

RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN

-RAI-

Fecha de elaboración: 26-10-2020			
Tipo de documento	TID:	Obra creación:	Proyecto investigación: X
Título: Uso de drones para prevenir accidentes de trabajo en trabajadores de la Gobernación de Antioquia			
Autor(es): Elkin R. Moreno Muñetón Louiced Nevito Sánchez Genis A. Campo Tapia Daniel F. Ramírez Gutiérrez			
Tutor(es): Edgar J. González Gil			
Fecha de finalización: 30 -11- 2020			
Temática: Uso de drones para evitar accidentes en altura en empleados al servicio de la Gobernación de Antioquia			
Tipo de investigación: cualitativa.			
Resumen: Determinar la viabilidad del uso de drones en la prevención de accidentes de trabajo en altura en el caso de trabajadores al servicio de la Gobernación de Antioquia es el objetivo de este trabajo. Mediante una metodología de tipo cualitativo y el reconocimiento de la acción de los drones para efectos de determinar y de orientar acciones, se indagó entre funcionarios y miembros de contratistas a efectos de verificar si era válida la hipótesis alterna de que los drones podían cumplir objetivos de prevención de riesgos en algunos trabajos. Efectivamente se logró determinar la necesidad y la conveniencia de que en ciertas dependencias se copiara información relacionada con el estado de las alturas o desde alturas el estado de los territorios a recorrer, de tal manera que los trabajos se acompañaran de la información que proviene de los drones, con el fin de garantizar la seguridad en el trabajo, minimizando los riesgos de caídas desde alturas.			
Palabras clave: Drones, riesgos laborales, trabajos en altura, accidentes.			
Planteamiento del problema: La Gobernación de Antioquia ocupa personal que realiza trabajos en altura como son la limpieza de fachadas, el mantenimiento de ventanas y luminarias, la construcción de obras civiles, la inspección al territorio rural, así como la asistencia cuando ocurren desastres. La actividad en alturas está calificada como peligrosa ya que los empleados operativos están suspendidos y desprenderse o causar accidentes a quienes están abajo, por caída de elementos. Los trabajos en puentes y vías y la supervisión de dichas obras son actividades de riesgo; también existe riesgo cuando se trabaja en excavaciones sin pisar el suelo o en minas bajo tierra. Quienes laboran para auxiliar a las poblaciones en casos de desastres y avalanchas se someten al trabajo en altura que implican riesgos de accidente y muerte. Los drones como productos tecnológicos pueden ser indicados en este tipo de labores, en funciones de prevención. Actualmente se diseñan y utilizan en diferentes actividades, entre estas en la agricultura, en la fumigación e inspección de grandes áreas de plantíos y en seguridad física, como lo hace la policía para fortalecer la vigilancia. Se podrían utilizar por los empleados al servicio de la Gobernación de Antioquia en actividades relacionadas con trabajo en alturas.			

Objetivos:

Se busca determinar la viabilidad del uso de drones en la prevención de accidentes de trabajo en alturas para trabajadores al servicio de la Gobernación de Antioquia.

Marco teórico:

En este trabajo de investigación se definen los accidentes de trabajo, de conformidad con la reglamentación del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2010): se trata de todo suceso repentino que sucede porque el trabajo lo ha causado o porque se da con ocasión de él. También se sigue la definición establecida por la Ley 1562 de 2012 que establece: “El accidente de trabajo es todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psiquiátrica, una invalidez o la muerte”.

Lo anterior significa que los efectos del accidente de trabajo generan lesiones orgánicas, perturbaciones funcionales, invalidez total y la misma muerte.

Los accidentes de trabajo se evalúan dentro del análisis de riesgos como examen metódico de la tarea a realizar y de la certificación de los equipos que pueden evitar los riesgos causados.

Teniendo en cuenta la definición de los drones, como vehículos que pueden volar sin que estén tripulados, como lo exponen Castro y Urrego (2017), se considera que los diversos tipos, usos y modelos pueden desempeñar funciones para la seguridad y la vigilancia, así como el monitoreo de procesos y eventos. Tienen un uso importante para el mantenimiento de redes eléctricas, topografía y geodesia, para la agronomía, la minería, el desarrollo catastral, el control y realización de obras en edificaciones.

Los drones y su trabajo se enfocan en la perspectiva planteada por la organización en Riesgos laborales – Prevencionar.com y Bajo J. (2020) que definen los drones en dos sentidos: como equipo de trabajo y como ayuda en determinadas actividades (p.1).

Cuando se trata de equipo de trabajo, un dron mejora la calidad y la productividad además de que reduce los riesgos que corre el trabajador en campos como el de la electricidad y las telecomunicaciones que casi siempre se realizan en torres y que implican el gran riesgo de las caídas. En el segundo caso, los drones constituyen importantes instrumentos que cumplen un importante papel en la observación y la medición en determinados espacios, lo que conlleva un riesgo alto (p. 1).

Método: La metodología utilizada para el desarrollo del presente estudio se basó en la investigación aplicada con enfoque cualitativo, buscando materializar el conocimiento y la experiencia referenciada por personal capacitado, con experiencia en el área, tales como ingenieros, técnicos, coordinadores, supervisores de obra personal del área de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Gobernación de Antioquia.

Es un trabajo inductivo, bibliográfico y propositivo. Toma estudios hechos en campos donde se acciona con drones, se infiere a partir de sus presupuestos y se validan sus resultados para aplicarlos en trabajos de distintas dependencias adscritas a la Gobernación de Antioquia.

Se tienen en cuenta los resultados obtenidos de las entrevistas respondidas por personal al servicio de la Gobernación de Antioquia y sus contratistas.

Este equipamiento teórico y metodológico permite validar las tres hipótesis formuladas: i) Los drones mitigan los riesgos en todo tipo de trabajos; ii) los drones no son útiles para mitigar los riesgos en las actividades laborales; y iii) los drones prestan un gran servicio en la mitigación de riesgos en algunas dependencias donde prestan sus servicios los funcionarios de la Gobernación de Antioquia.

Resultados, hallazgos u obra realizada:

Los resultados que se lograron con este trabajo se obtuvieron a partir de la exploración teórica y de las entrevistas estructuradas y semiestructuradas que se sostuvieron con personal al servicio de la Gobernación de Antioquia bien como empleados o como contratistas.

Se buscó verificar las dos primeras hipótesis, una que afirmaba la incidencia de los drones para evitar accidentes en altura; la segunda negaba tajantemente dicho efecto.

Los resultados que arrojó la exploración bibliográfica se orientó hacia la tercera hipótesis, ya que los drones se utilizan en actividades específicas que fue el resultado que se obtuvo de las entrevistas.

Conclusiones:

Los resultados obtenidos confirman la tercera hipótesis y dan respuesta a la pregunta formulada. Esta afirmación se fundamenta en dos razones principales: todos los entrevistados se refieren a la necesidad de utilizar drones para prevenir accidentes, bien sea porque estos dispositivos tecnológicos constituyen un elemento de trabajo o porque brindan información que permite hacer más rigurosas las normas de control de riesgos. Los funcionarios que prestan el servicio de inspección, control y vigilancia de las labores obtienen un gran apoyo en los drones, lo que conlleva un mejor direccionamiento de los operarios con el fin de que se ubiquen de la mejor manera, manipulen las herramientas de manera correcta, realicen los movimientos necesarios, sin que con ello se corran riesgos laborales, ni para ellos, ni para quienes se encuentren en el piso a distancias donde puedan estar sometidos a contingencias por caídas.

En los trabajos de campo y en los de asistencia en desastres, los drones contribuyen de manera fundamental a la seguridad de quienes recorren las áreas para fines de reconocimiento o de direccionar acciones de salvamento o para evitar peligros. La información que aportan los drones es de gran ayuda para quienes prestan los diversos servicios de auxilio y rescate, ya que las imágenes producidas sirven de guía de exploración y rescate. Es así como lo confirman funcionarios del DAPARD, de la Gerencia de Servicios Públicos, de Servicios Generales, así como de la Gerencia de Proyectos, de la oficina de Planeación, en su función de Catastro, en la Secretaría de Minas y en la Secretaría General.

**Uso de drones para prevenir accidentes de trabajo en trabajadores de la Gobernación
de Antioquia**

Elkin R. Moreno Muñetón Cod. 11204037

Louiced Nevito Sánchez Cod. 11197033

Genis A. Campo Tapia Cod. 11203004

Daniel F. Ramírez Gutiérrez Cod 11203003

**Corporación Universitaria Unitec
Escuela de Ciencias Económicas y Administrativas
Especialización en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo**

Bogotá Distrito Capital

30 de noviembre de 2020

**Uso de drones para prevenir accidentes de trabajo en altura en trabajadores al servicio
de la Gobernación de Antioquia**

Elkin R. Moreno Muñetón Cod. 11204037

Louiced Nevito Sánchez Cod. 11197033

Genis A. Campo Tapia Cod. 11203004

Daniel F. Ramírez Gutiérrez Cod 11203003

Edgar J. González Gil

Director

Corporación Universitaria Unitec

Escuela de Ciencias Económicas y Administrativas

Especialización en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Bogotá, Distrito Capital

30 de noviembre de 2020

*A nuestros padres por su apoyo incondicional.
A todos quienes nos acompañaron en el camino.*

Agradecimientos

Gracias a las familias de todos, a los padres, hermanos, esposas y esposos quienes fueron el motor del proceso y nos acompañaron en todo momento. Nuestros amigos y amigas también reciben nuestros agradecimientos, pues de ellos hemos aprendido el poder del acompañamiento en los momentos más difíciles.

Finalmente, a todos los participantes de esta investigación, por su tiempo y por la información que, de manera desinteresada, nos permitieron obtener.

Tabla de contenido

Resumen.....	xi
Abstract.....	xi
Introducción	12
Planteamiento del problema.....	14
Justificación	15
Pregunta de investigación.....	17
Objetivos.....	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos.....	17
Marco referencial.....	18
Antecedentes investigativos	18
Marco legal	24
Marco conceptual.....	26
Marco teórico	28
Accidente de trabajo	28
Drones	30
Aplicación de drones en la prevención de riesgos laborales	31
Hipótesis	44
Marco metodológico	47
Tipo y diseño de estudio.....	47
Contexto de la entidad o empresa	47
Participantes o fuentes de datos.....	47
Instrumentos. Recolección de datos.....	48
Resultados	50
Conclusiones.....	62
Recomendaciones.....	65
Discusión.....	66
Referencias bibliográficas.....	69

Lista de tablas

Tabla 1. Marco normativo	24
Tabla 2. Entrevista semiestructurada. Resultados y categorías,	50
Tabla 3. Entrevista estructurada. Resultados y categorías.....	56

Tabla de figuras

<i>Figura 1. Anclajes. Fuente, Proalt ingeniería.....</i>	32
<i>Figura 2. Eslinga de protección contra caídas. Fuente, LAMUELA SAS.....</i>	32
<i>Figura 3. Eslinga de posicionamiento Fuente, LAMUELA SAS.</i>	33
<i>Figura 4. Arnés de cuerpo entero. Fuente, Amazon.es.</i>	34
<i>Figura 5. Absorbedor de choque con ganchos. Fuente, Orbysuply.</i>	34
<i>Figura 6. Mosquetón. Fuente, Fuente Proalt ingeniería propia.</i>	35
<i>Figura 7. Líneas de vida horizontales portátiles. Fuente, Láminas y aceros.</i>	36
<i>Figura 8. Dron Fuente, Sánchez</i>	39
<i>Figura 9. Dron 6 motores Fuente, Sánchez</i>	40
<i>Figura 10. Dron de 4 motores. Fuente Castro y Urrego Fuquene.</i>	40
<i>Figura 11. Hélices. Fuente, Elaboración Castro y Urrego</i>	41
<i>Figura 12. Controlador de vuelo . Fuente, Castro T y Urrego Fuquene.....</i>	41
<i>Figura 13. Radio receptor. Fuente, Castro T. y Urrego Fuquene.</i>	42
<i>Figura 14. Batería Fuente, Castro T. y Urrego Fuquene</i>	42
<i>Figura 15. GPS y brújula Fuente, Castro T. y Urrego Fuquene.</i>	43

Resumen

Determinar la viabilidad del uso de drones en la prevención de accidentes de trabajo en altura en el caso de trabajadores al servicio de la Gobernación de Antioquia es el objetivo de este trabajo. Mediante una metodología de tipo cualitativo y el reconocimiento de la acción de los drones para efectos de determinar y de orientar acciones, se indagó entre funcionarios y miembros de contratistas a efectos de verificar si era válida la hipótesis alterna de que los drones podían cumplir objetivos de prevención de riesgos en algunos trabajos. Efectivamente se logró determinar la necesidad y la conveniencia de que en ciertas dependencias se acopiara información relacionada con el estado de las alturas o desde alturas el estado de los territorios a recorrer, de tal manera que los trabajos se acompañaran de la información que proviene de los drones, con el fin de garantizar la seguridad en el trabajo, minimizando los riesgos de caídas desde alturas.

Palabras clave: caídas en altura, riesgos laborales, prevención de riesgos, drones

Abstract

Determining the viability of the use of drones in the prevention of workplace accidents at height in the case of workers at the service of the Government of Antioquia is the objective of this work. Through a qualitative methodology and the recognition of the action of drones for the purpose of determining and guiding actions, officials and members of contractors were investigated in order to verify whether the alternative hypothesis that drones could meet objectives of risk prevention in some jobs. Indeed, it was possible to determine the need and convenience of collecting information related to the state of the heights or from heights, the state of the territories to be covered, in such a way that the works were accompanied by the information that comes from the drones, in order to guarantee safety at work, minimizing the risks of falls from heights.

Keywords: falls from height, occupational hazards, risk prevention, drones

Introducción

Los accidentes por caídas desde alturas están entre las principales causas de lesiones irreversibles y muerte de trabajadores y operarios en diversos ámbitos y con ocurrencia tanto en el ámbito nacional como internacional. Han aumentado los accidentes en número debido al auge de grandes proyectos de infraestructura tales como la construcción de vías y de puentes, pero también con ocasión del mantenimiento de edificaciones, el lavado de fachadas, el cambio de ventanales, entre muchas otras actividades que multiplican los riesgos laborales.

Gracia y Gómez (2019) se refieren a los trabajos en altura y a las cifras de accidentalidad en Colombia y afirman que “En Colombia 1.283 personas murieron en los dos últimos años realizando trabajos en alturas” (p.5). Según los autores, la construcción, es una actividad de alto riesgo, no solo por tener que trabajar en alturas, sino por estar en contacto con elementos eléctricos y porque se manejan objetos contundentes que pueden caer desde la altura a la que esté el trabajador, pero también por excavación y uso de maquinaria pesada (p. 4).

Las graves consecuencias de las caídas desde alturas incluyen problemas y dificultades tanto para la familia de la persona accidentada, que puede perder a un ser querido, pero también para la empresa donde se presenta el accidente. En cuanto a esta tiene que enfrentar problemas legales y económicos y la gestión de diversos trámites que se generan con la ocurrencia del accidente tales como el reporte del evento ante la Administradora de Riesgos Laborales, la investigación y la intervención del Ministerio de Trabajo. Además, y como norma general, la empresa tiene que responder a demandas presentadas por parte de la familia del trabajador accidentado.

La gran problemática que trae consigo un accidente de trabajo por caída desde alturas, obliga a pensar que es necesario, porque es una obligación legal que ningún empleador puede eludir, impulsar y adoptar programas de seguridad y salud en el trabajo y prevenir así la ocurrencia de sucesos lamentables entre los trabajadores. Para ello hay que pensar que la empresa contemporánea está en capacidad de establecer sistemas tecnológicos que garanticen la seguridad y la salud de sus trabajadores y, en consecuencia, debe hacerlo. La obligación del empleador consiste en garantizar un trabajo seguro, en condiciones tales que no se pongan en peligro la vida y la salud del trabajador. En cuanto al trabajador, su responsabilidad incluye el cumplimiento de todos los protocolos dados por el empleador para poder ejecutar la actividad de una forma segura.

