Carga maxima Calc. at Entire Areas	Esfuerz Max Calc. at Entire Areas
Unidad	N	MPa
Papel+cinta 1	62.8948	33.1025



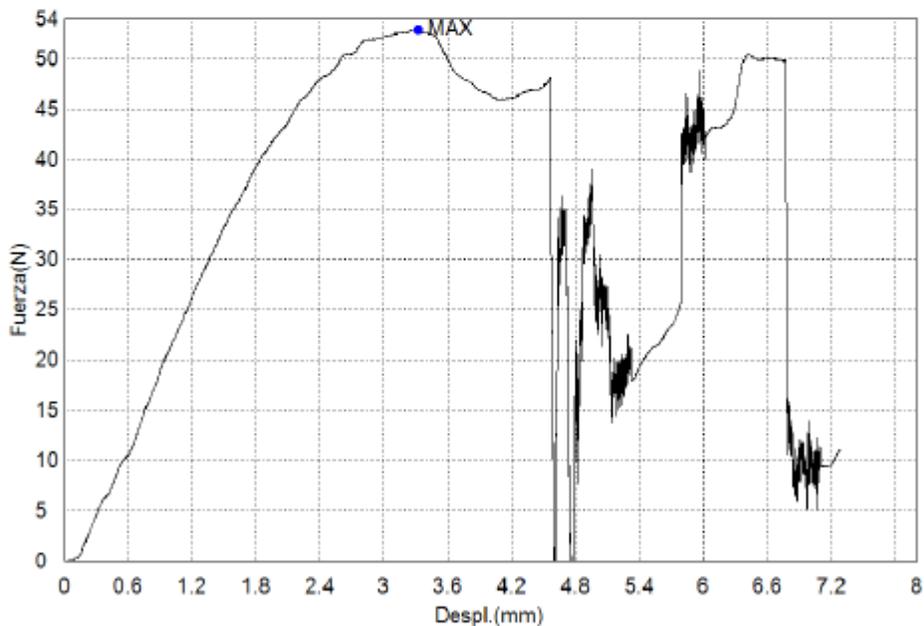
Comentarios:
Rompe en la zona de contacto con la mordaza

PRUEBA TRACCIÓN 6

Nombre de producto	Papel+cinta 2	Operador	Walter Villaneda
Cliente	David Pineda	Fecha de informe	6/15/2021
Temperatura	22°C	Humedad:	41%
Maquina de ensayos	AG-X/MST-X/X-Type	Modo de Ensayo	Sencillo
Tipo de ensayo	Traccion	Velocidad	6mm/min
Forma	Plana		

Nombre de muestra	Espesor	Anchura	Longitud calibrada
Unidad	mm	mm	mm
Papel+cinta 2	0.1000	19.0000	70.0000

Nombre Parametros	Carga maxima Calc. at Entire Areas	Esfuerz Max Calc. at Entire Areas
Unidad	N	MPa
Papel+cinta 2	52.8812	27.8322



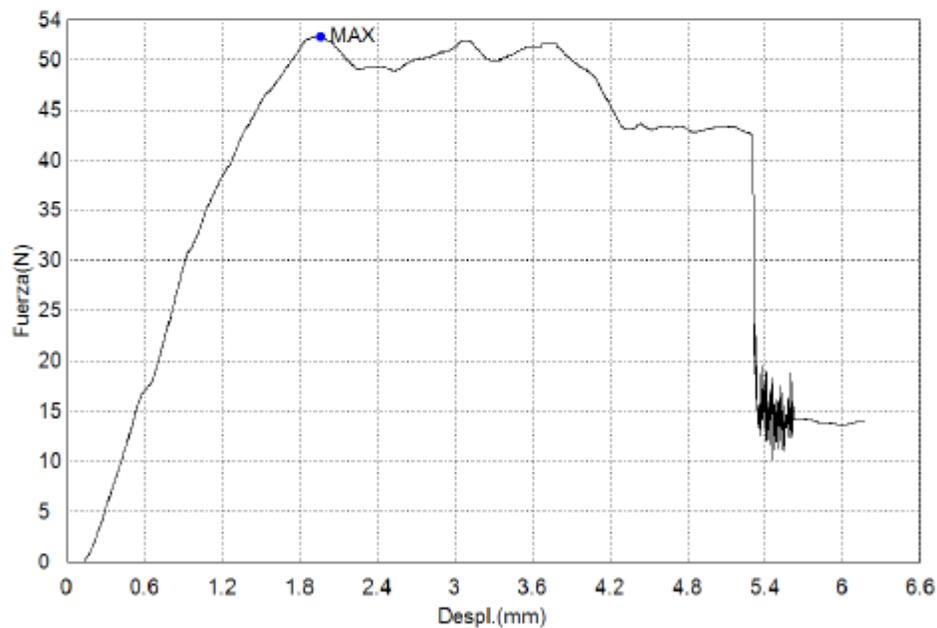
Comentarios:
Rompe en la zona de contacto con la mordaza