En este contexto, y teniendo en cuenta el personal que labora a órdenes de la Gobernación de Antioquia y que debe exponer su seguridad cuando trabaja en alturas, se ha fijado como objetivo de este proyecto de investigación el identificar estrategias tecnológicas para la prevención de accidentes en ese tipo de labores.

Observando las actividades de trabajo en altura se evidencian los peligros que constituyen factores de riesgo que, referidos al personal al servicio de la Gobernación de Antioquia, se dan cuando se realizan trabajos en la fachada para mantenerla limpia y en buen estado, cuando se construyen y se les da mantenimiento a las vías departamentales e, igualmente, al construir y mantener las vías en buen estado de conservación y circulación y en los trabajos cerca de precipicios, principalmente cuando los puentes están en construcción o cuando se atienden las consecuencias de desastres naturales. También en el cambio y el mantenimiento de lámparas, las obras de infraestructura en diferentes municipios, actividades cotidianas que realizan los funcionarios al servicio de la Gobernación de Antioquia. Se trata de trabajos necesarios, tanto en situaciones de riesgo o en imprevistos, y que se realizan bien en cumplimiento del Plan de Desarrollo adoptado por el Gobernante de turno o como actividades y obras que son necesarias para la vida en comunidad.

Fundamentalmente, las caídas de personas, desde distintos niveles, se deben a varias causas, como son: la realización de los trabajos sin la debida planificación, capacitación y conocimiento, pero también porque no se utilizan los elementos que protegen a cada operario con el debido cuidado y siguiendo las instrucciones para ello. En este último caso hay que mencionar los materiales deteriorados o con un mantenimiento deficiente, los puntos de anclaje defectuosos, insuficientes o mal instalados, así como la falta de formación acreditada en este tipo de trabajos.

Otro de los riesgos que comportan los trabajos en altura se debe a que caen, por error o por indebida manipulación, algunos materiales o herramientas sobre personas o sobre los bienes que están en el piso o en alturas inferiores. Esto sucede cuando se llevan herramientas sin asegurar o cuando los sistemas de amarre de las mismas o la sujeción de estas o de los materiales crean riesgos que constituyen la causa de accidentes ya que pueden desprenderse.

Por lo anterior, la investigación se direccionará a buscar estrategias que permitan llevar a cabo un debido control de riesgo de caída de alturas, haciendo uso de la tecnología.

El uso de drones será la clave para la prevención de riesgos al reducir la exposición de los trabajadores al servicio de la Gobernación de Antioquia en determinadas actividades que impliquen trabajos en alturas, y se verá favorecido por ser una tecnología de bajo coste y asumible por las empresas.

Planteamiento del problema

La Gobernación de Antioquia tiene a su servicio operarios y trabajadores que intervienen en trabajo de alturas. Estos desempeñan su trabajo en labores como la limpieza y/o el mantenimiento de fachadas, pero también en la construcción y el mantenimiento de puentes, la instalación de iluminarias y su conservación; también en la supervisión de obras cerca de precipicios y en la construcción de obras en diferentes municipios donde se ejecutan estos trabajos de altura. Para el desempeño de sus labores requieren tener encima todos los utensilios que facilitan la tarea a realizar y, en numerosas ocasiones, deben disponer de una plataforma móvil en la que pueden dejar algunos de esos utensilios. Sin embargo, en ocasiones, se ven obligados a llevar con ellos permanentemente herramientas y, por tanto, deben disponer de los sistemas necesarios para anclar estos instrumentos en su indumentaria.

En el edificio de la Gobernación de Antioquia, específicamente, se realizan varios trabajos de alturas como son: el lavado y/o pintura de fachada, la impermeabilización y mantenimiento de ventanales. Estas labores se realizan a alturas aproximadas a 70 metros; también se hace el mantenimiento de luminarias, principalmente las del recinto de la Asamblea Departamental que funciona en el mismo edificio y que se encuentran a una altura aproximada de 12 metros. Se realizan, además, trabajos en la fachada, tales como la suspensión de pendones y otras actividades de mantenimiento de la estructura.

El lavado y mantenimiento de fachada del Centro Administrativo la Alpujarra, lugar donde se localiza la sede de la Gobernación de Antioquia consiste en que el operario se descuelgue por la superficie para poder realizar el trabajo de limpieza o de mantenimiento. El deslizamiento se da desde el helipuerto del edificio y el operario queda suspendido, y esta es una labor de riesgo evidente, pues la vida del trabajador depende de cuerdas, de un arnés, de un anclaje y de unos mosquetones con los cuales está enganchado.

Hay que anotar que existe otro tipo de personal que interviene en estas actividades con riesgo de caídas. Siendo que las obras hay que supervisarlas, los ingenieros que cumplen con esta función pueden caer cuando desarrollan su trabajo; igualmente el siso o técnico de seguridad y salud en el trabajo. Al estar a una altura considerable, no se alcanza a ver, desde la distancia, si el funcionario operativo está bien anclado, si la silla está bien organizada, si las cuerdas no presentan fallas o en el caso de la interventoría o supervisión de obra no se alcanza a detallar el desarrollo de la obra por lo que el trabajador tiene que subir o bajar al sitio. Al pensar en esta situación, o al observarla, se visualiza claramente la gran probabilidad de que sucedan accidentes graves y mortales.

Si se considera todo lo anteriormente descrito, es preciso tener claro que en este tipo de actividades se debe planificar el trabajo a realizar, incluyendo el estudio de seguridad y salud en el trabajo. Además, se deben incluir estudios de la instalación de los sistemas de anclaje en el edificio, de manera que se puedan superar, en condiciones de seguridad, los puntos iniciales de las maniobras de descenso. Además, es necesaria la verificación de los elementos de protección personal que se van a utilizar, tales como cascos, gafas de seguridad, respiradores —ya sea para polvo o para químicos—, protección auditiva, si van a utilizar equipos ruidosos como taladros, pulidoras u otros, si llevan guantes, zapatos de seguridad, arneses, mosquetones, cuerda de vida, eslingas, etc. Igualmente, en función de la seguridad, se requiere contar con conocimiento de las maniobras de descenso o ascenso hasta los puntos de operación. Y se debe tener posicionamiento en el punto de operación para la ejecución de los trabajos propiamente dichos.

Todo lo anterior requiere un exhaustivo proceso para evitar accidentes laborales por el trabajo de alturas. Y los drones como productos tecnológicos pueden ser indicados en este tipo de labores de prevención. Actualmente se diseñan y utilizan en diferentes actividades, entre estas en la agricultura, en la fumigación e inspección de grandes áreas de plantíos y en seguridad física, como lo hace la policía para fortalecer la vigilancia. Se podrían utilizar por los empleados al servicio de la Gobernación de Antioquia en actividades relacionadas con trabajo en alturas.

Justificación

Este trabajo se inicia a partir de hechos observados y de las inquietudes que surgen sobre los riesgos y la accidentalidad que se presenta en los trabajos en altura y, particularmente, sobre la condición de riesgo que se presenta en algunas operaciones que realizan trabajadores y funcionarios al servicio de la Gobernación de Antioquia, tanto en su sede principal localizada en la capital, Medellín, así como en municipios del departamento.

No se trata de describir su ocurrencia, sino de indagar por el fenómeno y pensar en alternativas para minimizar el impacto sobre la accidentalidad en el trabajo. Es un asunto que se aborda con un profundo sentido de la necesidad de aplicar las normas jurídicas pertinentes para minimizar los accidentes, incorporando para ello instrumentos que la tecnología contemporánea ha puesto al servicio del cuidado humano.

La normatividad colombiana sobre accidentes de trabajo ha tomado muy seriamente la incidencia de estos sobre la salud y la vida de los ciudadanos y es por ello que se entiende que la ocurrencia de esos sucesos requiere de un proceso y de vigilancia epidemiológica. La

información sobre las variables que inciden en la ocurrencia de accidentes de trabajo pueden y deben trabajarse como una herramienta de prevención.

Es claro que todo accidente es un evento que debe informarse de manera obligatoria; sin embargo, es necesario recopilar datos que sean confiables sobre la magnitud del problema, tal como lo expresa Balón (2020). Se deben obtener datos confiables y sistematizados sobre la magnitud del problema. Esta ausencia no permite sensibilizar, ni a la opinión pública, ni a los trabajadores, ni a los empresarios y mucho menos a las autoridades de salud.

En este sentido hay que entender qué ha ocurrido cuando se da un accidente de trabajo porque de esta manera se determinan los riesgos y estos pueden controlarse o minimizarse. Y es aquí donde debe señalarse que la base para la identificación del riesgo se da tanto por el conocimiento de las fuentes de exposición, como por la existencia de otros factores que crean peligros y que causan daños o lesiones cuando se realizan ciertos trabajos. En este sentido, hay que tener presente que las consecuencias debidas a caídas por trabajo en alturas instan a realizar una investigación enfocada en la utilización de drones que permitan efectuar las tareas con igual o mejor precisión. Esto podría implicar una disminución del tiempo de ejecución de las tareas y reducción de costos operacionales respecto a los métodos convencionales y además, lo importante, la disminución del riesgo de caídas de alturas que son la causa de accidentes mortales.

Por las razones anteriores y por el conocimiento de algunas funciones que pueden cumplir los drones, se afirma que estos podrían favorecer o facilitar el trabajo del técnico de prevención de riesgos laborales, tomando como referencia el principio de la prevención. El uso de estos aparatos debe focalizarse en la eliminación de los riesgos de los trabajadores, como bien se afirma en el documento de la Confederación Regional de Organizaciones Empresariales de Murcia [CROEM] (2018, p. 67). Se pueden emplear para la supervisión del estado de protecciones colectivas y de seguridad, permitiendo observar el estado de anclajes, barandillas, señalización, redes de seguridad, así como líneas de vida y otras protecciones. Además de supervisar los elementos de seguridad ya instalados en la obra o actividad. (CROEM), p. 69)

Entre las ventajas, afirma (CROEM, 2018) que el ahorro de tiempo es algo fundamental y una de sus grandes ventajas, puesto que teniendo en cuenta las distintas tareas, pueden obtenerse reducciones hasta de una jornada de trabajo (p. 93) y “la reducción de costes está íntimamente ligada al ahorro de tiempo en la ejecución de tareas de alto riesgo” (p.93).

En este caso, si se implementa el uso de drones en la prevención de riesgos laborales, permitiría enfrentar el riesgo de caída de alturas, puesto que su versatilidad y capacidad de adaptación a diferentes medios y condiciones puede significar un elemento fundamental e imprescindible en la reducción del riesgo, además de otros beneficios que puede reportar a la Gobernación de Antioquia.

De no tomar medidas de prevención y protección contra caídas, implementando procedimientos y controles tecnológicos dotación, inspección y mantenimiento de los equipos de protección personal, capacitación; los peligros inherentes al trabajo en alturas, seguirán causando caída de altura, lo cual contempla la probabilidad de ocurrencia, generando en la gran mayoría de los casos consecuencias irreversibles y fatales.

Sobre esta necesidad trata de ahondar este trabajo, considerando que la mayor cantidad de información es importante para la mitigación de los riesgos creados.

Pregunta de investigación

¿Puede implementarse el uso de drones para prevenir accidentes de trabajo cuando se ejecutan labores en dichas condiciones por parte de trabajadores al servicio de la Gobernación de Antioquia?

Objetivos

Objetivo general

Determinar la viabilidad del uso de drones en la prevención de accidentes de trabajo en alturas para trabajadores al servicio de la Gobernación de Antioquia.

Objetivos específicos

- Identificar las actividades realizadas en la Gobernación de Antioquia relacionada con trabajo de alturas donde se podrían utilizar drones.
- Indagar sobre la normatividad de uso de drones en Colombia y su aplicabilidad a labores realizadas por trabajadores al servicio de la Gobernación de Antioquia.
- Verificar la maniobrabilidad y adaptación de drones en algunos sitios de trabajo que tiene la Gobernación de Antioquia.

Marco Referencial

El tema que se propone es de mucha importancia, en tanto la problemática de la accidentalidad por trabajos en altura sucede con frecuencia y es necesario atender no solo la parte normativa que ordena la prevención de los riesgos en el trabajo, sino explorar la posibilidad jurídica y fáctica de la implementación de drones que contribuyan a la inspección y al control de la actividad de los operarios cuando trabajan en diferentes niveles de altura. Para ello se exploran los antecedentes investigativos que tratan el tema; se esbozan los marcos conceptual, legal y teórico, como instrumentos que permiten abordar el problema y formular las conclusiones, así como proponer algunas recomendaciones.

Antecedentes investigativos

En las investigaciones revisadas, relacionadas con el objeto de estudio, se encontró diversidad de trabajos relacionados con la utilización de drones para diferentes actividades. Se puede afirmar que el desarrollo de esta tecnología está orientado hacia la necesidad de reducir el tiempo, los costos y los riesgos que están asociados a la ejecución de operaciones en altura o en espacios de difícil acceso y que propician accidentalidad y muerte.

Díaz (2015) en un trabajo de fin de Master trató el tema de la prevención de riesgos laborales titulado Drones en la Aplicación en Materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Esta investigación se realizó en la Universidad Miguel Hernández De España y su enfoque fue teórico. En el trabajo se describe su objetivo que consistió en la identificación el análisis y la exposición de los posibles usos y beneficios de los drones si se aplican en el campo de la prevención de riesgos que el trabajo tiene y con ello poder realizar trabajos seguros (p. 5).

La principal categoría que se identifica en el trabajo de Díaz (2015) es la prevención de riesgos laborales lograda mediante la utilización de drones. El trabajo se aplica a indagar en el caso denominado Iberdrola, una empresa española que inspecciona líneas eléctricas mediante el uso de un dron. Se da cuenta de una experiencia piloto realizada en la provincia de Burdeos con un aparato conocido como multicóptero que, con una cámara de video y un sistema de termografía integrados, mejoran la seguridad de quienes realizan los trabajos. Se entrevistaron: El jefe del Sector Burgos de Iberdrola, el responsable de la Unidad Territorial de Distribución de Burgos Norte de Iberdrola y dos pilotos de multicóptero.

El análisis de la operación posibilitó extraer conclusiones en el sentido de que la tecnología con drones es una posibilidad real para trabajos en lugares de difícil acceso o peligrosos en muy corto tiempo, en segundos. No solo se trata de ahorrar tiempo cuando se

utilizan aparatos como el dron multicóptero en alturas donde los riesgos son muy elevados, sino que con este trabajo se cumplen normas que obligan a respetar los principios de acción preventiva en el lugar de trabajo, por cuanto no se necesita exponer a seres humanos, ya que pueden ser útiles para instalar elementos de seguridad en altura.

Así mismo, afirma Díaz (2015) los drones pueden convertirse en herramientas de inspección, en tanto suministran imágenes al instante y así se ofrece al técnico en prevención una visión amplia del lugar a inspeccionar o del accidente que se investiga. El multicóptero permite la planificación de las tareas y las hace más seguras, además de ser un complemento ideal cuando se trata de rescate y salvamento, porque posibilita llegar a los lugares donde hay accidentes, con las coordenadas precisas. Los drones pueden realizar tareas de soldadura cuando sean necesarias para la seguridad y la salud de los trabajadores no solo por la altura, sino por el riesgo de inhalar productos. (p. 41-42)

Ahora bien, en la tesis de doctorado *Compliant Aerial Manipulation*, realizada en la Universidad de Sevilla y desarrollada por Suárez (2019) se fijó como objetivo el diseño, desarrollo y validación de varios tipos de manipuladores. Las categorías fijadas tienen que ver con el peso y con su particular diseño: con un peso inferior a 2 kilogramos y que incluyan sistemas doble brazo de tamaño humano, brazos robóticos con dedos antropomórficos para agarre y manipuladores de largo alcance para la ejecución de tareas de inspección y mantenimiento. La propuesta se refiere al desarrollo de la tecnología de drones, motivada por la conveniencia de reducir el tiempo y el riesgo asociado a la ejecución de ciertas operaciones o tareas, en áreas de gran altura o espacios de difícil acceso. Esta tesis se centró en el diseño, desarrollo, validación experimental de varios prototipos de drones.

La metodología fue experimental y su desarrollo permitió arribar a conclusiones tales como que se trata de dispositivos que permiten operarlos para inspección y mantenimiento en diferentes escenarios como plantas químicas, aerogeneradores, líneas eléctricas o áreas contaminadas. Sin embargo, se encontraron limitaciones en cuanto a la carga útil y al tiempo de vuelo de la antena.

En el estudio de Pérez, Benítez y Díaz (2017) cuyo objetivo fue desarrollar un sistema que posibilitara la generación de rutas de vuelo y la adquisición de información geolocalizada (GPS) durante el vuelo, así como la toma de fotografías que fueran importantes de manera que las imágenes obtenidas pudieran visualizarse con la herramienta Google Earth en tres dimensiones.

Dos categorías principales se analizan en el trabajo como son vehículos aéreos no tripulados y fotografía aérea. Esta última, afirman los autores citados (Pérez et al. 2017) es de

vital importancia para la realización de trabajos en diferentes campos de investigación como son los que se realizan de levantamientos cartográficos, pero también para la localización arqueológica, en la ganadería y la silvicultura (p. 65). Su utilización permite integrar distintas cámaras para obtener información sistemática en cada área que facilita el análisis a los expertos entre otros.

Para el análisis, Pérez et al (2017) tuvieron en cuenta, en primer término, qué tipos de vehículos no tripulados y qué ayudan a la inspección, búsqueda y rescate, en tareas tanto del sector privado como del público eran los más populares. Estos vehículos no tripulados se clasifican en: aeroplanos, dirigibles, helicópteros y multirrotores (p. 67) de los cuales se resaltan sus ventajas y desventajas para los fines que se persiguen con su utilización.

La ventaja de los aeroplanos es su facilidad de control, mientras que en espacios reducidos tienen poca maniobrabilidad. En cuanto a los dirigibles se caracterizan por una gran estabilidad, pero poca maniobrabilidad, por lo que se utilizan en grandes espacios (estadios o locaciones al aire libre). Los helicópteros tienen la gran ventaja de su despegue y aterrizaje vertical frente a la dificultad de control. Los multirrotores presentan ventajas en cuanto a su dinámica, capacidad de vuelo y mejor maniobrabilidad considerados con respecto a los 3 vehículos anteriores.

En el trabajo de los autores antes citados (Pérez et al 2017) se consigna que los drones multirrotores pueden utilizar el sistema GIS de georreferenciación geográfica, el cual al traducirlo del inglés *Geographic Information System*, puede convertir las coordenadas de un ráster o conjunto de píxeles, cada uno de los cuales tiene un valor asociado necesariamente a una información proveniente de un sistema de coordenadas (p. 68). Igualmente se demuestra en el trabajo que los vehículos no tripulados pueden ser equipados con el sistema GIS y este puede proporcionar un sistema de generación de mapas ortogonales que puedan utilizarse para identificar problemáticas en el terreno y proponer soluciones.

Por otra parte, la tesis doctoral “Uso de Drones en la Inspección para la Rehabilitación Patrimonial Iglesia de la Merced” realizada por Del Barrio (2017), se fijaron varios objetivos. Entre estos, en este trabajo se definió el interés particular en el que se refiere a “Exponer las oportunidades de la implementación de los drones en el campo de la Arquitectura, Rehabilitación e Ingeniería” (p.15). Además, en lo que se refiere a “Explicar la implementación de drones en un estudio de caso de rehabilitación de patrimonio mediante fotogrametría y termografía (p. 15).

De conformidad con los objetivos trazados y la metodología propuesta, el autor (Del Barrio, 2017) define teóricamente las tecnologías y los instrumentos que permiten

diagnosticar el estado de un bien arquitectónico y los tratamientos de rehabilitación. Igualmente, analiza el componente legal de la utilización de drones y su aplicación. Como la investigación tiene un componente de experiencia, se analiza e investiga un modelo nuevo para la inspeccionar el patrimonio, teniendo en cuenta las ventajas de la tecnología de los drones (p. 16).

La principal conclusión se refiere a la utilidad de los drones para la rehabilitación de monumentos históricos. Para ello es necesario que las entidades guarden y conserven planos y documentos relativos a las distintas construcciones. En especial se consigna como una conclusión importante que las tecnologías como la que se incorporan a los drones permiten una visión general y exhaustiva del estado de las edificaciones lo que implica la necesidad de su conservación, sin que los trabajos se posterguen hasta el momento en que ya amenazan ruina. (Del Barrio, pp. 220 y ss.)

En la tercera parte del quinto capítulo, el autor (Del Barrio, 2017) se refiere a un modelo de drones y da a conocer la opción de un dron determinado y apto para inspeccionar procesos con los cuales se rehabiliten edificaciones, con las pautas de montaje para desarrollar las termografías y la fotogrametría (p. 16).

Otro trabajo que se ha considerado por tener relación directa con la prevención de riesgos laborales es el de Zambrana y Pardo (2017), propuesto en el Congreso Prevenir y en el cual participaron organizaciones de prevención de la seguridad social y la higiene de España, así como diversas universidades de este país, entre ellas la Universidad Complutense de Madrid, la Universidad de Córdoba, la Universidad Miguel Hernández y la Universitat Jaume-I, se debatió el tema de los drones en diversos campos.

Es así como se evidencia que estos dispositivos tecnológicos contribuyen al mejoramiento de la seguridad en el trabajo y de la salud. Su objetivo tuvo que ver con las aplicaciones que están en capacidad de prevenir riesgos laborales y facilitar así una mejora en la salud de los trabajadores (Zambrana y Pardo, p. 135).

El trabajo recogió evidencia académica en diversas fuentes como la *Web of Science* y *Google Scholar*. No se trató de un estudio empírico sino de un estado del arte que da cuenta de la clasificación de los drones y sus aplicaciones en seguridad y salud. Se encontraron drones construidos específicamente para la realización de inventarios en estantes altos donde hay un riesgo alto de caídas en altura.

Todos estos grandes avances científicos hacen que estos drones tengan su aplicación en la prevención de riesgos laborales

De otro lado, en estudios locales, se tienen antecedentes importantes sobre los cuales se hará una sucinta reseña.

En la tesis *Modelo metodológico para realizar mantenimiento predictivo y preventivo por medio de drones en el sistema de transmisión regional en el Municipio de Guatapé*, tesis de Sepúlveda, Agudelo y Casas (2017) y cuyo objetivo fue precisamente enfocado a la búsqueda de una solución que permitiera revisar las torres del sistema de transmisión regional en el municipio antioqueño de Guatapé, departamento de Antioquia y con el fin de que la transmisión eléctrica fuera constante y confiable (p. 12)

La categoría fundamental que sirvió para la fundamentación del trabajo fue la tecnología con drones asociada a la categoría de la asistencia técnica con los dispositivos no tripulados. La correlación entre ambas mostró cómo reducir tiempo y esfuerzos en el campo de trabajo de las empresas que revisan las torres eléctricas. Uno de los usos que se destaca en el trabajo es el que se enfoca a la prevención de accidentes, razón por la cual el sistema es totalmente confiable, puesto que mediante el procedimiento desarrollado pueden advertirse posibilidades de daños, invisibles en un momento dado. De este modo, se puede planificar el trabajo atendiendo a mejores y seguras condiciones para su realización. (Sepúlveda et al, 2017, p. 31)

Otro importante trabajo tiene que ver con la innovación tecnológica que han generado los vehículos no tripulado como lo son los drones (Castro, 2020). Su objetivo se enfocó en la divulgación de la importancia de la aceptación y aplicación de nuevas tecnologías tales como las aeronaves remotamente tripuladas adquiridas por la Fuerza Aérea Colombiana. Estas aeronaves se utilizan para la conservación del orden y su adelanto tecnológico se encuentra respaldado por la reglamentación internacional, que todavía no hace parte de la aviación regular (p. 3).

En el estudio se consideran las diferentes aplicaciones de los drones al cumplimiento de labores ecológicas en la medida en que las imágenes que producen facilitan la prevención de consecuencias por fenómenos meteorológicos imprevistos por medio de sensores incorporados al fuselaje (Castro, 2020, p. 19). Igualmente se tiene en cuenta la labor que cumplen en la inspección de líneas eléctricas de alto voltaje; en la vigilancia de viviendas y lugares privados (p.20); en la seguridad de oleoductos y redes energéticas (p.21) y en la prevención de desastres.

En la prevención de desastres, los drones cumplen con toda eficacia un doble papel, el preventivo y el de identificación-orientación. El primer uso sustituye el pronóstico de desastres con base únicamente en patrones de riesgo extraídos de la propia ocurrencia;

mediante el conocimiento que puede obtenerse con las imágenes se posibilita la construcción de defensas que eviten riesgos y mitiguen el impacto que causan los fenómenos naturales. El segundo uso es el de obtener imágenes y videos del momento en que ocurren desastres y de esta manera, mediante el conocimiento, generar estudios completos que posibiliten la toma de decisiones inmediatas y a futuro, para recuperar los territorios que tengan afectaciones. (Castro 2020, p. 22)

En el estudio de Guzmán (2016), cuyo objetivo se fijó en la identificación de los aspectos y consideraciones fundamentales para usar drones de acuerdo con la normatividad internacional. Es así como se compilan todas las normas existentes y los convenios internacionales vigentes. Por tratarse de un estudio comparativo de la normatividad internacional frente a la existente en España, país pionero en todo lo referente al uso de drones, se destacan los resultados en lo que se refiere a la seguridad que deben tener todos los procedimientos cuando se utiliza esta tecnología, en especial en cuanto a alturas de vuelo, distancia visual.

Se le da una gran importancia a la funcionalidad de los sistemas de comunicación que utilizan los drones y a los planes de vuelo que deben realizarse y se buscó determinar si las condiciones de aplicación de las normas pertinentes, aunadas a la implementación y puesta en marcha de programas eficaces para capacitar a las personas que laboran en altura así como las continuas formas de control de verificación y corrección tal que generen entornos seguros sean realmente factores de mejora de las condiciones de trabajo. Se tuvieron en cuenta, además, la implementación de medidas cuando existan situaciones que permitan aseverar que los trabajadores ponen en riesgo la seguridad y la vida al realizar su trabajo, así como los programas que instruyan al personal sobre el trabajo mismo y el entrenamiento para no incurrir en riesgos y generar accidentalidad.

En el trabajo se evidenció la ocurrencia frecuente de accidentes, incluso su incremento luego de la expedición de la Ley 3673 de 2008. Sin embargo, para los efectos de este trabajo la importancia del estudio está dada por los hallazgos en cuanto a los factores de riesgo que propician la accidentalidad en trabajos en altura y que tienen que ver con las limitaciones que produce la baja iluminación de los lugares donde se desempeñan los trabajos, la existencia de superficies que carecen de materiales o sustancias que impidan los deslizamientos, así como el uso de escaleras con bajo nivel de seguridad y la temperatura existente en el lugar del trabajo.

Marco legal

La normatividad legal tiene un aspecto netamente enunciativo y se refiere al componente laboral, incluyendo tanto normas nacionales como internacionales, todas de obligatorio cumplimiento, porque han sido adoptadas por el Estado colombiano, de conformidad con los respectivos instrumentos de derecho internacional y de acuerdo con el bloque de constitucionalidad que contemplan los artículos 9 y 93 de la Constitución Política de Colombia (1991).

Referencia, además, la normatividad que tiene que ver con los dispositivos tecnológicos en el sistema constitucional colombiano, de conformidad con el bloque de constitucionalidad, aplicable a los convenios de OIT que reconocen derechos laborales y que conforme con el artículo 93 de la Constitución Política tienen jerarquía constitucional como bien lo explica Uprimny (2017) en un artículo de la ONG Dejusticia.

Tabla 1. Marco normativo

NORMA	AÑO	DESCRIPCION	RELEVANCIA CON LA INVESTIGACION
Organización Internacional del Trabajo – OIT- Numeral 17	Convenio 1925 Numeral 17	Indemnizaciones por accidente laboral por “definición, incapacidades permanentes, recibir asistencia médica, quirúrgica, todo lo concerniente a aparatos de prótesis, ortopedia, renovación de estos aparatos”.	Se relaciona con las consecuencias de los accidentes de trabajo que es lo que se trata de evitar.
OSHA Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (<i>Ocupational Safety and Health Administration</i>). 500-501-502	1926	Trata la protección contra caídas en su totalidad, y explica cuándo y dónde se requieren los sistemas de protección contra caídas y para qué actividades de construcción son. También define los requisitos relacionados con los componentes de los sistemas. Deberes a tener en cuenta en protección de caídas. Prácticas y criterios de sistemas de protección de caídas.	Relaciona con el sistema de protección personal que es lo que se pretende hacer con la investigación, utilizar drones para proteger al trabajador de caídas.
Código Sustantivo del Trabajo. Artículo 348 Modificado por el Artículo 10, Decreto 13 de 1967.	1951	“Reglamenta medidas de higiene y seguridad que adoptan empleadores o empresas”.	Colabora en la adopción de medidas de seguridad por parte del empleador con la utilización de los drones.

NORMA	AÑO	DESCRIPCION	RELEVANCIA CON LA INVESTIGACION
Organización Internacional del Trabajo OIT. Organización Internacional Numeral 167 Art. 18.	Convenio 188	Seguridad y salud en construcción. Reglamenta los trabajos en alturas. 1. "Siempre que ello sea necesario para prevenir un riesgo o cuando la altura de la estructura o su pendiente excedan de las fijadas por la legislación nacional, entró en vigencia para Colombia el 6 de septiembre de 1994, se tomarán medidas preventivas para evitar las caídas de trabajadores y herramientas u otros materiales u objetos". 2." Cuando los trabajadores hayan de trabajar encima o cerca de tejados o de cualquier otra superficie cubierta de material frágil, a través del cual puedan caerse, deberán adoptarse medidas preventivas para que no pisen por inadvertencia ese material frágil o puedan caerse a través de él.	Coadyuva en evitar caídas de los trabajadores de techos, estructuras pendientes o estructuras donde esté presente el trabajo en alturas.
Constitución Política de Colombia. Artículo:11	1991	"El derecho a la vida es inviolable". "Es un derecho inviolable, que sin justa causa nadie tiene un título legítimo para vulnerarlo o amenazarlo".	Interviene en la protección del trabajador en accidentes de trabajo mortales.
Constitución Política de Colombia Artículo 25	1991	El trabajo es un derecho y una obligación social y goza, en todas sus modalidades, de la especial protección del Estado.	Ayuda a la protección del trabajador.
Decreto 1295 Artículo 1	1994	El Sistema General de Riesgos Profesionales es el conjunto de entidades públicas y privadas, normas y procedimientos, destinados a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades y los accidentes que puedan ocurrirles con ocasión o como consecuencia del trabajo que desarrollan.	Con la investigación se busca prevenir y proteger a los trabajadores de los accidentes de trabajo que pueda ocurrirles por caídas.
Resolución 3673	2008	Por la cual se establece el reglamento técnico de trabajo seguro en alturas.	Ayuda a tecnificar el trabajo en alturas.
Circular 070	2009	Establece "Procedimientos e instrucciones para trabajo en alturas".	Coopera en los procedimientos seguros, eficaces en los trabajos de alturas.
Resolución 1409	2012	Reglamento Técnico sobre trabajo en Alturas. Ministerio de la Protección Social.	Asiste a cumplir con la reglamentación técnica exigida por la norma, sobre trabajo en alturas y es donde nace la investigación.
Ley 1562	2015	"Por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional."	Contribuye a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de los accidentes que puedan ocurrirles con ocasión del trabajo que desarrollan.
NORMA	AÑO	DESCRIPCION	RELEVANCIA CON LA INVESTIGACION
Circular Reglamentaria N° 002	2015	Requisitos generales de aeronavegabilidad y operaciones para aeronaves pilotadas a distancia. (RPAS)	Normatividad sobre los requisitos que se debe

			cumplir para la operación de drones.
Decreto 1072 Artículo 2.2.4.2.2.15.	2015	Obligaciones del contratante. El contratante debe cumplir con las normas del Sistema General de Riesgos Laborales, en especial, realizar actividades de prevención y promoción. Entre otras.	La investigación contribuye en la prevención de accidentes de trabajo.
Decreto 1072 Artículo 2.2.4.6.24	2015	. Medidas de prevención y control. Las medidas de prevención y control deben adoptarse con base en el análisis de pertinencia, teniendo en cuenta Controles de Ingeniería: Medidas técnicas para el control del peligro/riesgo en su origen (fuente) o en el medio.	La investigación Cooperera con medidas de prevención desde el punto de vista tecnológico.
Ministerio de Transporte Resolución 4201	2018	"Por la cual incorporan a la norma RAC 91 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia unas disposiciones sobre operación de sistemas de aeronaves no tripuladas.	Reglamentación de parte de la Aero civil colombiana sobre la utilización de drones.
Resolución 0312	2019	Por la cual se define los estándares mínimos del sistema de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo.	

Marco conceptual

Para efectos de la investigación acerca de la aplicación que puede darse a los drones en trabajo de alturas realizado por personal al servicio de la Gobernación de Antioquia, se tendrán como referencia los conceptos enunciados en la resolución 1409 del 23 de julio de 2012 (Ministerio de Trabajo, 2012) Colombia, en la cual se referencian los conceptos siguientes:

Trabajo de alturas es todo trabajo en el que exista el riesgo de caer a 1,50 m o más sobre un nivel inferior.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones individuales o colectivas que se implementan para advertir o evitar la caída de personas y objetos cuando se realizan trabajos en alturas y forman parte de las medidas de control. Entre ellas están: sistemas de ingeniería; programa de protección contra caídas y las medidas colectivas de prevención.

Medidas de protección: Conjunto de acciones individuales o colectivas que se implementan para detener la caída de personas y objetos una vez ocurra o para mitigar sus consecuencias.

SISO: Sistema de seguridad industrial y saludo ocupacional (Gestión empresarial, 2020)

Elementos de protección: conjunto de implementos que contribuyen a mantener la integridad personal y mitigan los riesgos del trabajo.

Igualmente se utilizan a lo largo de este escrito otros conceptos como son:

Trabajo: Es toda actividad que el hombre realiza de transformación de la naturaleza con el fin de mejorar la calidad de vida. (Ministerio de la Protección y Escuela Rodrigo Lara Bonilla, 2020)

Ambiente de trabajo: Es el conjunto de condiciones que rodean a la persona y que directa o indirectamente influyen en su estado de salud y en su vida laboral. (Ministerio de la Protección y Escuela Rodrigo Lara Bonilla, 2020)

Riesgo: Es la probabilidad de ocurrencia de un evento. Ejemplo Riesgo de una caída, o el riesgo de ahogamiento. (Ministerio de la Protección y Escuela Rodrigo Lara Bonilla, 2020)

Factor de riesgo: Es un elemento, fenómeno o acción humana que puede provocar daño en la salud de los trabajadores, en los equipos o en las instalaciones. Ejemplo, sobre esfuerzo físico, ruido, monotonía. (Ministerio de la Protección y Escuela Rodrigo Lara Bonilla, 2020)

Incidente: Es un acontecimiento no deseado, que, bajo circunstancias diferentes, podría haber resultado en lesiones a las personas o a las instalaciones. Es decir, un “casi accidente”. Ejemplo un tropiezo o un resbalón. (Ministerio de la Protección y Escuela Rodrigo Lara Bonilla, 2020)

Accidente de trabajo: Es un suceso repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo y que produce en el trabajador daños a la salud (una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte). Ejemplo herido, fractura, quemadura. (Ministerio de la Protección y Escuela Rodrigo Lara Bonilla, 2020)

Perturbaciones funcionales: que comprometen el funcionamiento de un órgano o conjunto de órganos.

Accidentes con ocasión del trabajo: son aquellos que suceden en circunstancias que surgen cuando el operario o empleado realiza otras acciones, por ejemplo, cuando se desplaza hacia el lugar de trabajo o desde este o cuando busca en otro lugar una herramienta, implemento o material que se requiera para el desarrollo de su misión.

Georreferenciación: proceso dotado de un sistema de referencia de coordenadas de un lugar a una imagen digital. (Universidad Politécnica de Valencia, 2020).

Multirrotores. Drones que tienen varios motores

Marco teórico

Accidente de trabajo

El accidente de trabajo es un tema que tiene que ver no solo con la reglamentación médica específica en cada una de las consecuencias que sobrevengan a su ocurrencia, sino que además es un tema de orden normativo. Es que el trabajo en Colombia es un derecho de toda persona, pero debe cumplir normas superiores constitucionales como son aquellas que consagran el derecho fundamental a la vida.

Desde los inicios de la Corte Constitucional, las sentencias insistieron en el derecho a la vida como un derecho fundamental. Es así como en la Sentencia T- 571 del año 1992, con ponencia del magistrado Jaime Sanín Greifenstein, (Corte Constitucional, 1992) se expresa el máximo tribunal en el siguiente sentido:

El derecho a la salud contiene una serie de elementos, que se enmarcan, en primer lugar, como un resultado - efecto del derecho a la vida, de manera que atentar contra la salud de las personas equivale a atentar contra su propia vida. El reconocimiento del derecho a la salud prohíbe conductas de los individuos que causen daño a otro, imponiendo a éstos las sanciones y responsabilidades a que haya lugar. Por ello se afirma que el derecho a la salud es un derecho fundamental. Esto significa que al reconocerle a alguien el derecho a la vida se le está reconociendo como algo suyo el derecho a ser y a permanecer en el ser. De tal modo que no sólo se viola este derecho con el homicidio, sino con todo acto que no le permita ser lo que es, que le impida obrar conforme a la dignidad humana que le corresponde por el hecho de ser persona. (Corte Constitucional, 1992)

La línea jurisprudencial del derecho a la vida ha sido reiterada a lo largo de la vigencia de la Constitución Política, irradiando a todo el ordenamiento jurídico y, de paso, les ha asignado contenido a normas de diferente objeto, pero enfocadas a garantizar la vida humana en todos los escenarios.

Es así cómo, conforme con la reglamentación del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2010), por accidente de trabajo se entiende “todo suceso repentino que sucede porque el trabajo lo ha causado o porque se da con ocasión de él. Sus efectos generan lesiones orgánicas, perturbaciones funcionales, invalidez total y la misma muerte”.

Pero no solo en estas condiciones se da un accidente de trabajo, pues también ocurre cuando se produce ejecutando una orden del empleador o si el trabajador está realizando una

labor, independiente de su trabajo, pero bajo su autoridad y puede presentarse por fuera del lugar y de las horas en que se ejecutan las labores de trabajo.

En la Ley 1562 (Congreso de la República, 2012) se establece: “El accidente de trabajo es todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psiquiátrica, una invalidez o la muerte”.

Se agrega en la misma ley: “Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o contratante durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aún fuera del lugar y horas de trabajo”. (Congreso de la República, 2012)

La propia Ley ya citada determina: “Igualmente se considera accidente de trabajo el que se produzca durante el traslado de los trabajadores o contratistas desde su residencia a los lugares de trabajo o viceversa, cuando el transporte lo suministre el empleador”. (Congreso de la República, 2012)

Amplía, además la ocurrencia del evento que se considera como accidente de trabajo hacia aquel “ocurrido durante el ejercicio de la función sindical, aunque el trabajador se encuentre en permiso sindical siempre que el accidente se produzca en cumplimiento de dicha función”. (Congreso de la República, 2012)

También se presenta cuando se da en ejercicio de actividades recreativas, deportivas o culturales, siempre que se actúe por cuenta o en representación del empleador o de la empresa usuaria cuando se trate de trabajadores de empresas de servicios temporales que se encuentren en misión.

Ahora bien, la existencia de los accidentes de trabajo ha dado lugar a que se aborden los riesgos de manera analítica, de tal manera que puedan predecirse en un alto porcentaje. Ello equivale a examinar si una tarea o actividad, potencialmente puede generar un daño a quien la realiza, tal como plantea el Ministerio de Trabajo (2012).

Se trata de un tema que es fundamental porque está comprometida la vida humana y que de acuerdo con las exigencias constitucionales y legales se ha vuelto fundamental para cualquier empresa. Crear condiciones de seguridad tiene que ver con la supervivencia de los trabajadores, ya que estos deben trabajar en condiciones que no pongan en riesgo su vida y su integridad. Por esta razón, cuando se trabaja en altura, el Ministerio de Trabajo exige que el empleado o trabajador curse y apruebe la capacitación necesaria y que se le otorgue el respectivo certificado (Ministerio de Trabajo, 2012).

En cuanto al Instituto Colombiano de Normas Técnicas exige un equipo de protección personal para todos aquellos que corran peligro en el desempeño de un trabajo, como es el caso del sistema de detención contra caídas (2010 p.2).

La evaluación del riesgo, de conformidad con lo planteado, es una exigencia legal.

En cuanto a la evaluación del riesgo se trata, de acuerdo con lo expuesto por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2010): “Proceso para determinar el nivel de riesgo asociado al nivel de probabilidad.”. Esta evaluación es un paso para prevenir accidentes y se mide en consideración a la probabilidad de ocurrencia de un hecho y la magnitud del daño o pérdida que ocasiona.

Drones

Según lo expuesto por Castro y Urrego (2018), estos aparatos son conocidos también como R.P.A.S. correspondiente a la sigla que en inglés significa “*Remotely Piloted Aircraft System*”. Un dron consiste en un vehículo volador no tripulado, con tipos, usos y modelos variados, entre los que se encuentran la seguridad y la vigilancia, así como el monitoreo de procesos y eventos. Tienen un uso importante para el mantenimiento de redes eléctricas, topografía y geodesia, para la agronomía, la minería, el desarrollo catastral, el control de obras. Aunque su principal característica es la autonomía de pilotaje, pueden ser controlados desde tierra.

Existen dos tipos de drones, están los de ala fija, similares a los aviones de aeromodelismo y los de ala rotativa, que pueden ser de una hélice, cuatro, seis u ocho. Los drones de ala rotatoria son menos aerodinámicos, alcanzando velocidades inferiores, por lo que quedan restringidos a cubrir superficies reducidas. La autonomía de vuelo es inferior a los anteriores, pero tienen la ventaja de que su maniobrabilidad que es mucho mayor en espacios pequeños. Para referirse al sistema íntegro, el UA pasa a denominarse UAS (*Unmanned Aerial System*, sistema aéreo no tripulado) y el RPA se convierte en RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*, sistema aéreo tripulado por control remoto), lo que los hace especialmente útiles para la realización de trabajos verticales en zonas de complejidad técnica. (Fernández et al, 2016, en Castro y Urrego, 2017) y Carretero, (2015), en Castro y Urrego (2017) La ventaja más evidente de un Drone multi rotor frente a uno de ala fija es que puede sobrevolar cualquier lugar de forma estática y relativamente estable, a diferencia de un avión que tiene que estar siempre en movimiento (Droning, 2014, en Castro y Urrego, 2017).

Aplicación de drones en la prevención de riesgos laborales

En este punto se siguen las conceptualizaciones formuladas por la organización en Riesgos laborales – Prevencionar. Com y Bajo (2020) que definen los drones en dos sentidos: como equipo de trabajo y como ayuda en determinadas actividades (p.1). Cuando se trata de equipo de trabajo, un dron mejora la calidad y la productividad además de que reduce los riesgos que corre el trabajador en campos como el de la electricidad y las telecomunicaciones que casi siempre se realizan en torres y que implican el gran riesgo de las caídas. En el segundo caso, los drones constituyen importantes instrumentos que cumplen un importante papel en la observación y la medición en determinados espacios, lo que conlleva un riesgo alto (p. 1). Y agregan:

Con el dron podemos hacer mediciones sin entrar en las zonas donde medimos o podemos supervisar el estado de las protecciones de una obra, ver el anclaje de una red o una protección donde hasta ahora no podíamos o analizar los movimientos de las personas durante un simulacro de evacuación, permitiéndonos, algo muy importante en prevención que es dejar constancia documental de lo supervisado. (Prevencionar.com y Bajo, 2020, p.29)

En el sentido en que se ha expuesto se consideran de una parte los riesgos laborales, los accidentes que ocurren con ocasión del trabajo y una potente herramienta para minimizar los riesgos y que son los drones que representan un cambio importante en el enfoque de dichos riesgos.

En lo que tiene que ver con el trabajo en alturas, es necesario incorporar los dispositivos que se requieren para la seguridad del personal:

Anclajes: “Punto seguro al que pueden conectarse equipos personales de protección contra caídas con resistencia certificada a la rotura y un factor de seguridad, diseñados y certificados en su instalación por un fabricante y/o una persona calificada. Puede ser fijo o móvil según la necesidad. (Universidad Industrial de Santander, 2016)

Figura 1

Anclajes



Nota: La imagen se extrajo de [www. Proalt.es](http://www.Proalt.es)

De acuerdo con la Universidad Industrial de Santander (2016), el aseguramiento en el punto de anclaje debe hacerse mediante una eslinga de protección contra caídas compuesta por, elementos de uso obligatorio y que consiste en:

Un sistema de cuerda, reata, cable u otros materiales que permiten la unión al arnés del trabajador al punto de anclaje. Su función es detener la caída de una persona, absorbiendo la energía de la caída de modo que la máxima carga sobre el trabajador sea de 900 libras. Su longitud total, antes de la activación, debe ser máximo de 1,8 m. Deben cumplir los siguientes requerimientos:

a) Todos sus componentes deben ser certificados) Resistencia mínima de 5.000 libras (22,2 kilonewtons – 2.272 kg);c) Tener un absorbedor de choque y tener en sus extremos sistemas de conexión certificados.

Figura 2

Eslinga de protección contra caídas



Nota: Figura extraída de: <https://www.lamuella.com.co/>

De acuerdo con la actividad, se debe contar con una eslinga de posicionamiento compuesta por:

Un elemento de cuerda, cintas, cable u otros materiales con resistencia mínima de 5.000 libras (22,2 kilonewtons – 2.272 kg) que puede tener en sus extremos ganchos o conectores que permiten la unión al arnés del trabajador y al punto de anclaje, y que limita la distancia de caída del trabajador a máximo 60 cm. Su función es ubicar al trabajador en un sitio de trabajo, permitiéndole utilizar las dos manos para su labor. Eslinga de restricción: Elemento de cuerda, reata, cable u otro material con resistencia mínima de 5.000 libras (22,2 kilonewtons – 2.272 kg) y de diferentes longitudes o graduable que permita la conexión de sistemas de bloqueo o freno. Su función es limitar los desplazamientos del trabajador para que no llegue a un sitio del que pueda caer. Todas las eslingas y sus componentes deben ser certificados de acuerdo con las normas nacionales o internacionales pertinentes.

(Universidad Industrial de Santander, 2016)

Figura 3

Eslinga de posicionamiento



Nota: Figura extraída de: <https://www.lamuela.com.co/>

La eslinga va sujeta al arnés de cuerpo entero, (Universidad Industrial de Santander, 2016) consistente en: “un equipo de protección personal diseñado para distribuir en varias partes del cuerpo el impacto generado durante una caída. Es fabricado en correas cosidas y debidamente aseguradas, e incluye elementos para conectar equipos y asegurarse a un punto de anclaje”.

Figura 4*Arnés de cuerpo entero*

Nota: Figura extraída de: [www. Amazon.es](http://www.amazon.es)

Este arnés debe ser certificado bajo un estándar nacional o internacionalmente aceptado. Entre el arnés y el punto de anclaje debe haber un absorvedor (sic) de choque, el cual se describe como un equipo cuya función es disminuir las fuerzas de impacto en el cuerpo del trabajador o en los puntos de anclaje en el momento de una caída. Para conectar la eslinga con el arnés es necesario utilizar ganchos. Estos consisten en un equipo metálico con resistencia mínima de 5.000 libras (22.2 kilonewtons – 2.272 kg) que es parte integral de los conectores y permite realizar conexiones entre el arnés y los puntos de anclaje, sus dimensiones varían de acuerdo a su uso, los ganchos están provistos de una argolla u ojo al que está asegurado el material del equipo conector (cuerda, reata, cable, cadena, entre otros) y un sistema de apertura y cierre con doble sistema de accionamiento para evitar una apertura accidental, que asegure que el gancho no se salga de su punto de conexión. (Ministerio de Trabajo, 2012)

Figura 5*Absorbedor de choque con ganchos*

Nota: Figura extraída de: [www. https://orbisupply.com/Orbysupply](https://orbisupply.com/Orbysupply)

Conector: Cualquier equipo certificado que permita unir el arnés del trabajador al punto de anclaje. (Ministerio de Trabajo, 2012)

Mosquetón: Equipo metálico en forma de argolla que permite realizar conexiones directas del arnés a los puntos de anclaje. Otro uso es servir de conexión entre equipos de protección contra caídas o rescate a su punto de anclaje. (Ministerio de Trabajo, 2012)

Figura 6

Mosquetón



Nota: La imagen se extrajo de [www. Proalt.es](http://www.Proalt.es)

Para entrar a ejecutar un trabajo de alturas se utiliza el acceso por cuerdas que puede definirse como una técnica de ascenso, descenso y progresión con dichos elementos y con equipos especializados para tal fin, con el propósito de llegar a un lugar específico de una estructura, utilizando Líneas de vida horizontal que consisten en: Sistemas certificados de cables de acero, cuerdas, rieles u otros materiales que, debidamente ancladas a la estructura donde se realizará el trabajo en alturas, permitan la conexión de los equipos personales de protección contra caídas y el desplazamiento horizontal del trabajador sobre una determinada superficie; la estructura de anclaje debe ser evaluada con métodos de ingeniería. (Ministerio de Trabajo, 2012).

Líneas de horizontal fijas: son aquellas que se encuentran debidamente ancladas a una determinada estructura, fabricadas en cable de acero o rieles metálicos y según su longitud, se soportan por puntos de anclaje intermedios; deben ser diseñadas e instaladas por una persona calificada. Los cálculos estructurales determinarán si se requiere de sistemas absorbentes de energía. (Ministerio del Trabajo, 2012).

Líneas de vida horizontales portátiles: Son equipos certificados y preensamblados, elaborados en cuerda o cable de acero, con sistemas absorbentes de choque, conectores en sus extremos, un sistema tensionador y dos bandas de anclaje tipo *Tie Off*; estas se instalarán por parte de los trabajadores autorizados entre dos puntos de comprobada resistencia y se verificará su instalación por parte del coordinador de trabajo en alturas o de una persona calificada.

Líneas de vida verticales: Sistemas certificados de cables de acero, cuerdas, rieles u otros materiales que debidamente ancladas en un punto superior a la zona de labor, protegen al trabajador en su desplazamiento vertical (ascenso/descenso). Serán diseñadas por una persona calificada, y deben ser instaladas por una persona calificada o por una persona avalada por el fabricante o por la persona calificada. (Ministerio del Trabajo, 2012)

Figura 7

Líneas de vida horizontales portátiles



Nota: Figura extraída de <https://www.laminasyaceros.com/index.html>

Todos los equipos anteriores deben estar aprobados por la autoridad respectiva.

Aprobación de equipos: Documento escrito y firmado por una persona calificada, emitiendo su concepto de cumplimiento con los requerimientos del fabricante. (Ministerio del Trabajo, 2012).

Equipo de protección contra caídas certificado: Equipo que cumple con las exigencias de calidad de la norma nacional o internacional que lo regula, sin que este último pueda ser menos exigente que el nacional. (Ministerio del Trabajo, 2012).

Además de los elementos de protección contra caídas de alturas, se deben observar otras condiciones de seguridad. Restricción de caída: Técnica de trabajo que tiene por objetivo impedir que el trabajador sufra una caída de un borde o lado desprotegido. (Ministerio del Trabajo, 2012).

Barandas: Barrera que se instala al borde de un lugar para prevenir la posibilidad de caída, debe garantizar una capacidad de carga y contar con un travesaño de agarre superior, una barrera colocada a nivel del suelo para evitar la caída de objetos y un travesaño intermedio o barrera intermedia que prevenga el paso de personas entre el travesaño superior y la barrera inferior. (Ministerio del Trabajo, 2012).

Rodapié: Elemento de protección colectiva que fundamentalmente previene la caída de objetos o que, ante el resbalón de una persona, evita que esta caiga al vacío. Debe ser parte de las barandas y proteger el área de trabajo a su alrededor. (Ministerio del Trabajo, 2012).

Posicionamiento de trabajo: Conjunto de procedimientos mediante los cuales se mantendrá o sostendrá el trabajador a un lugar específico de trabajo en alturas, limitando la caída libre de este a 2 pies (0,60 m) o menos. (Ministerio del Trabajo, 2012).

Requerimiento de claridad o espacio libre de caída: Distancia vertical requerida por un trabajador en caso de una caída, para evitar que este impacte contra el suelo o contra un obstáculo. El requerimiento de claridad dependerá principalmente de la configuración del sistema de detención de caídas utilizado. (Ministerio del Trabajo, 2012).

Distancia de desaceleración: La distancia vertical entre el punto donde termina la caída libre y se comienza a activar el absorbedor de choque hasta que este último pare por completo. (Ministerio del Trabajo, 2012).

Distancia de detención: La distancia vertical total requerida para detener una caída, incluyendo la distancia de desaceleración y la distancia de activación. (Ministerio del Trabajo, 2012). Todos los elementos utilizados como medidas de control en caídas de alturas deben tener un Factor de seguridad: número multiplicador de la carga real aplicada a un elemento, para determinar la carga a utilizar en el diseño. (Ministerio del Trabajo, 2012) Las personas que intervienen, coordinan y ayudan en trabajo de alturas son Personas Calificadas: Ingeniero con experiencia certificada mínimo de dos años para calcular resistencia de materiales, diseñar, analizar, evaluar, autorizar puntos de anclaje y elaborar especificaciones de trabajos, proyectos o productos acorde con lo establecido en la presente resolución. La persona calificada es la única persona que da la autorización a un punto de anclaje sobre el cual se tengan dudas. (Ministerio del Trabajo, 2012) Coordinador de trabajo de alturas: Trabajador designado por el empleador, capaz de identificar peligros en el sitio en donde se realiza trabajo en alturas, relacionados con el ambiente o condiciones de trabajo y que tiene su autorización para aplicar medidas correctivas inmediatas para controlar los riesgos asociados a dichos peligros. Debe tener certificación en la norma de competencia laboral vigente para trabajo seguro en alturas, capacitación en el nivel de coordinador de trabajo en alturas y experiencia certificada mínima de un año relacionada con trabajo en alturas. Los requisitos de certificación, capacitación y experiencia del coordinador de trabajo en alturas, serán exigidos a partir de los dos años siguientes a la expedición de la presente resolución, mientras que transcurre dicho tiempo deben contar como mínimo con el certificado de capacitación del nivel avanzado en trabajo en alturas o certificación de dicha competencia laboral. (Ministerio del Trabajo, 2012). Ayudante de seguridad: Trabajador designado por el empleador para verificar las condiciones de seguridad y controlar el acceso a las áreas de riesgo de caída de objetos o personas. Debe tener una constancia de capacitación en protección contra caídas para trabajo seguro en alturas en nivel avanzado o tener certificado de competencia laboral para trabajo seguro en alturas. Para investigar sobre la utilización de drones en trabajo de alturas en el Departamento de Antioquia, lo que les permite a las personas involucradas no exponerse al riesgo y por esto es muy importante conocer conceptos relacionados con los drones ¿qué es un dron? También conocidos como VANT (Vehículo Aéreo No Tripulado), UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) o comúnmente dron, son aeronaves que vuelan sin tripulación, reutilizables, capaz de mantener de manera autónoma un vuelo controlado y sostenible y que son propulsadas por un motor de explosión, eléctrico o de reacción. (Ministerio del Trabajo, 2012)

En cuanto a lo que se refiere a los drones, para la investigación es importante conocer los diferentes tipos de drones con el fin de identificar cual es el más apropiado para ser utilizado en trabajo de alturas.

Figura 8

Dron



Nota: Figura extraída de Sánchez (2017)

TIPOS DE DRONES

Existen diferentes clasificaciones para los drones según su fisonomía, el tipo de control o su uso. En lo referente a su fisonomía existen tres grandes grupos:

Según Sánchez (2017) se clasifican los drones en:

Multirrotores: De acuerdo con la definición de Sánchez (2017) este tipo de drones se han extendido a todas las actividades. Están compuestos por varios motores independientes que se localizan en los extremos de los aparatos como puede verse en la figura 9..

Se clasifican de acuerdo al número de motores en: tricópteros (3), cuadricópteros (4), hexacópteros (6), octacópteros (8).

Los octacópteros se han popularizado debido a la gran estabilidad, así como la facilidad de operación y muy especialmente al número de maniobras que pueden hacerse. Su uso es el más extendido debido a su gran estabilidad y la facilidad y cantidad de maniobras que pueden realizar, además de poder volar estáticamente en el lugar que le indiquemos.

Su desventaja es el gran consumo que necesita para mantener el vuelo y su autonomía que suele estar entre los 15 y los 30 minutos. Son ideales en el sector audiovisual y en la inspección industrial. (Sánchez, 2017).

Figura 9

Dron de 6 motores



Nota: Figura extraída de Sánchez (2017)

Autónomo: El dron no necesita de un piloto humano que lo controle desde tierra. Se guía por sus propios sistemas y sensores integrados.

Motorizado: En este caso si se necesita la figura de un técnico humano. La labor de esta persona es proporcionar información y controlar el *feedback* del dron. El dron dirige su propio plan de vuelo y el técnico, a pesar de no poder controlar los mandos directamente, sí puede decidir qué acción llevará a cabo.

Supervisado: Un operador pilota el dron, aunque este puede realizar algunas tareas autónomamente.

Programado: El dron sigue un plan de vuelo diseñado previamente y no tiene medios de cambiarlo para adaptarse a posibles cambios.

Para la investigación sobre la utilización de los drones en trabajo de alturas es muy importante conocer las partes de que se compone un dron:

Esqueleto principal de un dron: Es la estructura donde se montan todas las demás partes. El objetivo del marco es ser lo más resistente posible a la misma vez que ligero. Los materiales más utilizados son el plástico, el aluminio y la fibra de carbono, aunque es este último el más utilizado debido a su gran resistencia con una gran ligereza (Sánchez, 2017)

Figura 10

Dron de 4 motores



Nota: Figura extraída de Castro y Urrego (2017)

Motores, hélices y variadores. Son las partes encargadas de mantener al dron en vuelo. Los variadores se encargan de la entrega de potencia a cada motor, los motores hacen girar a las hélices y éstas dirigen el movimiento del dron. A más velocidad, el dron asciende y a menos velocidad, desciende.

La combinación de las diferentes hélices determina todos los movimientos del dron.

Las hélices, al igual que el chasis, suele ser de fibra de carbono debido a su resistencia y gran ligereza.

Figura 11

Hélices



Nota: Figura extraída de Castro y Urrego (2017)

Controlador de vuelo: Es el “cerebro” del dron. Es donde todos los componentes van conectados y determina, según las ordenes indicadas, la señal que tiene que enviar a cada variador para que el dron realice el movimiento deseado. También se encarga de estabilizar constantemente el dron.

Las compañías desarrollan controladores de vuelos cada día más potentes que aseguran una total estabilidad del aparato y de esta manera poder realizar operaciones cada vez más precisas.

Figura 12

Controlador de vuelo

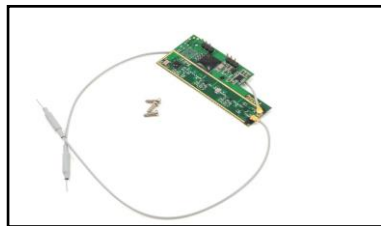


Nota: Figura extraída de Castro y Urrego (2017)

Radio receptor (antena): Es el responsable de recibir la señal de radio enviada desde el Control Remoto, el cual ha interpretado el movimiento realizado por el usuario y lo ha transformado en onda radial. La señal de radio es recibida por el Radio Receptor del dron y transformada en datos que se envían al Controlador de Vuelo para que ejecute la instrucción, normalmente con cambios coordinados en la velocidad de los motores.

Figura 13

Radio receptor



Nota: Figura extraída de Castro y Urrego (2017).

Batería: Es la encargada de proporcionar la energía necesaria a todo el equipo. Son muy pesadas, por lo que conviene utilizar baterías de buena calidad como las de Li-Po (polímero de litio) para aligerar su carga. Normalmente ofrecen al dron una autonomía entre 15-30 minutos, dependiendo el modelo.

Figura 14

Batería



Nota: figura extraída de Castro y Urrego (2017)

GPS y brújula: Se conectan al controlador de vuelo para darle a conocer la ubicación, altitud y velocidad exacta. A partir de esto, y dependiendo del programa que tenga el controlador, se podrá automatizar el vuelo del dron para mantenerse estático, o volar en cierta dirección o ruta predefinida. También sirven para georreferenciar las fotografías y poder posicionarlas a la hora de realizar una fotogrametría.

Figura 15

GPS y brújula



Nota: Figura extraída de: Castro y Urrego (2017)

Estabilizador: En el chasis del dron se puede acoplar una cámara o cualquier otro tipo de sensor para capturar fotos, videos, imágenes infrarrojas, etc. desde el aire.

Dependiendo del tamaño del dron el sensor podrá desde una pesada cámara profesional hasta una liviana cámara de acción.

Para el uso en trabajo de alturas que es nuestro caso utilizaríamos cámaras fotografía /video de alta definición para uso audiovisual y obtener imágenes fotográficas o de video

Sánchez

Hipótesis

“Las hipótesis son el centro, la médula o el eje del método deductivo cuantitativo.” (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). Estas servirán para encontrar las posibles soluciones al problema investigativo.

De acuerdo con esta definición se han formulado las siguientes hipótesis:

Hipótesis de trabajo

Como primera hipótesis para abordar el trabajo se propone la siguiente:

El uso de drones previene accidentes de trabajo en alturas de trabajadores al servicio de la Gobernación de Antioquia.

A diario las empresas se ven enfrentadas a mayores requerimientos tanto técnicos como legales, que pueden limitar sus campos de acción y uno de estos es el trabajo seguro en alturas. Este es un tema que se ha considerado por parte de las administradoras de riesgos y se ha divulgado la información acerca de la obligación legal de realizar trabajos en altura con la seguridad necesaria. Es por esta razón que la capacitación al personal y el mejoramiento de la infraestructura son importantes, a pesar de no ser suficientes y presentarse así daños y afectación a las personas, daños a terceros, y la consecuentes violación de las leyes y de los procesos legales del orden civil y hasta penal al enfrentar fallas en protocolos o simples errores involuntarios en el desarrollo de este tipo de actividades.

La seguridad personal, como regla o principio dentro del desarrollo de cualquier actividad humana, enmarca las prácticas empresariales estableciendo lineamientos y protocolos que buscan su preservación y dentro de este contexto el uso de drones como herramienta acompañante en actividades de trabajo en alturas es un componente necesario para muchas de estas labores, tales como el tendido de cableados eléctricos, las inspecciones que se hacen a terraplenes y a los lugares de siniestros en desarrollo o en potencia, el lavado o cambio de vidrios exteriores e interiores en los edificios son actividades donde la seguridad no solo es básica sino necesaria. Esto puede incentivar el uso de drones y motivar incluirlos como parte fundamental en su equipo de maquinaria.

La seguridad empresarial, por otra parte, está estrechamente ligada a la implementación y al cumplimiento estricto de prácticas personales de cuidado preventivo de accidentes que generen incapacidad y muerte. La seguridad y la salud de los trabajadores redundan en un mejor logro por parte de la empresa. Teniendo como objetivo la seguridad del personal y de la empresa, puede afirmarse que la herramienta dron constituye un elemento fundamental del

trabajo en alturas. El uso adecuado y seguro de esta herramienta mejora la productividad al mejorar las condiciones para el desarrollo de los diferentes trabajos. De esta manera se limitan los riesgos de accidentes personales. Los drones realizan labores y contribuyen al mejoramiento radical de la seguridad empresarial.

Igualmente, y para fines de esclarecer la pregunta planteada, se ha formulado la hipótesis contraria:

El uso de drones no previene accidentes de trabajo en alturas de trabajadores al servicio de la Gobernación de Antioquia.

No existe la necesidad de implementar un sistema de seguridad con herramientas acompañantes para el trabajo en alturas, las capacidades personales y el amplio conocimiento de los protocolos y normatividad legal dentro del grupo de trabajo son suficientes para el desarrollo de las actividades que demanden posicionamiento referencial por encima de 1,50m

No existe mejora apreciativa en tiempos-cantidades-economía que hagan necesaria la implementación de este tipo de tecnología ya que los miembros del equipo de trabajo son capaces de realizar las actividades de manera tal que superan las cronologías estipuladas y las cantidades de obra con la respectiva disminución en gastos.

La seguridad de los trabajos en alturas no se ve favorecida al contar con herramientas que de ninguna manera colaboran y que en cambio son problemas futuros ya que requieren más tiempo para la ejecución de las actividades dado que su manejo no es en el campo de acción de la obra.

Frente a esta dicotomía se formula una hipótesis alternativa, que mostrará caminos y soluciones diferentes:

El uso de drones puede prevenir accidentes en algunos trabajos en alturas de trabajadores al servicio de la Gobernación de Antioquia.

Las empresas, sea cualquiera su clase, objeto social y capital, hacen parte del aparato productivo del país. Están sometidas a las normas y reglas que el Estado les ha fijado, tanto para la seguridad como para el cumplimiento de los lineamientos del desarrollo económico sustentable. Por ello, dentro de las normas vigentes y de obligatorio y estricto cumplimiento, cuando los trabajos se realizan por encima de 1,50m. están aquellas que obligan a prevenir los riesgos y a cumplir con las exigencias que limitan dichos trabajos.

Es en este campo donde los drones pueden ayudar, siempre y cuando el uso de estos sea seguro e igualmente se cumplan las reglas que rigen para su operación. Los drones

pueden actuar no solo como reductores de accidentes, razón por la cual son importantes en determinados trabajos. Hay que anotar que también se han convertido en una herramienta fundamental que hace el trabajo más productivo. Sin embargo, si bien se requiere del personal y la capacitación, la inversión inicial que se requiere puede asumirse por muchas de las empresas, y para esto se considera que la relación costo beneficio será un factor positivo en la productividad y en los resultados económicos. Hay que afirmar que evitar accidentes siempre tendrá un impacto positivo en la vida de los empleados y trabajadores. También lo tendrá en lo que se refiere a hacer de la empresa un ambiente seguro, lo que hace parte de los indicadores y las calificaciones empresariales, para efectos de participación en licitaciones y en concursos.

Marco metodológico

Tipo y diseño del estudio

La metodología utilizada para el desarrollo del presente estudio se basó en la investigación aplicada con enfoque cualitativo, buscando materializar el conocimiento y la experiencia referenciada por personal capacitado, con experiencia en el área, tales como ingenieros, técnicos, coordinadores, supervisores de obra personal del área de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Gobernación de Antioquia.

Inductivo

Análisis de diversas investigaciones similares, sobre la utilización de drones en agricultura, en vigilancia, rehabilitación de estructuras, catastro, sistemas georreferenciado, entre otras investigaciones.

Propositivo

Propuesta de una solución al problema planteado, de acuerdo al diagnóstico que arroje la investigación.

Bibliográfico

Fundamentándose en investigaciones científicas con aportes y antecedente similares al problema planteado en el presente trabajo, se busca generar un diagnóstico a partir de lo expresado por fuentes vinculadas a la Gobernación de Antioquia.

Con todo esto se busca diagnosticar la implementación tecnológica, buscando mejoras o alternativas que den soluciones a la problemática planteada.

Contexto de la entidad o empresa

La Gobernación de Antioquia está dividida administrativamente en diferentes secretarías y en muchas de ellas se desarrollan actividades de alto riesgo, una de las cuales es el trabajo en alturas en el que pueden presentarse caídas desde puntos elevados. Dentro de las secretarías o áreas que tienen actividades de alto riesgo se tienen:

Participantes o fuentes de datos

Los participantes que suministran información son personas expertas que tienen conocimiento del tema y por esta razón su participación es vital para efectos de la recolección de datos. Están directamente vinculados o relacionados con las actividades de alto riesgo, secretarios, directores coordinadores, supervisores, ubicados en las diferentes secretarías tal como se relacionó en los anteriores párrafos.

Recolección de datos

Se utilizaron dos tipos de instrumentos fundamentales: entrevista semi estructurada a funcionarios de las entidades seleccionadas por realizar trabajos en altura; entrevista estructurada a personas con vínculos con la gestión de riesgos del personal al servicio de la Gobernación de Antioquia. Además de ello, la observación de algunas actividades.

En estas se obtuvieron algunos datos de importancia que aportaron para la enunciación de las categorías metodológicas.

Instrumentos. Recolección de datos.

Entrevista

Se entrevista a cada uno de los funcionarios encargados de actividades que involucran actividades de alto riesgo, cada entrevista es de aproximadamente media hora donde se le pide relacionar cómo se ejecuta la actividad, periodicidad de exposición al riesgo de caída de alturas, equipos e instrumentos utilizados en el trabajo de alturas, ubicación de la actividad y opinión de la eficacia de la utilización de drones en las actividades alto riesgos para evitar accidentes de trabajo por caída de alturas.

Observación

Es aquella donde se tiene un contacto directo con los elementos o caracteres en los cuales se presenta el riesgo de caída de alturas.

Observar en campo las actividades de trabajo en alturas que en el momento se están realizando en la Gobernación de Antioquia para determinar la eficacia de las variables de investigación.

Validación de instrumentos

Las entrevistas tuvieron una duración de 30 minutos. Como categorías de análisis se construyeron las siguientes:

Categorización de las entrevistas estructuradas

Riesgos principales que corren los trabajadores y empleados cuando desempeñan funciones en altura; Riesgos laborales en el trabajo en alturas; Mitigación de riesgos en el trabajo en alturas; impacto de la utilización de drones para el desempeño de trabajos en

altura; actividades que posibilitan el uso de drones; Capacidad de los drones para evitar accidentes y muertes en determinadas labores.

Categorías de la información obtenida mediante entrevistas semiestructuradas

Actividades en altura; Proyectos que deben incluir control de riesgos de caída desde alturas; Frecuencia de caídas; Utilización de equipos en alturas; Utilización de drones; Utilidad de los drones.

Procedimiento o fases del proceso

Realización de entrevistas

Construcción de categorías

Proceso de incorporación de respuestas.

Resultados

Entrevista semi estructurada a funcionarios de entidades que realizan trabajos en altura

Categorías Entidades	Actividades en altura	Proyectos que deben incluir control de riesgos de caída desde alturas	Exposición a caídas y prevención de las mismas	Frecuencia de caídas	Utilización de equipos en alturas	Utilización de drones	Utilidad de los drones
Ingeniero civil- <u>Dapard</u>	Deslizamientos de tierra, daños estructurales, avenidas por torrenciales, incendios en alta montaña	No existen porque Dapard solo interviene cuando hay emergencias. No tiene funciones de prevención	Existe una alta exposición y por ello se valora el riesgo ante el peligro en casos de deslizamientos, daños estructurales. En avenidas torrenciales inspección desde las orillas.	No puede determinarse el número.	No hay equipos especializados	Tienen 4 drones	Eliminan riesgos de caídas; evitan largas caminadas y desplazamientos por terrenos irregulares o con riesgos de animales como abejas y serpientes.
Professional especializada- Gerencia de Servicios Públicos	Supervisión y apoyo técnico de agua potable y saneamiento básico en	Supervisión y apoyo en: labores de excavación y trabajo a más	Supervisión continúa porque la exposición a riesgos es permanente.	Ocurren continuamente en los frentes de trabajo. Se busca proteger a 10 personas	Los equipos de trabajos para para alturas los facilitan los contratistas,	No han utilizado drones	Evitarían accidentes de trabajo por caídas desde alturas en

	municipios del departamento	de 1,50 metros de profundidad; verificación en pendientes; supervisión de estructuras elevadas	Diez funcionarios expuestos a caídas desde alturas	que son las que están expuestas a caídas desde alturas.	cuando son necesarios.		excavaciones de más de 1,50 mts
Técnico– Servicios Generales Mantenimiento y lavado de fachadas; revisión y mantenimiento de techos	Al entrevistado le corresponde la revisión, inspección y supervisión de mantenimiento, pintura y lavado de fachada del edificio de la Gobernación de Antioquia; limpieza y brillo de las letras distintivas existentes en el edificio de la Gobernación; supervisión y mantenimiento de los techos, entre estos el de la cárcel de Yarumito y del hangar del	Hay planeación del control para evitar riesgos por accidentes, puesto que la exposición a caída desde alturas es frecuente. Se utilizan: equipo completo para protección como son: cascos, gafas de seguridad, guantes, arneses, eslingas, líneas de vida, frenos, puntos de anclaje. La supervisión del trabajo y el	La exposición es frecuente porque para lavado, pintura y mantenimiento de fachadas y ventanales y su reparación, el funcionario se descuelga. En la labor de techos, el funcionario debe subirse. Por esta razón el funcionario operativo no puede reemplazarse por drones. En el caso de la revisión, inspección y	La frecuencia depende del trabajo que se revisa, inspecciona y supervisa.	Para el lavado, pintura y mantenimiento de fachadas el operario se descuelga a realizar la actividad y cuando se va a supervisar o inspeccionar el trabajo, se tiene que hacer a distancia o utilizar los equipos de altura para hacerlo en sitio. Lo mismo sucede con el mantenimiento o reparación de ventanales. En el caso de	No han utilizado drones	Evitan subir al sitio donde se ejecutan las actividades y de esta manera se evitarían accidentes de trabajo por caídas desde alturas. Muy importante para los coordinadores de trabajo en altura y para los de seguridad y salud en el trabajo en la inspección de seguridad en trabajo de aturas para prevenir accidentes de

	Programa Aéreo.	control de riesgos se hacen desde abajo.	supervisión es necesario implementar medidas de seguridad puesto que es necesario subir al lugar donde se realizan las tareas por parte del funcionario operativo.		techos el supervisor lo hace desde el piso y si se tiene que subir tiene que utilizar los elementos de protección para trabajo en alturas.		trabajo por caída de alturas.
Supervisión – Gerencia de Proyectos	Supervisión de proyectos para vías; revisión de fallas geológicas; inspección de taludes: revisión del comportamiento de aguas arriba, aguas abajo; caracterización de aguas transversales; perspectivas de las vías.	Mantenimiento de taludes municipios de Granada, San Carlos, Anorí. En temporada invernal es constante el mantenimiento de banca y otras fallas geológicas	La inspección de taludes exige la observación de los mismos desde la rivera. Igual sucede cuando se supervisan las construcciones de canales encima de los taludes y en la construcción de muros de contención. Cuando se recorre la parte	La frecuencia de exposición a caídas desde alturas es continua	No se usan instrumentos.	No se han usado drones por parte de la entidad. Algunos ingenieros tienen sus propios drones y los utilizan. En algunos sitios no pueden utilizarse.	Los drones pueden ayudar en la prevención de riesgos de caída desde alturas. Se eliminan otros riesgos que están presentes en estas actividades; se ahorra tiempo y se economiza dinero. La supervisión, inspección y vigilancia se

			superior de una obra y, en la pérdida de banca. En las fallas geológicas hay que hacer grandes recorridos que exponen a quien los hace a caídas desde alturas y a otros accidentes graves.				haría desde sitios seguros.
Técnico catastro-Planeación	Actualización catastral	Certificación de áreas y linderos en diferentes zonas del departamento de Antioquia — en la actualidad existen 5000 solicitudes de certificados de áreas y linderos.	Los drones son eficaces en la prevención de caídas, cuando se trabaja en la actualización catastral, en la certificación de áreas y linderos, en especial en aquellas zonas donde hay precipicios, en riveras de los ríos, en	Continua. Con 5000 solicitudes de área y linderos las posibilidades de riesgo por caídas desde alturas se dan diariamente. Los recorridos son por montañas y trochas con precipicios, laderas que	No se utiliza ningún equipo	Sí, se han utilizado drones	Con drones se evitarían caídas desde alturas y accidentes de trabajo. Los drones no pueden utilizarse en algunos lugares muy cerrados o donde no hay autorización de traspasar linderos. Con el uso de drones

			cañones y laderas de montaña.	bordean los ríos, huecos, terrenos muy inclinados			se previenen caídas, al tiempo que se evitan largos recorridos, se garantiza la calidad y la agilidad en el trabajo y se rebajan costos.
Director Fiscalización minera- Secretaría de Minas	Visita a minas tanto a cielo abierto como subterráneas	La actividad de vista a minas de cantera y subterráneas	Los recorridos que los funcionarios hacen en las minas, bien de cantera o a cielo abierto, constituyen un grave riesgo ya que se camina cerca o por grandes pendientes.	La periodicidad de la exposición a caídas desde alturas es continua, ya que existe una programación para las visitas a minas en diferentes regiones del departamento de Antioquia	No se utiliza ningún equipo especial	No se utilizan drones	Podrían utilizarse drones que evitarían la exposición a caídas desde alturas tanto en las inspecciones de minas a campo abierto como en canteras. La utilización de drones evitaría caminar por las laderas de las minas. Anotación importante: en las minas subterráneas no pueden

							utilizarse por la estrechez de los túneles y pasadizos que son estrechos y no permiten la operación del dron.
Electricista- Secretaría General	Cambio de lámparas y reflectores, mantenimiento de cámaras.	Mantenimiento eléctrico en cárcel de Yarumito y en el Hangar de la Gobernación	Se pueden utilizar drones en la inspección previa de techos y lugares para mantenimiento,	Exposición continua	Se utilizan escaleras, andamios y equipos de trabajo en alturas como eslingas tipo Y para anclaje, arneses, mosquetones. También se utilizan cuerdas de trabajo, cuerdas de vida	no	No se pueden usar drones en algunos casos por la naturaleza de las tareas como son los cambios de lámparas y reflectores y el mantenimiento de estos. El trabajo con drones es muy útil para verificar la actividad que ejecuta el trabajador cuando está en altura, en especial que esté en buenas condiciones

							físicas y de seguridad, que utilice adecuadamente los equipos de trabajo en altura, que no haya desconexión de la cuerda de vida y que no se produzcan fallas en el sistema de protección contra caídas.
--	--	--	--	--	--	--	--

Resultado entrevistas estructuradas a personal

	Principales riesgos que corren los trabajadores y empleados al servicio de la Gobernación de Antioquia cuando están desempeñando funciones en altura	Riesgos laborales en el trabajo en alturas	Mitigación de riesgos en el trabajo en alturas.	Impacto que puede tener la utilización de drones para el desempeño de trabajos y funciones en altura.	Actividades que posibilitan el uso de drones	Capacidad de los drones para evitar accidentes y muertes en determinadas labores.
Gobernación de Antioquia- Técnico operativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Caídas a distinto nivel. 2. Derrumbe de estructuras. 	En el ámbito laboral es importante los avances que se ha tenido desde el ministerio de trabajo,	Tener bien documentado el programa de prevención y	La estrategia de Drones podría mitigar los riesgos de	Ascensos, descensos, alpinismo, trabajos verticales.	En los trabajos antes mencionados evitarían muertes, pero es un trabajo

	<p>3. Golpes por caída de objetos.</p> <p>4. Atrapamiento.</p> <p>5. Contactos eléctricos.</p>	<p>con avances significativos en plataformas y seguimiento de los centros de entrenamiento</p> <p>Uno de los sectores en donde ocurren los altos índices de accidentes laborales es el de la construcción donde las caídas de personas y objetos son la causa más común de lesiones mortales. Los trabajadores enfrentan el riesgo de caídas durante la etapa inicial de la construcción y luego de la finalización de la obra, durante las operaciones, mantenimiento, uso, restauración y demolición de edificaciones o proyectos civiles. Los elementos de la instalación que están asociados a las caídas</p>	<p>protección contra caídas en alturas, entendiéndose como la planeación, organización, ejecución y evaluación de las actividades identificadas por el empleador como necesarias de implementar en los sitios de trabajo en forma integral e interdisciplinaria, para prevenir la ocurrencia de accidentes de trabajo por trabajo en alturas y las medidas de protección implementadas para detener la caída una vez ocurra o mitigar sus consecuencias.</p>	<p>los trabajadores, en áreas como descensos ayudaría, en trabajos pesados. Creo que sería un poco difícil en cuanto a manejo de maquinaria, pero la estrategia de drones mitigaría los riesgos asociados a esta labor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • sistemas de red de seguridad. • Puntos de anclaje fijo. • Dispositivos de Anclaje Portátiles o Conectores de Anclaje Portátiles • Línea de vida horizontal fijo o portátil. • Líneas de vida verticales. • Ganchos de seguridad. • Mosquetones • Conectores para restricción de caídas. • Conectores de posicionamiento. • Conectores para detención de caídas. • Conectores para tránsito vertical. 	<p>que requiere avance en el manejo de drones más personalizados para la labor.</p>
--	--	---	--	---	--	---

		<p>son, entre otros, los bordes de pisos y techos, las plataformas elevadas, las cornisas, los atrios, los tragaluces, las salas de máquinas, las escaleras de mano y las escaleras.</p> <p>Las caídas pueden ocurrir desde estructuras temporales que se usan en la construcción y el mantenimiento, como andamios o escaleras de mano, o desde componentes permanentes como los techos.</p> <p>Aunque los accidentes van a seguir pasando, este artículo pretende dar a conocer también una solución para mitigarlos apegándonos de la normatividad del ministerio de trabajo.</p> <p>https://isama.com/5-riesgos-asociados-al-trabajo-alturas-prevenirlos/</p>				
--	--	---	--	--	--	--

<p>Asesoría en Gestión de Riesgos Seguridad y Salud en el Trabajo, AGERIS SAS, Gerente Gilberto Mazo</p>	<p>Caídas a distinto nivel. Golpes por caída de objetos</p>	<p>Es necesario para atender varias necesidades, pero se deben extremar medida para realizarlo y cumplir con la normatividad</p>	<p>Si muchas, realizando anclajes técnicos, capacitando, cumpliendo normas</p>	<p>Mucho sobre todo para la realización de diagnósticos, y valoración al finalizar las actividades</p>	<p>Inspección de fachadas, inspección de la utilización de equipos y procedimientos</p>	<p>Inspección de fachadas, inspección de la realización de trabajos y utilización de epp</p>
<p>DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA PROFESIONAL ESPECIALIZADO SST ROBERTO F HERNANDEZ</p>	<p>Los principales riesgos son los de caída de altura y el derrumbamiento de estructuras</p>	<p>Creo que el trabajo en alturas es un trabajo de alto riesgo que debe ser desempeñado por personal competente y en óptimas condiciones físicas i psicológicas</p>	<p>Existen diversas formas de mitigar los riesgos de trabajo en altura, utilización de tecnologías para realizar actividades en altura como los drones, los elevadores, las grúas. Capacitación y entrenamiento a los trabajadores que realicen trabajos en altura Implementación de sistemas anti caída</p>	<p>Los drones por ser equipos que pueden llegar a sitios de altura pueden facilitar labores de inspección y de seguimiento a trabajos que se realizan en alturas, también pudieran utilizarse para realizar ciertas actividades en alturas</p>	<p>Supervisión de trabajos Inspección en sitios en altura Llevar y traer herramientas a sitios altos</p>	<p>Evidentemente si podemos hacer que en lugar de personas los drones puedan ir a sitios de altura el riesgo de muerte desaparece</p> <p>Inspecciones en torres eléctricas Inspecciones en construcciones elevadas Llevar o traer herramientas en sitios de altura Inspeccionar obras o sitios con riesgo de avalanchas o de fallas estructurales</p>

			Dotación de equipos especializados para realización de trabajos en altura Validación permanente de las condiciones físicas y psicológicas de los trabajadores en altura y supervisión especializada y permanente			
--	--	--	---	--	--	--

Las entrevistas realizadas a personal adscrito a la Gobernación de Antioquia (2020) en dependencias como Planeación departamental, Secretaria de Salud, Secretaría de Infraestructura, DAPARD Secretaría de Minas, así como a la Secretaría General arrojó los resultados que se consignaron en la tabla números 2 y 3.

Las respuestas confirmaron los hechos que generan problemas de riesgos por trabajos en altura en personal al servicio de la Gobernación de Antioquia.

Deslizamientos de tierra, daños estructurales, avenidas por torrenciales, incendios en alta montaña en lo que tiene que ver con el DAPARD (2020). Igualmente, en lo relacionado con el apoyo técnico de agua potable y saneamiento básico, en Servicios Generales (2020) en todo lo que tiene que ver con el mantenimiento de la infraestructura y la edificación de la Gobernación. También se presentan riesgos en vías, en todo lo que tiene que ver con taludes y banca de las vías, así como en los lugares donde existen fallas geológicas.

También existen graves riesgos para el personal de la Oficina de Catastro departamental (2020), que son quienes recorren los territorios para fines de la actualización predial.

En todos los casos enunciados, las normas son claras y obligatorias: hay que proteger la vida y la integridad de los funcionarios y son muchos los eventos que pueden ocurrir y causar accidentes o la muerte de quienes atienden estas situaciones.

Es también claro que algunas de dichas situaciones pueden ser controlables utilizando drones, a excepción de algunas labores en minas o en excavaciones.

Las respuestas dadas por los entrevistados muestran que se conocen los riesgos con toda evidencia, pero que todavía se depende más de las herramientas mecánicas y no se aborda la prevención acudiendo a la tecnología. Es un hecho impactante que la administración pública en el departamento depende en algunos casos de los drones que los propios contratistas suministran.

Se vio a lo largo del trabajo que ya son muchas las actividades en las que los drones son de gran utilidad no solo para aligerar el trabajo, sino para prevenir la accidentalidad. Pero el personal al servicio de la Gobernación de Antioquia no se guía en sus labores por esta potente herramienta que, en conexión con dispositivos en tierra pueden ser de mucha utilidad y así lo confirman todos los entrevistados.

Conclusiones

Este trabajo exploró dos hipótesis, una de ellas afirmaba categóricamente la incidencia de los drones para evitar accidentes en altura; la segunda negaba tajantemente dicho efecto.

Se formuló una tercera que se refiere a la afirmación sobre la eficacia de la implementación del trabajo con drones para algunas labores, con el objetivo de mitigar los riesgos de caídas en altura, en el caso de algunos funcionarios al servicio de la Gobernación de Antioquia.

Los resultados obtenidos confirman esta última hipótesis y dan respuesta a la pregunta formulada. Esta afirmación se fundamenta en dos razones fundamentales: la primera tiene que ver con la imposibilidad de utilizar drones en labores operativas por cuanto estos dispositivos tecnológicos no están diseñados para maniobrar herramientas y realizar reparaciones, restauraciones o adecuaciones de terrenos. Tampoco para ingresar en lugares encerrados como las minas o las brechas cavadas en la tierra.

La segunda tiene que ver con la posibilidad y viabilidad de inspeccionar lugares y de controlar trabajos y acciones de los operarios en lugares peligrosos, si se utilizan drones.

Es que los resultados obtenidos evidencian que, por lo menos en las siete dependencias sobre las cuales se indagó, las actividades en altura se realizan cuando se ejecuta el trabajo de mantenimiento, implementación, restauración en fachadas, techos, muros y luminarias. Igualmente, se realizan a campo abierto cuando se verifican linderos, para lo cual hay que andar por trochas y despejar caminos y vías rurales.

Ahora bien, cuando se realizan por la ocurrencia de desastres, avalanchas, pérdidas de la banca de la vía, la labor de los drones solo es de inspección y determinación del terreno o del escenario catastrófico, con el fin de que los funcionarios operativos, dotados de herramientas manuales o mecánicas, puedan actuar en forma segura.

En cuanto a minas subterráneas, las funciones de los drones no son efectivas. Tampoco en zanjas cavadas para instalación, mantenimiento y reparación de acueducto y alcantarillado, puesto que lo estrecho del espacio no permite o mejor no admite maniobrabilidad alguna del dispositivo.

La labor de observación que realizan los drones es de gran utilidad en las demás funciones y trabajos sobre los cuales se indagó.

Los funcionarios que prestan el servicio de inspección, control y vigilancia de las labores obtienen un gran apoyo en los drones, lo que conlleva a un mejor direccionamiento de los operarios con el fin de que se ubiquen de la mejor manera, manipulen las herramientas de

manera correcta, realicen los movimientos necesarios, sin que con ello se corran riesgos laborales, ni para ellos, ni para quienes se encuentren en el piso a distancias donde puedan estar sometidos a contingencias por caídas.

En los trabajos de campo y en los de asistencia en desastres, los drones contribuyen de manera fundamental a la seguridad de quienes recorren las áreas para fines de reconocimiento o de direccionar acciones de salvamento o para evitar peligros. La información que aportan los drones es de gran ayuda para quienes prestan los diversos servicios de auxilio y rescate, ya que las imágenes producidas sirven de guía de exploración y rescate. Es así como lo confirman funcionarios del DAPARD, de la Gerencia de Servicios Públicos, de Servicios Generales, así como de la Gerencia de Proyectos, de la oficina de Planeación, en su función de Catastro, en la Secretaría de Minas y en la Secretaría General.

La Gobernación de Antioquia realiza múltiples actividades tanto en su sede de la ciudad de Medellín y en el edificio que se conoce con este nombre y que está ubicado en el Centro Administrativo La Alpujarra. Igualmente, realiza otras actividades dentro del territorio que corresponde a los 125 municipios que se reparten por las nueve subregiones, trabajos que no corresponden a las autoridades municipales.

A los funcionarios que pertenecen a los programas que cada entidad ejecuta, y que se les denomina en este trabajo como funcionarios al servicio de la Gobernación de Antioquia, se les preguntó sobre las actividades en altura y en su totalidad respondieron cuales son las actividades que requieren de trabajos en altura, la mayoría acciones arriba del suelo y otras, en caso de la Secretaría de Servicios Públicos, en alturas en relación con el piso obtenido, luego de cavar en profundidad.

Los funcionarios entrevistados describen las funciones de la entidad para la cual trabajan. Para seis de ellos la utilidad se extiende a la capacidad de inspeccionar lugares de trabajo con el fin de evitar accidentes y una de ellas, el DAPARD, no considera la capacidad predictiva de los drones, por cuanto las funciones que cumple solo se ejecutan cuando se han presentado desastres.

Las demás entidades describen con claridad aquellas situaciones donde se presentan riesgos y pueden prevenirse sus resultados si se puede realizar la supervisión anterior y concomitante con cada trabajo. Cada oficina utiliza los equipos individuales y grupales para asegurar el trabajo en altura. Es así como se coordinan y orientan los trabajos en altura en los siguientes casos:

Supervisión y apoyo técnico en labores de excavación y trabajo a más de 1,50 metros de profundidad, verificación de pendientes y supervisión de estructuras elevadas, todo en los casos de la Secretaría de Servicios Públicos.

En cuanto se refiere al mantenimiento de fachadas, vidrieras y luminarias, existe en Servicios Generales el equipo que garantiza a los operativos mantenerse seguros en la altura. Pero la supervisión sobre la correcta colocación de implementos, el sustento en el aire y el manejo de herramientas se hacen desde abajo y para ello los drones son decisivos, en tanto que la visión que tiene el observador no le permite ver la totalidad de la escena hecho que con la utilización de drones cambiaría proporcionando una visión de 360° a una distancia menor que la que puede darse con relación al piso.

La Gerencia de Proyectos a cuyo cargo está el mantenimiento de taludes – actualmente en Granada, San Carlos y Anorí - realiza sus labores mediante inspección y observación que realizan sus funcionarios. La exposición a caídas es permanente. Igual sucede en los casos de construcción de muros de contención, en las pérdidas de banca de las vías y en las fallas geológicas.

La oficina de Catastro, adscrita a Planeación, con injerencia en todo el territorio departamental desplaza a sus funcionarios para la atención de solicitudes de actualización de áreas y linderos. No se utilizan equipos especiales y aunque han utilizado drones, no tienen dispositivos de esta naturaleza que sean propios.

La Secretaría de Minas ejecuta trabajos en canteras y en minas subterráneas y a cielo abierto, con exposición continua a los peligros de caídas, por desconocimiento del terreno que recorren.

Sin embargo, todas las entidades se refieren a la necesidad de implementar el uso de drones en cada modalidad de funciones.

Los riesgos de caídas son frecuentes y ocurren en los frentes de trabajo. Las indagaciones muestran que, no obstante que todas las entidades y sus funcionarios se refieren en forma positiva a la utilización de drones y a su necesidad, solo el DAPARD dispone de 4 drones y efectivamente los utiliza en los casos de deslizamientos, en daños estructurales y en avenidas torrenciales.

La oficina catastral no ha usado drones; en algunos casos los ingenieros que tienen sus propios drones los utilizan.

Estos resultados armonizan con lo expresado en entrevista semiestructurada por funcionarios de empresas de gestión de riesgos en seguridad y salud, así como por un profesional adscrito al departamento de Antioquia y por un técnico operativo.

Estos dan cuenta de alta accidentalidad que se presenta en los trabajos en altura. La legislación laboral en riesgos contiene una serie de medidas para mitigar los riesgos. Para ello las entidades han estado atentas a su cumplimiento estricto.

Se comprueba así la importancia del uso de drones para mitigar los riesgos en alturas

Recomendaciones

De lo indagado y de las conclusiones obtenidas se infiere la gran importancia que pueden tener los drones hasta ahora diseñados y puestos en funcionamiento. Es así como puede decirse que las medidas legales para la prevención de riesgos son fundamentales. La Gobernación de Antioquia las ha adoptado y les da aplicación, pero existen situaciones en las cuales el control tiene que ser más eficaz para hacer que la labor operativa en los casos señalados en este trabajo, sea realmente protegida y a ello contribuye de manera definitiva el tener un control visual que permita calcular y dimensionar los riesgos eventuales.

La recomendación principal consiste en la adopción de drones propios para las labores que realizan los funcionarios al servicio de la Gobernación de Antioquia. Para que esta recomendación pueda llegar a ser efectiva, se propone la difusión de materiales que den cuenta de la labor que realizan estos dispositivos cuando están equipados de la tecnología de reconocimiento.

Se recomienda, además, una amplia actividad de discusión, promovida en asocio con las administradoras de riesgos, los actores académicos de la ciudad y las EPS. Foros, discusiones y seminarios, presenciales o virtuales podrían ser el medio adecuado de difusión y conocimiento sobre la eficacia de la tecnología de los drones, al servicio de la salud y la vida. De esta manera los riesgos por trabajos en altura pueden llegar a tener un mínimo impacto sobre la población al servicio de la Gobernación de Antioquia.

Discusión

Este trabajo, que se gestó y partió de hechos observados y de diálogos con personal al servicio de la Gobernación de Antioquia, requirió un ejercicio muy importante de indagación, reflexión y análisis, en tanto se involucran conceptos que tienen que ver tanto con las disposiciones legales, como con las exigencias tecnológicas que implica el uso de drones en espacios de trabajo y con las especificidades de cada labor, pero también con los riesgos que caracterizan el trabajo en alturas y los retos para eliminarlos.

Metodológicamente, la indagación pretendió un acercamiento a cada problemática en su propio espacio, lo que hubiera representado un acopio de datos de mayor interés, pero que no pudo realizarse por la imposibilidad del desplazamiento territorial durante el año 2020.

Fue así como la indagación tuvo que limitarse a la versión recogida entre personal al servicio de la Gobernación de Antioquia, así como funcionarios de empresas contratistas, lo que permitió conocer datos y experiencias de estas personas. Fue una experiencia para abordar el tema, lo que mostró y sometió a consideración las diversas situaciones que se generan tanto en el mantenimiento de la edificación principal del ente territorial, como en otras anexas a él. Se trata de actividades que se realizan directamente sobre muros, techos y ventanas y que generan riesgos de accidentalidad y muerte para funcionarios que realizan dichas actividades y para transeúntes – entre los cuales se cuentan transeúntes ocasionales o permanentes y que pueden ser empleados al servicio de la Gobernación o visitantes.

Hay que anotar que, además del mantenimiento, la Gobernación de Antioquia realiza actividades diversas en todo el territorio, muchas de las cuales requieren el trabajo en altura o trabajos en profundidad que requieren la seguridad de quien los ejecuta porque, precisamente las excavaciones generan desniveles en el suelo, los cuales generan riesgos.

La Gobernación atiende además inspecciones en minas a cielo abierto y en profundidad. Debe tener actualizado su registro catastral que en un departamento con una extensión como la que tiene Antioquia es una tarea que exige mucho trabajo y que implica riesgos generados por la naturaleza del terreno, las zonas que hay que visitar y que incluyen montes, ríos, quebradas, además de que la topografía antioqueña es reconocida por la variedad de accidentes geográficos.

Todos los elementos hasta ahora enunciados constituyen un reto para la salud y la vida de los funcionarios y representaron un desafío para la indagación que se realizó en este trabajo. Cada funcionario entrevistado se refirió a las dificultades en su propio terreno; de las

narrativas extraídas a partir de la recopilación se logra entender que cada oficio que los riesgos tienen procedencia muy variada, razón por la cual es necesario aproximarse a cada actividad con herramientas teóricas y a partir de experiencias ya logradas y sistematizadas.

Sin embargo, las experiencias consultadas se refieren a aspectos concretos en actividades específicas. Es así como cada actividad trae dificultades específicas: hablar de la topografía y su aprendizaje mediante drones implica unos desafíos y, en consecuencia, exige procedimientos diferentes a aquellos que tienen las acciones en altura. En aquellas un dron puede suministrar datos a quien está en tierra, de tal manera que los obstáculos y peligros puedan superarse. Por el contrario, quien debe trabajar sobre superficies elevadas requiere otro tipo de información que debe enviarse al propio operario y a quien se encuentra en tierra con el fin de que este pueda comandar determinadas acciones, impedir movimientos y orientar la manipulación de herramientas para que no caigan al suelo y generen accidentes a personas diferentes.

Las experiencias consultadas fueron muy útiles y mostraron que son una guía, pero de ellas no es posible inferir reglas generales válidas para todas las acciones. Por esta razón, en el trabajo fue claro que la actividad con drones no puede utilizarse en todo tipo de actividades y será siempre de inspección y orientación.

¿Qué significa inspección y orientación?

Los drones son de gran utilidad y sirven de guía a quienes están realizando trabajos en altura, en especial los de la naturaleza específica que realiza el personal al servicio de la Gobernación de Antioquia. Por tratarse de trabajos que tienen que ver con vidas humanas y por el diseño, naturaleza y características de los drones, estos no pueden realizar funciones que hasta ahora solo los seres humanos pueden acometer.

Es claro lo anterior, en lo que tiene que ver con las fachadas, mantenimiento de luces y cuidado de vidrieras, en tanto no existen todavía dispositivos que puedan realizar estos trabajos. Lo que si es claro es que los drones pueden orientar al personal que, en tierra, da las instrucciones a los operarios para efectos de un mantenimiento adecuado.

El análisis de riesgos y desastres – DAPARD – se refiere al trabajo que pueden hacer utilizando drones, cuando se trata de la atención a la población. Es claro el papel que pueden cumplir en el sentido de brindar información al personal de ayuda y auxilio a las poblaciones, en la medida en que pueden dar cuenta del estado global del lugar del desastre.

En un tema en que los drones pueden ser de gran ayuda, así el DAPARD no lo considera, es en la prevención por cuanto estos dispositivos pueden sobrevolar regiones o localidades, en tiempo de invierno que es cuando se da una gran cantidad de desastres y

contribuir a dar aviso a las poblaciones y de esta manera podrían evitarse muertes, heridas y mutilaciones. Al respecto, se considera que, si bien este organismo coincide en la utilidad de los drones, ignoran el sentido preventivo de los mismos.

La investigación que, como se ha dicho, no pudo incluir la observación directa en campo de algunas actividades realizadas por los funcionarios al servicio de la Gobernación de Antioquia y esto la hubiera convertido en un producto muchísimo más profundo y certero de la potencialidad de los drones, si mostró que, aunque hay conocimiento de la potencialidad de estos artefactos tecnológicos, todavía estos no logran penetrar en el ámbito de las funciones públicas.

Es evidente la preocupación constitucional y legal por la prevención de accidentes, pero, de alguna forma sucede que abundan las normas, pero subsiste la desprotección en muchos escenarios y en estos pueden salir afectados los operarios, los supervisores e incluso las poblaciones o los ciudadanos que concurren a los lugares donde la Gobernación de Antioquia presta su servicio público.

Este trabajo obliga a reflexionar sobre este hecho.

Referencias bibliográficas

- Asamblea Nacional Constituyente (1991). Constitución Política de Colombia. Ministerio de Justicia. Imprenta General de la Nación.
- Balón, M. (2020). Prototipo dron naval para la adquisición de parámetros de calidad del agua en la zona marina costera de Salinas. Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5327>
- Castro, J. (2020). Innovación de la tecnología a través del uso de aeronaves no tripuladas. Ensayo presentado como requisito para optar al título de Especialista en Alta Gerencia. Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado de: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/35283/CastroBasanteJuanGuillermo2020.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castro, A.; Urrego J. (2017). *Evaluación de la precisión de resultados obtenidos con el procesamiento de información generada con RPAS*. <http://hdl.handle.net/11349/13108>
- Confederación Regional de Organizaciones Empresariales de Murcia [CROEM](2018). Uso de drones aplicado a la prevención de riesgos laborales. [Versión digital] Recuperado de: [https://portal.croem.es/Web20/CROEMPrevencionRiesgos.nsf/BFE4653A1D4B3E56C1258366002EA852/\\$FILE/Gu%C3%ADa%20Drones%20CROEM%202018.pdf](https://portal.croem.es/Web20/CROEMPrevencionRiesgos.nsf/BFE4653A1D4B3E56C1258366002EA852/$FILE/Gu%C3%ADa%20Drones%20CROEM%202018.pdf)
- Congreso de la República de Colombia (2012). *Ley 1562 de 2012. Por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional*. Diario Oficial Diario Oficial No. 48.488 de 11 de julio de 2012.
- Corte Constitucional. (1992). *Sentencia T- 571 de 1992*, Magistrado ponente Jaime Sanín. Recuperada de <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1992/T-571-92.htm#:~:text=El%20reconocimiento%20del%20derecho%20a,salud%20es%20un%20derecho%20fundamental>.
- Del Barrio,R. (2017). Uso de drones en la inspección para la rehabilitación del patrimonio: la Iglesia de la Merced de Burgos. Universidad de Burgos, España. Tesis de Doctorado. En: <http://hdl.handle.net/10259/4804>
- Díaz, O. (2015). Drones y su aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo. Universidad Miguel Hernández. Recuperado de: <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2211/1/TFM%20D%C3%ADaz%20Cantos%2C%20%C3%93scar.pdf>

- Gobernación de Antioquia (2020). Planeación departamental. Recuperado de: <https://antioquia.gov.co/departamentos-administrativos>
- Gobernación de Antioquia (2020). Secretaría Dirección Seccional de Salud y Protección Social. Recuperado de <https://antioquia.gov.co/departamentos-administrativos>
- Gobernación de Antioquia (2020). Secretaría de infraestructura secretarias. Recuperado de <https://antioquia.gov.co/secretaria-de-infraestructura>
- Gobernación de Antioquia (2020). DAPARD. Departamento Administrativo para la Atención de Riesgos del Departamento de Antioquia. Recuperado de <https://antioquia.gov.co/departamentos-administrativos>
- Gobernación de Antioquia (2020). Secretaria de Minas. Recuperado de <https://antioquia.gov.co/secretaria-de-minas>
- Gracia, J. F. & Gómez, M. J. (2019). Accidentalidad de trabajo en alturas en Colombia, especialmente en el sector de la construcción. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10882/9518>.
- Guzmán, M. (2016). Normatividad para el uso de drones en el ámbito civil. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6525/1/Guzm%C3%A1nHenaoMarvayXimena2016.pdf>
- Hernández, R; Fernández, C; Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación. McGraw Hill, México.
- Ministerio de la Protección Social (2008). Resolución 3673 de 2008 “Por la cual se establece el Reglamento Técnico de Trabajo seguro en alturas. Recuperado de: <https://actualicese.com/resolucion-003673-de-26-09-2008/>
- Ministerio de Protección y Escuela Judicial Rodrigo Lara Bonilla (2020). Definiciones. Recuperado de: www.ramajudicial.gov.com. Documents FAQ.doc
- Ministerio de Trabajo (2012). Resolución 1409 del 23 de julio de 2012 “por la cual se establece el reglamento de seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas” Diario Oficial N° 48517 de 2012. Recuperado de https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/45107/resolucion_00001409_de_2012.pdf

- Organización Internacional del Trabajo. (1925). Convenio C-019. Recuperado de:
https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_IL O_CODE:C019
- Organización Internacional del Trabajo (1988). Convenio 1988.
- OSHA Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (Occupational Safety and Health Administration).
- Pachón, D; Vargas D. (2016). Comparación de las muertes accidentales por caída de alturas con ocasión al trabajo antes y después de la aplicabilidad de la Resolución 3673 del 2008 durante los años 2004-2013. Trabajo de especialización. Recuperado de:
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/2893/1/Pach%C3%B3nLadinoDaisyCarolina2016.pdf>
- Pérez.; Benítez E.; Díaz, M. (2017). Sistema de Georreferenciado de imágenes con drones, Ra Ximbai 13(3) 65-77. Recuperado de
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=461/46154070004>
- Prevencionar.com y Bajo, J. (2020). El dron, una herramienta básica en la prevención de riesgos laborales. Recuperado de: <https://prevencionar.com/2018/01/24/dron-una-herramienta-basica-prevencion-riesgos-laborales/>
- República de Colombia. (1951). Código Sustantivo del Trabajo. Editorial Legis, Bogotá
- Sánchez, M. (2017). Proyecto final de carrera uso y aplicaciones de drones en minería ingeniería de minas. Localidad Manresa. Recuperado de:
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/112714/PFC%20Manuel%20Sanchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sepúlveda, R.; Agudelo, I.A.; Casas, J.C. (2017). Modelo Metodológico para Realizar Mantenimientos Predictivo y Preventivo por Medio de Drones en el Municipio de Guatapé. Universidad Uniminuto, Medellín. <http://hdl.handle.net/10656/5574>
- Suárez F., A. (2019). *Complian Aerial Manipulation*. Tesis de doctorado Universidad de Sevilla <https://hdl.handle.net/11441/81917>
- Universidad Industrial de Santander. (2016). Manual de trabajo seguro en alturas. Recuperado de:
<https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/talento%20humano/SALUD%20OCUPACIONAL/MANUALES/MTH.03.pdf>

Uprimny R. (2017). El bloque de constitucionalidad en Colombia. Recuperado de https://www.dejusticia.org/wp-content/uploads/2017/04/fi_name_recurso_46.pdf

Zambrano, A.; Pardo, M. (2017). Drones: tecnología a disposición de la Seguridad y la Salud. Propuesto Congreso Prevencionar, Madrid. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6664750>

Medios digitales. Páginas web

Amazon. (octubre 2020). <https://www.amazon.com/-/es/Eslinga-cuerpo-entero-malla-XXL/dp/B001Q1T4J0>

LAMUELA SAS. (octubre 2020). En: <https://www.lamuela.com.co/>

Orby.Suply Inc. (octubre 2020). Proveedor de múltiples soluciones. En: <https://orbisupply.com/Orbysuply>

ProAlt. Ingeniería de altura (octubre, 2020). En: [www. Proalt.es](http://www.Proalt.es)

Láminas y aceros. (octubre 2020). Productos. En: [ttps://www.laminasyaceros.com/index.html](https://www.laminasyaceros.com/index.html)

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

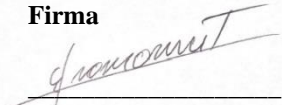
Por intermedio del presente documento en mi calidad de autor o titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjunto, titulada Uso de drones para prevenir accidentes de trabajo en trabajadores de la Gobernación de Antioquia, autorizo a la Corporación universitaria Unitec para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador o titular de la obra objeto del presente documento.

La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entiendo que puedo solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar mi obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decido.

La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de mis derechos patrimoniales en favor de la Corporación universitaria Unitec, por lo que podré utilizar y explotar la obra de la manera que mejor considere. La presente autorización no implica la cesión de los derechos morales y la Corporación universitaria Unitec los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y la realicé sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de mi exclusiva autoría o tengo la titularidad sobre la misma. En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Corporación universitaria Unitec actúa como un tercero de buena fe. La sesión otorgada se ajusta a lo que establece la ley 23 de 1982. Para constancia de lo expresado anteriormente firmo, como aparece a continuación.

Firma



Nombre

Elkin R. Moreno Muñetón
CC.

Firma



Nombre

Louiced Nevito Sánchez
CC.

Firma



Nombre

Genis A. Campo Tapia
CC.

Firma



Nombre

Daniel F. Ramirez Gutierrez
CC.