PRUEBA TRACCIÓN 7

Nombre de producto	Papel+cinta 3	Operador	Walter Villaneda
Cliente	David Pineda	Fecha de informe	6/15/2021
Temperatura	22°C	Humedad:	41%
Maquina de ensayos	AG-X/MST-X/X-Type	Modo de Encayo	Sencillo
Tipo de ensayo	Traccion	Velocidad	6mm/min
Forma	Plana		

Nombre de muestra	Espesor	Anchura	Longitud calibrada
Unidad	mm	mm	mm
Papel+cinta 3	0.1000	19.0000	70.0000

Nombre Parametros	Carga maxima Calc. at Entire Areas	Esfuerz Max Calc. at Entire Areas
Unidad	N	MPa
Papel+cinta 3	52.3090	27.5311

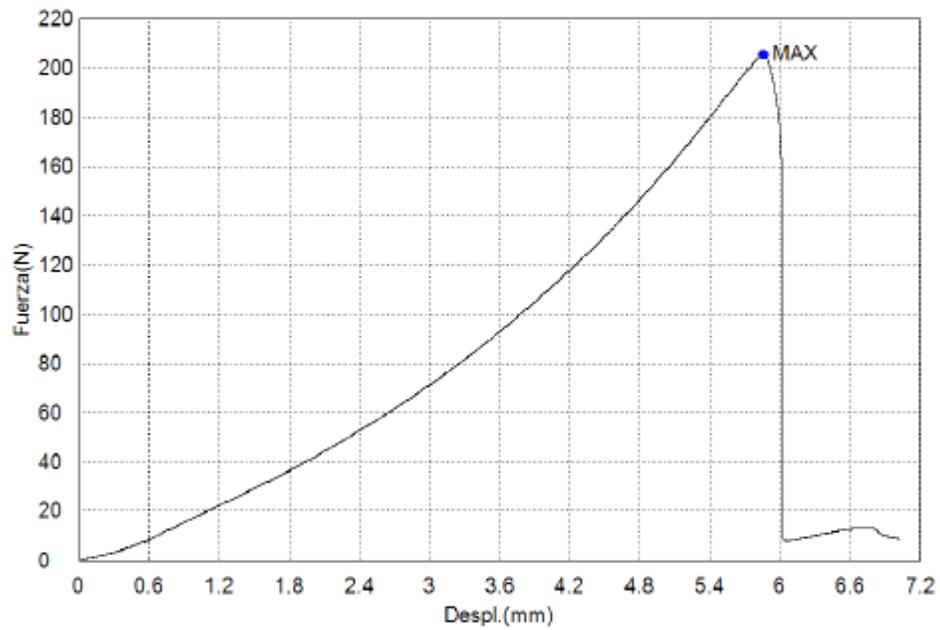


Comentarios:
Rompe en la zona de contacto con la mordaza

PRUEBA TRACCIÓN 8

Nombre de producto	Papel+cinta+kevlar 1	Óperador	Walter Villaneda
Solicitó	Ing David Pineda	Fecha de informe	6/15/2021
Fecha de ensayo	6/8/2021	Temperatura	23°C
Humedad:	43%	Velocidad	1mm/min

Nombre Parametros	Carga Max Calc. at Entire Areas	Esfuerzo Max Calc. at Entire Areas
Unidad	N	MPa
Prueba 8	205.456	26159.5

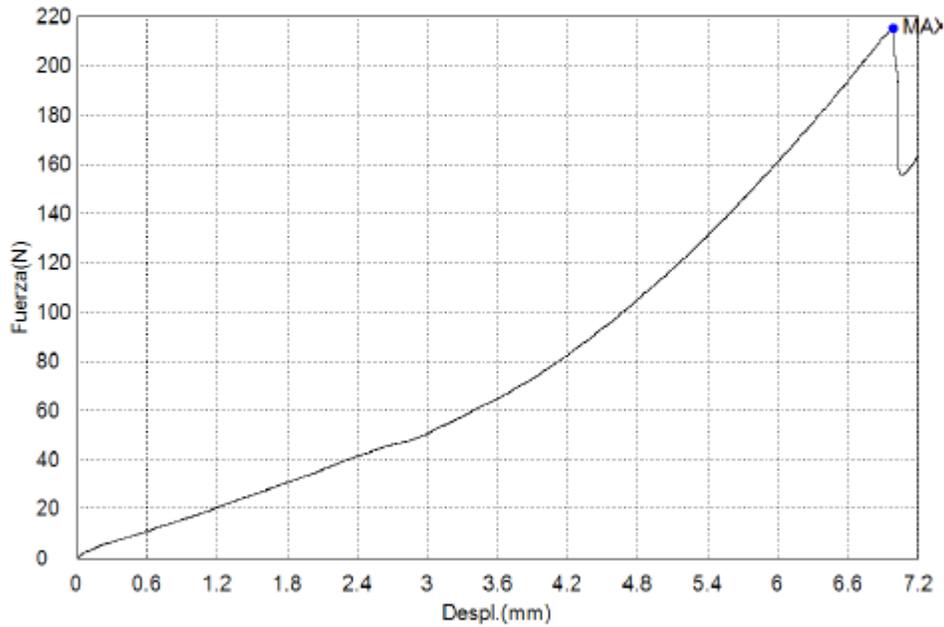


Comentarios

PRUEBA TRACCIÓN 9

Nombre de producto	Papel+cinta+kevlar 2	Operador	Walter Villaneda
Solicitado	Ing David Pineda	Fecha de informe	6/15/2021
Fecha de ensayo	6/8/2021	Temperatura	23°C
Humedad:	43%	Velocidad	1mm/min

Nombre Parametros	Carga Max Calc. at Entire Areas	Esfuerzo Max Calc. at Entire Areas
Unidad	N	MPa
Prueba 9	215.251	27406.6

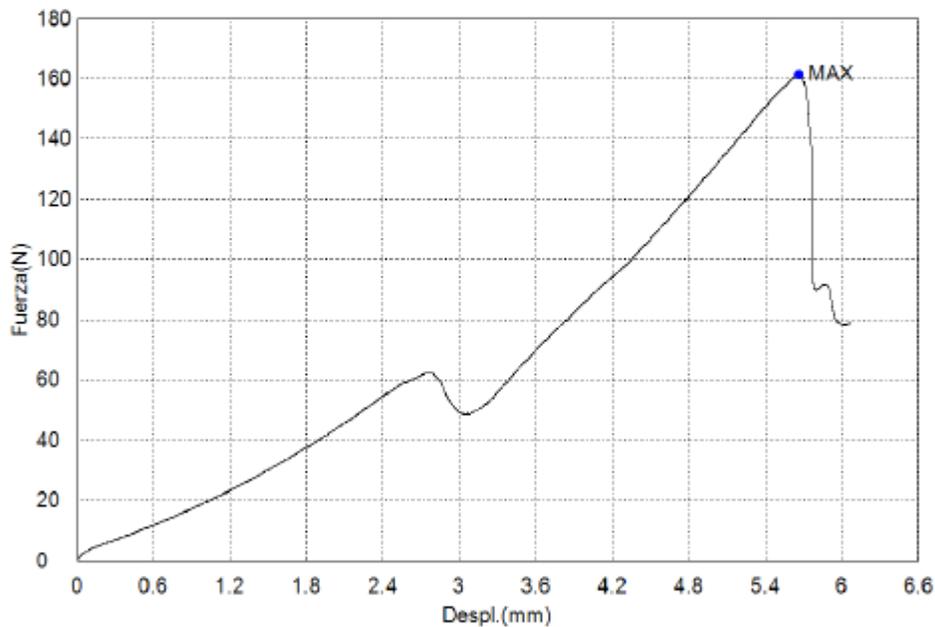


Comentarios

PRUEBA TRACCIÓN 10

Nombre de producto	Papel+cinta+kevlar 3	Operador	Walter Villaneda
Solicitado	Ing David Pineda	Fecha de informe	6/15/2021
Fecha de ensayo	6/8/2021	Temperatura	23°C
Humedad:	43%	Velocidad	1mm/min

Nombre Parametros	Carga Max Calc. at Entire Areas	Esfuerzo Max Calc. at Entire Areas
Unidad	N	MPa
Prueba 10	161.468	20558.8



Comentarios

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Av. Eldorado No. 103 – 15, Piso 5º.

investigacion.accide@aerocivil.gov.co

Tel. +(571) 2963186

Bogotá D.C. - Colombia



Grupo de Investigación de Accidentes

GRIAA

GSAN-4.5-12-053



AERONÁUTICA CIVIL
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL