
	<b>GRUPO CASSA</b> Km. 62 1/2, carretera a Sonsonate. Cantón Huiscoyolate, Izalco, Sonsonate, El Salvador, C.A.PBX: (503) 2484 1000.	Página 1 de 75
		Código: MO-OPAA001
<i>Manual tecnico de operaciones para vehiculos aereos no tripulados del programa de aplicaciones aereas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</i>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001



**MANUAL TECNICO DE OPERACIONES  
 PARA VEHICULOS AEREOS NO  
 TRIPULADOS DEL PROGRAMA DE  
 APLICACIONES AEREAS Y  
 TERRESTRES PARA PRESTADORES  
 DE SERVICIOS DE COMPAÑÍA  
 AZUCARERA SALVADOREÑA S.A DE  
 C.V.**

**SOLUCIONES AGRICOLAS AEREAS  
 S.A. DE CV.  
 SOLUAGRI**




	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 2 de 75
		Código: MO-OPAA001
<b><i>Manual tecnico de operaciones para vehiculos aereos no tripulados del programa de aplicaciones aereas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</i></b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## 1 Introducción

El presente manual de operaciones tiene como propósito contar con una guía clara y detallada sobre las operaciones y procedimientos en campo con vehículos aéreos no tripulados (drones), a través de la empresa prestadora del servicio de fumigación; en el área de aplicaciones aéreas de grupo CASSA, y que garantice una eficiente operación y desarrollo de las diferentes actividades previas y post vuelo. El manual comprende de forma ordenada, y secuencial las operaciones y procedimientos a seguir para cada actividad realizada así mismo se incluyen todas las funciones, responsabilidades de las personas a cargo de la operación y contempla todos los procesos y lineamientos exigidos por la AAC, procedimientos de toda la operación llevada en campo mediante los equipos VANT utilizados para la fumigación de fertilizantes y productos agroquímicos en todo el parque cañero de El Salvador que grupo CASSA posee.


El manual de operaciones consta de VI capítulos cada uno con sus respectivos subtemas; en el capítulo I, se encuentra inicialmente con la tabla de contenidos, el objeto y alcance del manual de operaciones, las abreviaturas y definiciones. En el capítulo II, trata de la organización y responsabilidades en donde se abordan temas de las funciones y responsabilidades que cumple todos los miembros dentro de la organización y la posición a cargo que cumplen dentro de la empresa. En el capítulo III entrenamiento, se detallan los entrenamientos, capacitaciones recibidas, temas a bordados durante las capacitaciones, la descripción del entrenamiento y duración de este con el fin certificarse para optar al cargo de piloto de equipos VANT. Seguidamente en el capítulo IV, en la descripción de los equipos VANT, se abordan temas generales y específicos de los equipos como características físicas, dimensiones, materiales de los cuales están hechos, subsistemas, rendimientos de la aeronave, sistema de propulsión, controles de vuelo, sensores, navegación, modos de vuelo, y estación de control. Continuando al capítulo V operaciones, se describe básicamente el tipo de operaciones a realizar en campo, riesgos asociados, la complejidad de las operaciones, las condiciones en las cuales estas operaciones se ejecutan, criterios de despegue y aterrizaje, el análisis de riesgos, bitácoras de vuelo, y el plan de vuelo en sí, igualmente los procedimientos de contingencia, emergencia y reportes sobre accidentes/incidentes. Abordando el capítulo VI seguridad, trata sobre las medidas adoptadas para evitar actos de interferencia ilícita, y las medidas para evitar la interferencia del sistema de comunicación de la aeronave con la estación.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 3 de 75
		Código: MO-OPAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001


## 1.1 Tabla de contenidos

### Índice general

<b>1</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>2</b>
1.1	Tabla de contenidos .....	3
1.2	Objeto y Alcance del Manual de Operaciones .....	7
1.3	Abreviaturas.....	9
1.4	Definiciones.....	10
<b>2</b>	<b>Organización y Responsabilidades</b> .....	<b>12</b>
2.1	Estructura organizacional y el personal designado.....	12
2.2	Obligaciones, responsabilidades y cualificaciones del personal gerencial.....	12
2.3	Obligaciones, responsabilidades de los pilotos remotos, observadores y otros miembros de la organización involucrados en la operación. ....	13
2.4	Instalaciones .....	14
2.4.1	El mantenimiento.....	18
2.4.2	Almacenaje y resguardo de los equipos VANT y sus estaciones remotas .....	18
2.4.3	Actividades de gestión y administración .....	18
2.4.4	Resguardo y localidades de la gestión de soporte y equipo de tierra .....	18
2.4.5	Lugar de archivo de los registros.....	19
2.4.6	Actividades de entrenamiento .....	19
2.5	Consideraciones para minimizar el error humano.....	19
2.6	Limitaciones de tiempo de vuelo.....	20
2.6.1	Limitaciones de tiempo de vuelo.....	20
2.6.2	Tiempo máximo de vuelo continuo para los distintos modos de vuelo (manual, asistido, automático) .....	20
2.6.3	Límites de actividad aérea diaria .....	20
2.7	Facultades de la autoridad: Vigilancia y supervisión de las operaciones.....	20
<b>3</b>	<b>Entrenamiento</b> .....	<b>21</b>
3.1	Necesidades de entrenamiento.....	21
3.2	Programa de entrenamiento .....	21
3.3	Descripción de los entrenamientos y Syllabus .....	21
<b>4</b>	<b>Descripción de equipos VANT</b> .....	<b>25</b>
4.1	Aeronave.....	25
4.1.1	Características físicas Hylío® AG-116 .....	25
4.1.2	Rendimiento de la aeronave Hylío AG116.....	27
4.1.3	Sistema de propulsión.....	27
4.1.4	Control de vuelo .....	28
4.1.5	Sensores .....	29
4.1.6	Cargas de pago .....	29
4.1.7	Navegación .....	29

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 4 de 75
		Código: MO-OPAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

4.1.8	Frecuencia de funcionamiento.....	29
4.1.9	Sistema de control de vuelo.....	29
4.1.10	Estación de control .....	30
4.1.11	Detectar y evitar.....	30
4.1.12	Condición de aeronavegabilidad .....	30
<b>5</b>	<b>Operaciones.....</b>	<b>31</b>
5.1	Tipo de operaciones, limitación control y registro. ....	31
5.1.1	Operaciones requeridas y riesgos asociados.....	31
5.1.2	Complejidad de las operaciones .....	31
5.1.3	Condiciones del entorno operacional .....	31
5.1.4	Criterio para determinar las zonas de despegue y aterrizaje .....	32
5.1.5	Criterios y método de calibración de equipos .....	33
5.1.6	Análisis de riesgos .....	33
5.1.7	Libro de bitácora de operación, descripción y uso (o ficha de vuelo).....	33
5.2	Procedimientos de operaciones normales.....	33
5.2.1	Elaboración del plan de vuelo .....	33
5.2.2	Coordinación con terceros.....	35
5.2.3	Acciones de mitigación a instituir antes de la operación .....	35
5.2.4	Pre-Vuelo- evaluación sitio de operación.....	35
5.2.5	Pre-Vuelo – Evaluación de condiciones ambientales y climáticas.....	37
5.2.6	Pre-Vuelo – Evaluación de condiciones previas de operación.....	37
5.2.7	Acciones de mitigación a instituir durante la operación.....	40
5.2.8	En – Vuelo / Procedimientos de despegue .....	40
5.2.9	En – Vuelo / Misión .....	40
5.2.10	En – Vuelo / Procedimientos de aterrizaje .....	40
5.2.11	Post - Vuelo / Junta informativa del vuelo- anotación en.....	41
5.2.12	Mercancías peligrosas.....	42
5.3	Procedimientos de contingencia .....	44
5.3.1	Determinación de el volumen operacional .....	44
5.3.2	Geografía de vuelo.....	45
5.3.3	Volumen de contingencia .....	45
5.3.4	Condiciones Operacionales .....	45
5.3.5	Enlace C2.....	46
5.4	Procedimientos de emergencia .....	46
5.4.1	Procedimientos de emergencia .....	46
5.5	Reporte de accidentes / incidentes.....	47
5.5.1	Procedimiento para el tratamiento, la notificación y el reporte de accidentes a la autoridad. ....	47
<b>6</b>	<b>Seguridad.....</b>	<b>49</b>
6.1	Medidas adoptadas para evitar actos de interferencia ilícita .....	49

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 5 de 75
		Código: MO-OPAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

6.2	Medidas adoptadas para evitar la interferencia deliberada del sistema de comunicación aeronave estación .....	49
6.3	Programa de mantenimiento .....	50
6.3.1	Lista de verificación de mantenimiento diario .....	50
6.3.2	Calendario de inspección .....	51
6.3.3	Criterio de inspección .....	52
6.3.4	Ciclo de baterías .....	54
6.3.5	Seguridad .....	54
6.3.6	Cómo reemplazar las hélices .....	55
<b>7</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>57</b>
7.1	Formatos y modelos para registros.....	67
7.1.1	Certificado de piloto de UAS Hylío®AG-116.....	67
7.1.2	Permiso de aeronave tripulada y no tripulada para la aplicación aérea de insumos de uso agrícola por parte del ministerio de agricultura y ganadería.....	69
7.1.3	Autorización para fungir como operador de los equipos de aplicación aérea y que manipule insumos agrícolas por parte del ministerio de agricultura y ganadería.....	71
7.1.4	Perfil metabólico, exámenes de colinesterasa, pilotos y miembros del equipo.....	73
7.2	Documentos relacionados.....	75

## INDICE DE CUADROS


Cuadro 1.	Pasos de limpieza para equipo UAS.....	51
Cuadro 2.	Criterios de inspección.....	54
Cuadro 3.	Pautas de seguridad.....	54
Cuadro 4.	Señales de advertencia en equipo VANT.....	55

## INDICE DE GRAFICOS

Grafica 1.	Estructura Organizacional de la Empresa.....	12
Grafica 2.	Duración de boquillas según el tipo de material.....	41

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Programa de entrenamiento .....	21
Tabla 2.	Programa de entrenamiento .....	24
Tabla 3.	Características físicas .....	25
Tabla 4.	Partes y componentes de VANT AG116.....	26
Tabla 5.	Rendimiento de la aeronave Hylío AG116.....	27
Tabla 6.	Sistema de Propulsión Hylío AG116.....	28
Tabla 7.	Control de vuelo Hylío AG116.....	30
Tabla 8.	Orden de mezcla recomendado.....	39
Tabla 9.	Desgaste de piezas en relación horas de vuelo.....	52


	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 6 de 75
		Código: MO-OPAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Bodega en Zapotitan.....	14
Fig. 2. Vistas de planta de Base de Operaciones San Juan Opico.....	16
Fig. 3. Esquematación de volumen operacional.....	44

## INDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Base de operaciones Zapotitan Bodega.....	15
Imagen 2. Cuarto envases llenos.....	15
Imagen 3. Cuarto envases vacíos.....	15
Imagen 4. Base en Quinta de las Mercedes Lourdes Colon.....	17
Imagen 5. Cuarto de bodega.....	17
Imagen 6. Cuarto de mantenimiento.....	17
Imagen 7. Pickups como unidades remotas para el resguardo de equipos VANT.....	18
Imagen 8. Programa Agrosol GCS v1.46.7.....	19
Imagen 9. Uso de extintores, primeros auxilios, mitigación de análisis de riesgo, desechos de residuos y envases vacíos. Impartido por grupo CASSA.....	24
Imagen 10. Calibración manual de equipo Hyllo AG116.....	33
Imagen 11. Evaluación de condiciones ambientales y climáticas con anemómetro.....	37
Imagen 12. VANT Hyllo AG116 descargado y listo para plegar brazos y armar helices.....	38
Imagen 13. Equipo de protección personal (EPP).....	42
Imagen 14. Volumen operacional imagen de referencia en campo.....	45
Imagen 15. Orientación del sentido de giro de hélices.....	56


	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 7 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b><i>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</i></b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## 1.2 Objeto y Alcance del Manual de Operaciones


El alcance del manual de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios SOLUAGRI S.A. DE C.V de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V. Será el resultado favorable a través de la revisión de la gestión documental; el manual pretende ser un documento muy útil para la Autoridad de Aviación Civil de El Salvador ya que contempla todos los procesos y lineamientos exigidos por la AAC y contiene los procedimientos de toda la operación llevada en campo mediante los equipos VANT utilizados para la fumigación de fertilizantes y productos agroquímicos en todo el parque cañero de El Salvador que grupo CASSA posee, esto con el fin de lograr la registración y matriculación de estos vehículos aéreos no tripulados en la AAC con fines de tener un mejor control de las aeronaves que sobrevuelan el espacio aéreo salvadoreño y también para el estudio e investigación en caso de presentarse algún tipo de accidente o incidente. Posicionando de esta manera a grupo CASSA como empresa pionera en poder ofrecer un servicio de fumigación aprobado por el MAG y certificado por AAC, posicionando a la empresa en otro nivel de calidad de servicios agrícolas.

El desarrollo de este manual comprende la tercera fase de cinco planteadas por la AAC, que comprende “el proceso de certificación técnico y legal”, por ende, dentro de la tercera fase “evaluación documental” se genera el manual de operaciones de los equipos VANT, fase en la cual interviene la participación de mi persona como pasante en grupo CASSA.

El manual de operaciones consta de VII capítulos cada uno con sus respectivos subtemas; en el capítulo I, se encuentra inicialmente con la tabla de contenidos, el objeto y alcance del manual de operaciones, las abreviaturas y definiciones. En el capítulo II, trata de la organización y responsabilidades en donde se abordan temas de las funciones y responsabilidades que cumple todos los miembros dentro de la organización y la posición a cargo que cumplen dentro de la empresa. En el capítulo III entrenamiento, se detallan los entrenamientos, capacitaciones recibidas, temas a bordados durante las capacitaciones, la descripción del entrenamiento y duración de este con el fin certificarse para optar al cargo de piloto de equipos VANT. Seguidamente en el capítulo IV, en la descripción de los equipos VANT, se abordan temas generales y específicos de los equipos como características físicas, dimensiones, materiales de los cuales están hechos, subsistemas, rendimientos de la aeronave, sistema de propulsión, controles de vuelo, sensores, navegación, modos de vuelo, y estación de control. Continuando al capítulo V operaciones, se describe básicamente el tipo de operaciones a realizar en campo, riesgos asociados, la complejidad de las operaciones, las condiciones en las cuales estas operaciones se ejecutan, criterios de despegue y aterrizaje, el análisis de riesgos, bitácoras de vuelo, y el plan de vuelo en sí, igualmente los procedimientos de

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 8 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b><i>Manual tecnico de operaciones para vehiculos aereos no tripulados del programa de aplicaciones aereas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</i></b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

contingencia, emergencia y reportes sobre accidentes/ incidentes. Abordando el capítulo VI seguridad, trata sobre las medidas adoptadas para evitar actos de interferencia ilícita, y las medidas para evitar la interferencia del sistema de comunicación aeronave-estación.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 9 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

### 1.3 Abreviaturas

**VANT:** Vehículo Aéreo No Tripulado, también conocido como DRON.

**VARP:** Vehículo aéreo remotamente pilotado.

**Cámaras FPV y FOV:** Del inglés (First Person View) y (Field Of View) las cámaras en vistas de primera persona transmiten en tiempo real la operación y las FOV indican el campo visual en grados por ej. grados horizontales y verticales de vista.

**EPP:** El Equipo de Protección Personal es el conjunto de prendas y accesorios que, garantizan la protección del operador al momento de manipular agroquímicos, por ej. Anteojos, respirador para vapores, gabachas o trajes impermeables, botas de hule, sombreros para protección de los rayos solares etc.

**UAV:** (del inglés unmanned aerial vehicle), comúnmente conocido como dron, que hace referencia a una aeronave que vuela sin tripulación.

**Vuelos VLOS:** Palabra que proviene de las siglas en inglés (Visual Line of Sight) que se refiere a aquellos vuelos que se realizan al alcance visual del piloto.

**Vuelos BLOS:** Palabra que proviene de las siglas en inglés (Beyond Line of Sight) que se refiere a aquellos vuelos que van más allá del campo visual del piloto.

**Syllabus:** Comprende el programa o esquema de un curso; compuesto por un calendario de todos los temas a abordar.

**Espacio aéreo clase F y G:** Corresponden a los espacios aéreos no controlados y es donde, según la legislación actual de la mayoría de los países, pueden volar los VANT.


**ARC:** Air Risk Class ó clase de riesgo aéreo.

**GPS:** (Global Position System) Sistema de Posicionamiento Global, que permite determinar e identificar con exactitud y precisión la ubicación de un equipo en cuestión con coordenadas exactas.

**RTK:** (Real-time-kinematic) es la aplicación de la topografía para corregir errores comunes en los sistemas actuales de navegación por satélite (GNSS). Utiliza mediciones de la fase de la onda portadora de la señal además del contenido de información de la señal y se basa en una única estación de referencia o estación virtual interpolada para proporcionar correcciones en tiempo real, proporcionando una precisión de hasta centímetros.

**PNC:** Policía Nacional Civil.

**YSO:** Seguridad y Salud Ocupacional.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 10 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## 1.4 Definiciones

Incluye todos aquellos conceptos, términos y/o procesos; que deban explicarse brevemente para un mejor entendimiento de los procedimientos detallados en el manual

**Mapa de riesgo:** Representación gráfica simplificada de la ubicación e identificación de haciendas o lotes con algún tipo de restricción de vuelo, ambiental o poblacional.

**Auxiliar de aplicaciones aéreas:** O comúnmente llamado mezclero, es la persona encargada de realizar la mezcla, pesaje y dosificación del producto de acuerdo a viñeta, para posteriormente cargarlo al tanque del equipo VANT.

**Aplicación aérea:** Aplicación de insumos agrícolas con aeronave; con ala rotativa, ala fija o VANT (Vehículo Aéreo No Tripulado).

**Insumo agrícola:** Cualquier sustancia de naturaleza química o biológica utilizada para el control de plagas, incluyéndose además a los fertilizantes.

**Insumo agrícola prohibido:** Producto cuya aplicación aérea no está permitida o autorizada por la autoridad competente por sus altos riesgos a la salud humana y al medio ambiente.


**Insumo agrícola restringido:** Toda sustancia o compuesto químico cuyo uso hubiera sido limitado por Grupo CASSA, únicamente puede ser utilizado bajo condiciones específicas.

**Flujo:** Cantidad de volumen o de agua que pasa por un tubo o conducto a través de un tiempo determinado.

**Área de mezcla:** Lugar designado dentro del lote el cual se lleva a cabo la preparación y mezcla de insumos para cargar al equipo VANT, este lugar es señalizado con conos para evitar circular por esa área mientras se lleva a cabo la aplicación.

**Calibración:** Acción y efecto de calibrar. Ajustar, con la mayor exactitud posible, las indicaciones de un instrumento de medida con los valores de la magnitud que ha de medir.

**Examen de Colinesterasa:** Es el análisis en el suero de la sangre y consiste en el estudio de las enzimas de acetilcolinesterasa o Colinesterasa de los glóbulos rojos y de la pseudocolinesterasa o colinesterasa del plasma. Mide el efecto de la exposición carbamatos y organofosforados, los cuales inhiben dichas enzimas.


	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 11 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b><i>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</i></b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

**Deducible:** Participación del asegurado en la pérdida ocasionada por el siniestro. Tiene como finalidad que el asegurado haga todo lo que este a su alcance para evitar que acontezca el siniestro.

**Siniestro:** Suceso que produce un daño o una pérdida material.

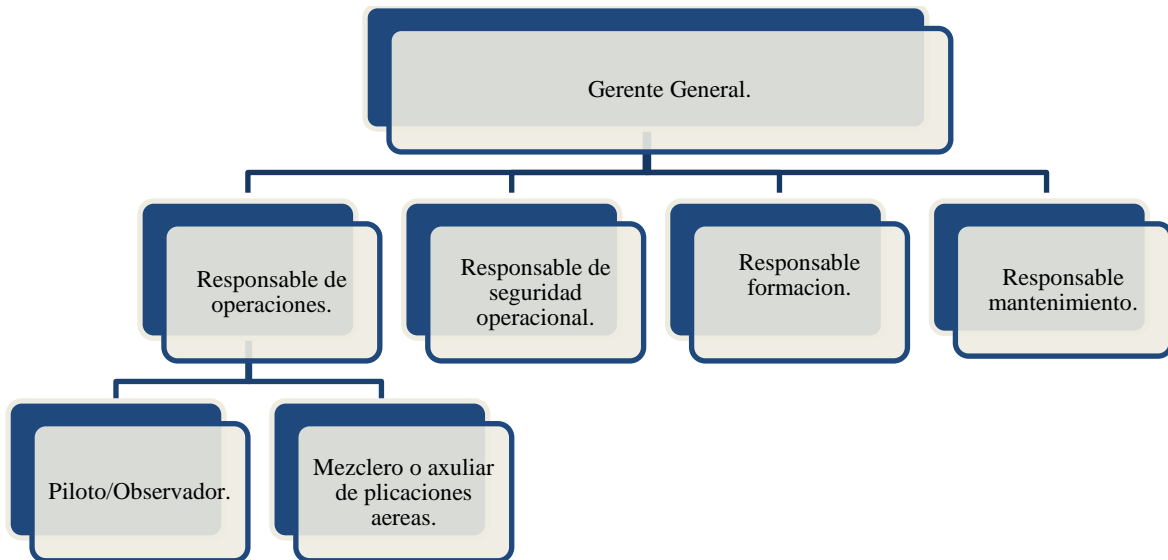
**Aseguradora:** Empresa que se hace responsable de los daños a las unidades a nombre de las empresas prestadoras de servicio en cuestión, siempre y cuando la causa del accidente no sea responsabilidad del colaborador.

**Enlace C2:** El enlace C2 es la vía de comunicación que conecta un vehículo aéreo no tripulado con su controlador remoto. Este enlace permite la transmisión de datos en ambas direcciones, lo que facilita la operación en tiempo real y la retroalimentación. Por ejemplo, a través del enlace C2, un piloto de dron puede enviar comandos al dron y el dron puede enviar información de vuelo, transmisiones de video, lecturas de sensores y deriva química.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 12 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## 2 Organización y Responsabilidades

### 2.1 Estructura organizacional y el personal designado



Grafica 1. Estructura Organizacional de la Empresa.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.2 Obligaciones, responsabilidades y cualificaciones del personal gerencial.


**Gerente general:** Planifica, organiza y coordina la administración y operación de la empresa, también lleva la contabilidad financiera de la misma, de igual manera es la persona encargada de realizar el reporte y coordinaciones con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

**Responsable de operaciones:** Verifica y coordina el plan de trabajo asignado durante la semana.

**Responsable de seguridad operacional:** Encargado de controlar riesgos y evitar accidentes e incidentes al momento de la aplicación.

**Responsable de formación:** Persona que capacita y potencia el desarrollo de los empleados.

**Responsable de mantenimiento:** Garantiza el funcionamiento y conservación del equipo.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 13 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001


## 2.3 Obligaciones, responsabilidades de los pilotos remotos, observadores y otros miembros de la organización involucrados en la operación.

**a) Piloto remoto:** El encargado de esta posición, se le exige experiencia en operación con VANT comprobables por más de 20 horas de vuelo o 6 meses en dichas operaciones o ser piloto aviador con licencia vigente y cuyas funciones son las siguientes:

- Verificar las áreas posibles a aplicar.
- Ejecutor de la misión de vuelo.
- Verificar el estado óptimo de la aeronave.
- Verificar las condiciones climáticas optimas previas a la aplicación.

**b) Auxiliar de aplicaciones aéreas (Mezclero):** Persona encargada de dosificar, pesar y preparar el orden de mezcla para posteriormente cargarlo al tanque del VANT y cuyas funciones son las siguientes:

- Utilizar el EPP (equipo de protección personal) completo en todo momento.
- Señalizar el área de mezcla.
- Utilizar el orden de mezcla adecuado.
- Realizar la mezcla de los agroquímicos.
- Llenado del tanque del equipo de aplicación aéreo.
- Retirar los envases vacíos.
- Realizar el triple lavado y perforación de envases vacíos.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 14 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## 2.4 Instalaciones

La base de operaciones es una propiedad que está ubicada en el departamento de La Libertad Residencial Quinta de las Mercedes block E casa no.17, San Juan Opico; con bodega en Zapotitan la cual cuenta con áreas ya definidas como:

### Base en Zapotitan

- Bodega de Insumos
- Cama biológica
- Baño y ducha
- Pila
- Estacionamiento

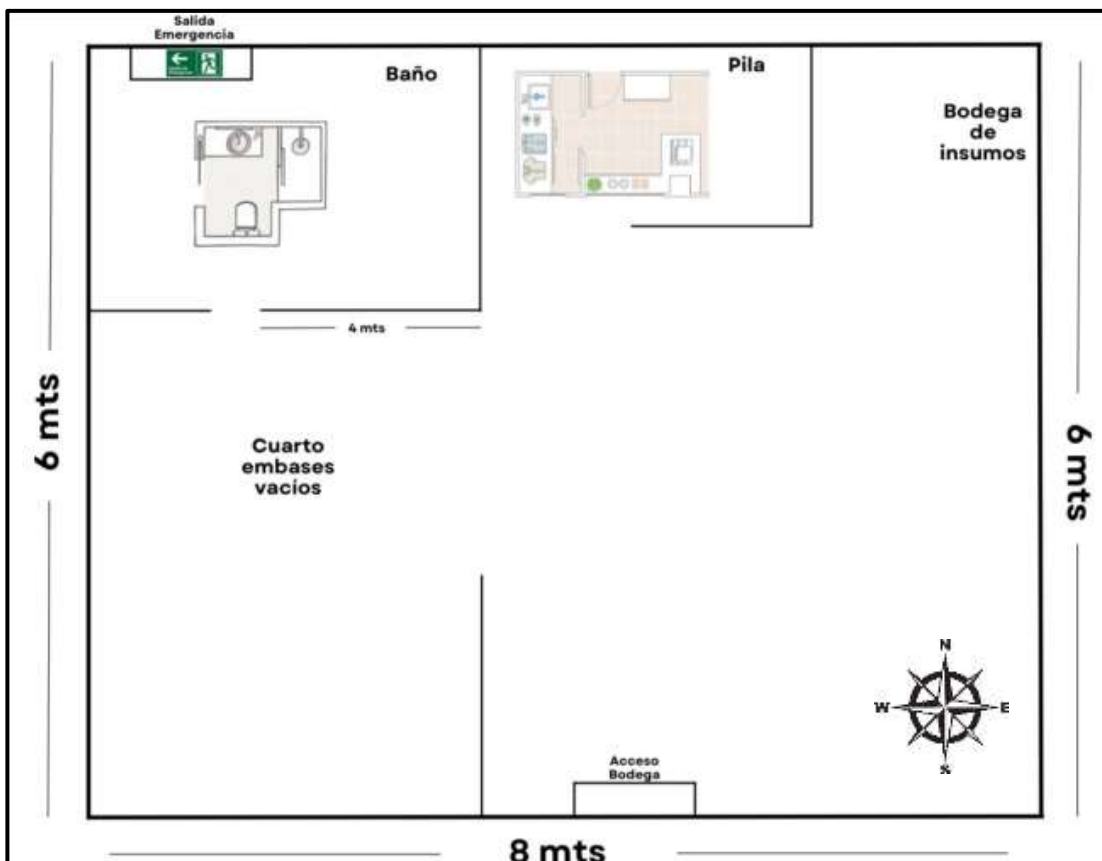



Fig. 1. Bodega en Zapotitan.

Fuente: Elaboracion propia

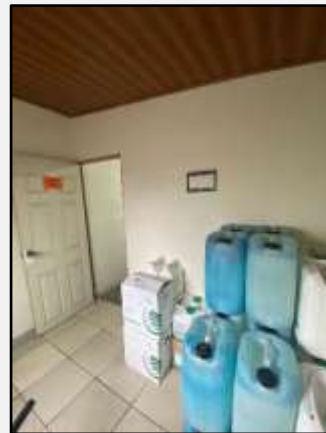
	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 15 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001



**Imagen 1. Base de operaciones Zapotitan Bodega.**




**Imagen 2. Cuarto envases llenos.**



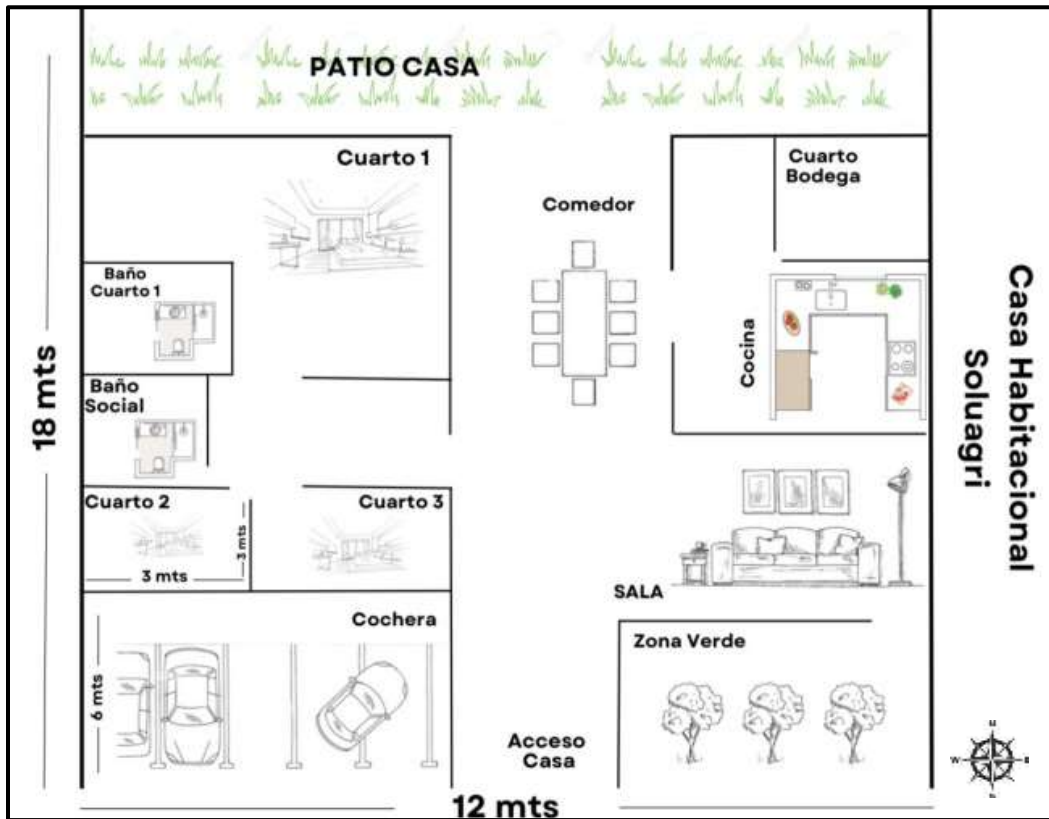
**Imagen 3. Cuarto envases vacíos.**

**Elaboración Propia**

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 16 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

**Base en Quinta de las Mercedes Lourdes Colon**

- Oficina administrativa
- área de carga de baterías
- Estacionamiento
- Hospedaje
- Baños 2
- Duchas 2
- Área de mantenimiento
- Área de almacenaje y resguardo de los equipos



**Fig. 2. Vistas de planta de Base de Operaciones San Juan Opico.**

**Fuente: Elaboración propia.**

***Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.***

Fecha de edición: Noviembre 2023

Edición: 001



**Imagen 4. Base en Quinta de las Mercedes Lourdes Colon.**




**Imagen 5. Cuarto de bodega.**



**Imagen 6. Cuarto de mantenimiento.**

**Elaboración Propia**

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 18 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

Así mismo en el área de oficina y dentro de la unidad remota (pickup) cuentan con extintores y equipo médico en caso de cualquier accidente o incidente al momento de las operaciones.

#### 2.4.1 El mantenimiento

Se realiza dentro de la base de operaciones en San Juan Opico, La Libertad en el área de mantenimiento, área en el cual se verifica el correcto funcionamiento del equipo previo a las aplicaciones aéreas y se llevan a cabo actividades de mantenimiento como, por ejemplo: revisión de piezas en buen estado, sensores, desgaste de boquillas, sistema de pulverización, rotores y estado óptimo de la aeronave entre otros.

#### 2.4.2 Almacenaje y resguardo de los equipos VANT y sus estaciones remotas

Dentro de la base de operaciones en San Juan Opico la empresa asigna un área especial para el resguardo del equipo VANT que cumple con todos los requerimientos por el fabricante; es un pickup que se toma como unidad remota el cual se ha adaptado con una caja metálica que sirve de protección al dron y a la planta eléctrica y que además sirve para guardar los instrumentos y equipos para la operación en campo, como conos, el EPP, lonas, tanques con agua para la mezcla entre otros.




**Imagen 7. Pickups como unidades remotas para el resguardo de equipos VANT.**

#### 2.4.3 Actividades de gestión y administración

En la base de operaciones en el área de la oficina administrativa en San Juan Opico, La Libertad.

#### 2.4.4 Resguardo y localidades de la gestión de soporte y equipo de tierra

En la base de operaciones en San Juan Opico, La Libertad.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 19 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

#### 2.4.5 Lugar de archivo de los registros

Se resguardan en la base de operaciones en el área de oficina administrativa, poseen los registros de manera física y digital, documentaciones, facturaciones, planes de trabajo, fichas de vuelo, informes y certificaciones etc. El resguardo de los registros y operaciones hechas en campo lo llevan de manera digital a través del programa Agrosol GCS v1.46.7 que genera reportes por aplicación detallando datos como: área total aplicada, producto que se utiliza según dosis, nombre del aplicador, toda la información queda almacenada dentro de la nube. En este se incluyen también todos los registros de SYSO.




**Imagen 8. Programa Agrosol GCS v1.46.7.**

#### 2.4.6 Actividades de entrenamiento

Los entrenamientos para conocimiento, manejo y uso correcto del equipo se efectúan en la base de operaciones situada en San Juan Opico, La Libertad.

### 2.5 Consideraciones para minimizar el error humano

La empresa se asegura de analizar la carga de trabajo semanal asignada y determinan el tiempo aproximado que les va tomar realizar las aplicaciones y asignan equitativamente la carga de trabajo. Y para garantizar minimizar el error humano, grupo CASSA lleva un perfil metabólico y control de cada uno de los pilotos y personal auxiliar de cada una de las empresas, esto debido a que no existe un lugar fijo para las aplicaciones, en el sentido de chequear a cada piloto que se encuentre en la condición óptima previo a una aplicación, se sustituye por un chequeo médico, dos veces al año, dando seguimiento y realizando análisis de colinesterasa y creatinina, con esto se logra el cumplimiento de las disposiciones puestas para minimizar el error humano. Sin embargo, estas operaciones no están exentas del error humano.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 20 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## **2.6 Limitaciones de tiempo de vuelo**

### **2.6.1 Limitaciones de tiempo de vuelo**

- Clima (condiciones climáticas adversas).
- Falla del equipo: entre algunas de ellas por falta de un mantenimiento preventivo, o falla en alguna de las baterías, hélices rotores o tener muy pocas baterías limitan el tiempo de vuelo.

### **2.6.2 Tiempo máximo de vuelo continuo para los distintos modos de vuelo (manual, asistido, automático)**


Tiempo máximo de vuelo continuo 6-10 minutos.

### **2.6.3 Límites de actividad aérea diaria**

Máximo de vuelos que hacen en un día 20-25 vuelos.

## **2.7 Facultades de la autoridad: Vigilancia y supervisión de las operaciones**

La empresa permitirá la inspección supervisión y vigilancia de la Autoridad de Aviación Civil en cualquier momento, lugar de aplicación o instancia que se requiera por dicha autoridad, inclusive hacer pruebas si así lo demande la AAC. Para determinar el cumplimiento con las regulaciones vigentes. De acuerdo a lo que dicta la RAC VANT 4.005 literales a, b y c.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 21 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

### 3 Entrenamiento

#### 3.1 Necesidades de entrenamiento

Las capacitaciones y el entrenamiento para el conocimiento, manejo y uso correcto del equipo son impartidas de manera gratuita al momento de adquirir el equipo, sin embargo, hay capacitaciones que se pueden adquirir de manera optativa para tener esta certificación. La persona encargada dentro de la empresa en impartir estos entrenamientos debe poseer dicha certificación. Certificación necesaria para poder obtener el permiso de la aeronave no tripulada para la aplicación aérea de insumos agrícolas. Esta persona identifica las necesidades de entrenamiento y procede a impartirlo al próximo operador asignado de equipos VANT. Con esto se garantiza la operación de equipos VANT de forma segura y continua al momento inicial y final de cada misión de vuelo.

#### 3.2 Programa de entrenamiento

Puesto dentro de organización	Nombre de entrenamiento
<b>Piloto remoto</b>	Capacitación para el uso de dron Hylio® AG 116 para obtener el “UAS PILOT CERTIFICATE”
<b>Auxiliar de operaciones aéreas (mezclero)</b>	Capacitación para el uso de dron Hylio® AG 116 para obtener el “UAS PILOT CERTIFICATE”


Tabla 1. Programa de entrenamiento

**Fuente:** Hylio Pilot Training Record & Certificate.

#### 3.3 Descripción de los entrenamientos y Syllabus

En la actualidad para el entrenamiento de una persona se hace por dos vías a partir de la compra del equipo VANT que se brinda de forma gratuita la capacitación, y el entrenamiento lo realiza la persona encargada de la formación dentro de la empresa, que identifica las necesidades de entrenamiento a los nuevos pilotos y enseña el manejo y uso correcto del equipo; destacando temas de importancia como conocer e identificar los componentes del equipo, funcionamiento, interfaz del software para su manipulación, ajustar parámetros de vuelo y aplicación como: altura de vuelo, volumen caudal de aplicación, velocidad, distanciamiento entre las líneas del polígono y programar la misión de vuelo y ejecutarla. A manera de ejemplo se ha colocado una cotización de la capacitación recibida por parte de Hylio® con fines de detallar la descripción de la capacitación recibida por un futuro piloto.

**a) Nombre del entrenamiento:** Capacitación para el uso de dron Hylio® AG 116 para obtener el “UAS PILOT CERTIFICATE”

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 22 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

**b) Descripción del entrenamiento:** Temas a considerar en capacitación.

- Características técnicas de la aeronave.
- Modos de vuelo.
- Ajuste de parámetros pre-vuelo.
- Generación de misiones de vuelo.
- Calibración de sensores.
- Consideraciones éticas y de seguridad.
- Prácticas de vuelo.

**c) A quien va dirigido:** A los solicitantes para dicha capacitación.

**d) Duración del curso inicial:** 3 días.


Contenido general del curso dividido en tres fases.

**e) Parte teórica: fase 1 (educación digital)**

- Introducción a la operación de UAS Subsistemas UAS
- Concepto de operaciones de la misión de pulverización
- Software de control de vuelo AgroSol
- Planificación segura de la misión
- Gestión de la batería Li-Po
- Restricciones de vuelo: espacio aéreo, clima y carga útil
- Seguridad: Deriva química
- Seguridad: Vuelo UAS
- Seguridad: Procedimientos de emergencia

**f) Parte práctica: fase 2 (entrenamiento de campo)**

- Carga de la batería
- Manejo de químicos
- Mantenimiento de campo
- Configuración / desmontaje de UAV
- Comprobaciones previas al vuelo
- Control de vuelo AgroSol
- Planificación de la misión: Marcado de campo
- Planificación de la misión: Parámetros de vuelo
- Procedimientos de emergencia: Control AgroSol
- Control de vuelo manual
- Procedimientos de emergencia: Control manual

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 23 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

**Fase 3: Evaluación.**


- Planificación segura de la misión
- Comprobaciones previas al vuelo
- Restricciones de vuelo: espacio aéreo, clima y carga útil
- Seguridad: Procedimientos de emergencia

**g) Capacidad máxima de participantes para el curso: 3**

**h) Encargado de impartir el curso:** Rodrigo Orellana. Certified Hylio® pilot trainer.

**i) Syllabus**

<b>Día 1</b> <b>(parte teórica y práctica)</b>	<b>Fase 1: Educación digital</b> <b>Curso registro de entrenamiento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a la operación de UAS Subsistemas UAS</li> <li>• Concepto de operaciones de la misión de pulverización</li> <li>• Software de control de vuelo AgroSol</li> <li>• Planificación segura de la misión</li> <li>• Comprobaciones previas al vuelo</li> <li>• Mantenimiento de campo</li> <li>• Gestión de la batería Li-Po</li> <li>• Restricciones de vuelo: espacio aéreo, clima y carga útil</li> <li>• Seguridad: Deriva química</li> <li>• Seguridad: Vuelo UAS</li> <li>• Seguridad: Procedimientos de emergencia</li> </ul>
<b>Día 2</b> <b>(parte teórica y práctica)</b>	<b>Fase 2: Entrenamiento de campo</b> <b>Curso registro de entrenamiento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga de la batería</li> <li>• Manejo de los químicos</li> <li>• Mantenimiento de campo</li> <li>• Configuración/ desmontaje de UAV</li> <li>• Comprobaciones previas al vuelo</li> <li>• Control de vuelo AgroSol</li> <li>• Planificación de la misión: Marcado de campo</li> <li>• Planificación de la misión: Parámetros de vuelo</li> <li>• Procedimientos de emergencia: Control AgroSol</li> <li>• Control de vuelo manual</li> <li>• Procedimientos de emergencia: Control manual</li> </ul>

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 24 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

<b>Día 3 (Parte teórica)</b>	<b>Fase 3: Evaluación</b> <b>Registro de entrenamiento</b> <b>Valoración</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación segura de la misión</li> <li>• Comprobaciones previas al vuelo</li> <li>• Restricciones de vuelo: espacio aéreo, clima y carga útil</li> <li>• Seguridad: Deriva química</li> <li>• Seguridad: Vuelo UAS</li> <li>• Seguridad: Procedimientos de emergencia</li> </ul>
------------------------------	--

Tabla 2. Programa de entrenamiento


**Fuente:** Hylío Pilot Training Record & Certificate.

**j) Entrenamientos requeridos y no limitados a:**

- Uso de extintores, primeros auxilios y mitigación de análisis de riesgo, desechos de residuos y envases vacíos. Impartido por grupo CASSA.



**Imagen 9. Uso de extintores, primeros auxilios, mitigación de análisis de riesgo, desechos de residuos y envases vacíos. Impartido por grupo CASSA.**

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 25 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## 4 Descripción de equipos VANT


### 4.1 Aeronave

#### 4.1.1 Características físicas Hylio® AG-116


Aeronave: Hylio AG-116	
<b>Características físicas</b>	
<b>Dimensiones (ancho, largo, alto)</b>	67x59x24 pulg. Brazos desplegados sin hélice. 35x42x24 pulg. Brazos cruzados, sin hélices. Altura 0.60 metros
<b>Envergadura de punta de ala a punta de ala en ala fija</b>	5 metros
<b>hélice plegable</b>	30x9.0 in
<b>Material</b>	Fibra de carbono, aluminio, plástico
<b>Subsistemas</b>	Sistema de pulverización (1 bomba Clasificación de 0 a 75 PSI, el caudal depende de la punta de la boquilla), 1 tanque, 1 caudalímetro, 4 boquillas en un boom de 6 pies.
<b>Peso total con baterías/ peso sin baterías</b>	Con baterías 45.4 lb. Sin baterías 35.1 lb
<b>Peso estándar al despegue:</b>	86,7 libras
<b>Carga útil estándar</b>	35 lb, 4.5 galones
<b>Configuración</b>	Hexacopter x

Tabla 3. Características físicas

**Fuente:** AG-116 Spec Sheet Imperial.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 26 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001


Hay 18 componentes en el AG-116 que deben identificarse, excluyendo el tanque de plástico de 4.5galones y los tubos de fibra de carbono que constituyen el marco del UAS.



#	Parte
1	Encimera- Agujas del reloj Hélice
2	Agujas del reloj Hélice
3	GPS 1 y GPS 2
4	Estación terrestre enlace de radio antena
5	Batería, conectores y bandeja de batería
6	Montaje de barra rociadora 1y2
7	Caudalímetro/filtro
8	Obstáculo radar de detección (frente atrás)
9	Articulación del codo del brazo
10	Motor/ESC Asamblea
11	Motor LED
12	Bomba
13	Radar de detección de altitud
14	Montaje en tanque
15	Haz transversal montar
16	Montaje de pie
17	Montaje de chasis
18	Cámara FPV

Tabla 4. Partes y componentes de VANT AG116.

**Fuente:** AG-116 Maintenance Manual.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 27 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

#### 4.1.2 Rendimiento de la aeronave Hylio AG116


<b>Rendimiento</b>	
<b>Altitud máxima</b>	30 metros
<b>Angulo de inclinación (banqueo)</b>	15° grados
<b>Límite de velocidad de giro</b>	2 mph
<b>Velocidad aerodinámica</b>	
<b>Velocidad más lenta alcanzable</b>	6 mph / 9.6 kph
<b>Velocidad de crucero nominal y máxima</b>	22 mph / 35.2 kph
<b>Velocidad de nunca exceda</b>	25 mph / 40 kph
<b>Límites de velocidad de viento</b>	
<b>Viento en contra, cruzado, en ráfagas</b>	15mph / 24 kph
<b>Energía cinética típica:</b>	Energía cinética típica $Energía\ Cinética = (1/2) \times m \times Vt^2$ . $Energía\ cinética = (0.5) \times 21kg \times 7m/seg^2$ <b>Energía cinética= 514.5 jules</b>

Tabla 5. Rendimiento de la aeronave Hylio AG116.

**Fuente:** AG-116 Spec Sheet Imperial.

#### 4.1.3 Sistema de propulsión

<b>Principio: Descripción del sistema de propulsión</b>	
<b>fabricante/modelo del motor</b>	Hylio®/ motor KV. 100 rpm/v.
<b>Potenciado por combustible o electricidad</b>	
<b>Tipo y capacidad de baterías</b>	1 x 16000 mAh 12S (44.4V) LiPo Battery
<b>Voltaje de operación</b>	12S
<b>Monitoreo del rendimiento del motor</b>	Mediante el Software Agrosol® GCS v1.46.7/ capacidad de motor.
<b>Sistema de pulverización</b>	Carga útil estándar: 37 lb, 4.2 gallons Configuración de pulverización: 6 boquillas en un boom de 8 pies Boquillas: Cuerpo de boquilla compatible con cualquier Teejet spray tip Tasa de flujo: 0.07 – 0.65 Gal/min Ancho de pulverización: 15-20 feet Caudal (con boquilla recomendada TT11001) 1,13

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 28 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001


	gal/min
<b>Modos de falla crítica y procedimientos de emergencia</b>	
<b>Capacidades de reinicio en vuelo</b>	En Software Agrosol® GCS v1.46.7/ parámetros de vuelo
<b>Funciones de seguridad</b>	Radars de detección (frente atrás), sensores, Luces de anticollisión visibles hasta una distancia de 3 millas terrestres, y una velocidad de destello suficiente para evitar una colisión.

Tabla 6. Sistema de Propulsión Hylio AG116.


**Fuente:** AG-116 Spec Sheet Imperial

#### 4.1.4 Control de vuelo

<b>Control de vuelo</b>	Modos de vuelo: Totalmente autónomo (sin RC), mantenimiento de posición manual (con RC) Frecuencias de funcionamiento: 902 – 928 MHz, 2,4 GHz Software de control de estaciones terrestres: Hylio Agrosol® GCS v1.46.7 Rango máximo de transmisión: >10 millas (sin obstáculos)
<b>Frecuencia de operación</b>	Operating Frequencies: 902 – 928 MHz, 2.4 GHz
<b>Modos de falla y mitigaciones</b>	Indica alertas en el sistema por. Ej fallas en bombas, rotores/ mitigaciones: Ajustando los parámetros de vuelo correctos antes de la aplicación,
<b>Sistemas de alerta al operador</b>	Notificaciones de alerta del equipo a través de software Agrosol® GCS v1.46.7

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 29 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001


<b>4.1.5</b> Sensores	<p>Sensores de radares de detección (frente atrás). Radar de ondas milimétricas IP67 (uno en la parte delantera y trasera en un ángulo de 5 a 12 grados hacia arriba), funcionando para evitar obstáculos y evitar estrellarse. CÁMARA FPV cámara estilo Gopro (opcional), FOV, luces de anticollisión visibles hasta una distancia de 3 millas terrestres, y velocidad de destello suficiente para evitar una colisión.</p> <p>FOV Horizontal: 98 °, Vertical: 78 °.</p>
<b>4.1.6</b> Cargas de pago	<p>El líquido o producto en el VANT (tanque) cambia el peso del equipo y por ende la dinámica del vuelo.</p>
<b>4.1.7</b> Navegación	<p>Software Agrosol® GCS v1.46 y navegación a través de sus antenas receptoras de navegación GNSS, antenas RTK y GPS dan coordenadas de posición y altitud exactas</p>
<b>4.1.8</b> Frecuencia de funcionamiento	<p>2.4000-2.4835 GHz 5.150-5.250 GHz[2] 5.725-5.850 GHz.</p>
<b>4.1.9</b> Sistema de control de vuelo	<p>Dos modos de vuelo:</p> <p><b>Manual:</b> Consiste en manejar el equipo VANT de forma manual con el control, realizando manualmente los despegues y aterrizajes. Este tipo de vuelo se realiza principalmente en vuelos cortos o cuando hay vuelos en los que presente riesgo de colisión.</p> <p><b>Automático:</b> consiste en programar la misión de vuelo en el software o control remoto y ejecutar la misión de forma automático. Y visualizando al equipo en todo momento durante y al finalizar la operación.</p>

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 30 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

<b>4.1.10</b> Estación de control	Se utiliza una computadora portátil para el control sobre el equipo a través del Software Agrosol® GCS v1.46.7 de igual manera posee control remoto alimentado por baterías de litio recargables. El control proporciona alertas anticolidión, batería baja del equipo y si se presenta algún fallo en el sistema lo refleja en el software de la portátil o en el control del equipo. Ground Station Control Software: Hylío Agrosol.
<b>4.1.11</b> Detectar y evitar	Prevención de conflictos de obstáculos detecta obstáculos por sensores, Prevención de condiciones climáticas adversas alerta por viento.
<b>4.1.12</b> Condición de aeronavegabilidad	No es aplicable hasta obtener el certificado por la AAC.

Tabla 7. Control de vuelo Hylío AG116.

**Fuente:** AG-116 Spec Sheet Imperial.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 31 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## 5 Operaciones

### 5.1 Tipo de operaciones, limitación control y registro.

#### 5.1.1 Operaciones requeridas y riesgos asociados

Descripción de la o las operaciones globales requeridas:

**Objetivo de la o las operaciones:** Garantizar la preparación y aplicación segura y correcta de agroquímicos, con equipo VANT preciso en el cultivo de caña de azúcar, y además garantizando el fiel cumplimiento de la ley de control de pesticidas, fertilizantes y productos de uso agropecuario. De acuerdo a lo descrito en el acuerdo n° 423 del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

**Cómo y cuándo se efectuarán:** El trabajo para operar con VANT parte de un plan de aplicaciones definido de acuerdo a las necesidades en campo requeridas para un fin específico como aplicación de foliares, herbicidas madurantes. De acuerdo a lo contemplado en el acuerdo 423 del MAG. **Ver anexo 1 [“Acuerdo n° 423 instructivo para las aplicaciones aéreas de insumos agrícolas”](#)**

#### Riesgos a los que se puede enfrentar durante la o las operaciones

- **Riesgo de colisión:** Tendido eléctrico de alta y baja tensión, torres de observación de cañales, falla del equipo
- **Riesgo de contaminación:**
  - Cuerpo de agua: ríos, lagos, lagunas, manantiales, esteros, estanques y acequias.
  - Reservas naturales: bosques y manglares.
  - Cultivos aledaños: hortalizas, granos básicos, apiarios y otro.
  - Núcleos poblacionales: hospitales, escuelas, caseríos, poblados, lugares públicos, tiangues, rastros y carreteras.

#### 5.1.2 Complejidad de las operaciones

**Equipos VANT a utilizar en la o las operaciones:** 2 equipos Hylío® AG 116.

**Cargas de pago requeridas:** Ambos de un tanque de 16 litros AG116


**Sistemas externos requeridos para operar:** Ninguno.

#### 5.1.3 Condiciones del entorno operacional

##### a) Descripción geográfica del o los escenarios operacionales posibles

- Terrenos planos con pendientes no mayores al 3%
- Extensiones libres de obstáculos
- Áreas con cultivo de caña de azúcar

##### b) Tipo de operaciones: VLOS o BVLOS

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 32 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

La empresa realiza vuelos automáticos en condición VLOS y BVLOS todo el tiempo durante la aplicación dirigidos con polígonos ya definidos al momento de programar la misión de vuelo en el control remoto, A través del sistema de navegación GNSS, antenas RTK del equipo y cámaras FPV que transmiten en tiempo real la aplicación. La visibilidad es un punto fundamental, no se realizan aplicaciones con poca visibilidad o nula, ya que incrementan el riesgo de colisión, esta debe ser suficiente para asegurar que no existen personas en peligro durante la operación en la zona de posible impacto. El piloto en comando debe abortar la misión en cualquier fase en caso de personas en peligro en tierra.

**c) Tipo de áreas a sobrevolar:**

- Zona rural
- En área de cultivo caña de azúcar.


**d) Tipo de espacio aéreo relacionado**

La aeronave vuela en Clase F y G.

Ya que no sobrevuelan a más de los 15 metros de altitud en un espacio aéreo no controlado sobre área rural, no urbanas y lejos de aeropuertos, helipuertos el riesgo en aire se clasifica como **ARC-a ó b**, y no requiere ninguna autorización específica para permiso de vuelo.

**5.1.4 Criterio para determinar las zonas de despegue y aterrizaje**

Definir pista, es decir donde inicia el despegue del VANT, que es el área de zona segura y controlada dentro del terreno, que no representa ningún riesgo para la aeronave al momento del despegue y aterrizaje al punto de origen, de manera que coincida y este alineado con el programa de aplicaciones. En esta zona de despegue y aterrizaje se colocan conos para indicar la zona de trabajo a una distancia máxima predefinida de 120 metros del operador. Lo que se hace necesario la ayuda de un observador para dar las señales al piloto y la comunicación se realiza mediante radios. Ya que son operaciones planificadas y controladas; al momento de la aplicación solo se encuentra la presencia de la tripulación remota o personal de apoyo en campo, y se colocan rótulos de aviso (en las entradas del lote o hacienda) o medio equivalente de alerta que indican que una operación de fumigación con drones se está llevando a cabo (rotulo visible a una distancia de 20 metros).

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 33 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

### 5.1.5 Criterios y método de calibración de equipos

El técnico de aplicaciones aéreas junto con el operador del equipo VANT, realizan una revisión completa del equipo previa al vuelo, así como de todos los componentes del sistema de pulverización: volumen de caudal, mangueras, boquillas, filtros, empaques, tanque, motores, bombas, etc. Seguido a eso se calibra el equipo en el sistema ajustando parámetros de nivelación, brújula, giroscopio, barómetro logrando con esto la estabilidad del equipo para que no pierda el sentido y orientación al momento de la aplicación aérea.



**Imagen 10. Calibración manual de equipo Hylio® AG116.**

### 5.1.6 Análisis de riesgos

Evaluación de riesgos predefinida por GRUPO CASSA en el tema de prevención contra accidentes o incidentes posibles durante una aplicación y cómo prevenirlos con medidas de seguridad.

Evaluación de riesgos ver anexo 2. [“R-0CO-010 riesgos y medidas preventivas en aplicaciones aéreas de productos químicos con dron agrícola”](#)


### 5.1.7 Libro de bitácora de operación, descripción y uso (o ficha de vuelo)

Ver anexo 3: [“R-0CO-003 Ficha de vuelo.”](#)

## 5.2 Procedimientos de operaciones normales


### 5.2.1 Elaboración del plan de vuelo

1. La planificación de los vuelos inicia a través del líder responsable encargado del área de aplicaciones aéreas, es quien distribuye el plan de trabajo a cada empresa prestadora de

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 34 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

servicio semanalmente, de esta manera se distribuye la cantidad de hectáreas asignadas a cada empresa y se logra cumplir con el objetivo de aplicación semanal de todo el parque cañero que posee grupo CASSA. Estas empresas ofrecen servicios de calidad y el desempeño del servicio brindado ha demostrado ser el adecuado y necesario para la seguridad del vuelo en campo y también en el protocolo de la manipulación y desecho de las mercancías agrícolas, por ende, la comunicación entre los prestadores de servicio con grupo CASSA es de primera mano, y cada una de las partes conoce las funciones y responsabilidades en el plan de trabajo ya establecido por CASSA.

2. El alcance de las operaciones para todas las empresas prestadoras de servicios abarca todo el parque cañero de grupo CASSA en todo el país, realizando aplicaciones en todos los lotes y haciendas asignadas. La duración de las operaciones varía de acuerdo a la distribución de la carga de trabajo semanal y el lugar donde se lleva a cabo la aplicación de igual manera hay muchos factores que determinan la duración de las mismas entre las cuales están, la dificultad del lote con respecto al mapeo por una densa vegetación y marcación de obstáculos, topografía del lote, hablando de factores climáticos como el viento, lluvias, humedades relativas entre otros. Cada aplicación se encuentra bajo una planificación establecida y no existe ningún conflicto con otras operaciones al momento de aplicar.
3. Actualmente la dosis establecida por CASSA es de 15 litros/ha. Y la altura de vuelo está determinada por dos factores: uno por la edad fisiológica (altura del cultivo), pero normalmente el parámetro estándar tomado es desde el suelo hasta la altura que llega la aeronave que es de 4-6 metros, esta altura está ligada a un patrón de disposición de cobertura y tamaño de gota, estos parámetros son determinados por un asesor experto en temas de equipos VANT en donde setea a cada uno de los equipos de todas las empresas, esto con el objetivo de poder establecer una altura de cobertura vegetal en donde se logre cubrir el patrón de disposición de cobertura de gota es de 5-7 metros de ancho. Este procedimiento lo realizan grupo CASSA dos veces por año asegurando en cada aplicación una mejor cobertura de pulverización. El tiempo de vuelo depende de la duración de la batería, que generalmente es entre 6-10 minutos. La velocidad máxima del equipo durante una aplicación es de 25 km/h. El equipo VANT no excederá los 15 metros de altura de el volumen operacional.
4. Las zonas de despegue y aterrizaje se designan al momento de llegar al lote a tratar, generalmente son zonas en las cuales están libres de árboles y obstáculos que puedan afectar al momento de despegue y aterrizaje del VANT al punto de origen. De igual manera estas mismas zonas funcionan como recuperación en alguna emergencia.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 35 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

5. El tipo de navegación y la interfaz es propia del sistema de cada equipo VANT, para el caso de la marca Hylio® el Software Agrosol® GCS v1.46 presenta un interfaz claro sucinto y amigable con el usuario con respecto a la información y control de los VARPs y no confunden, ni causan fatiga razonable, ni contribuyen a errores de la tripulación remota que puedan afectar negativamente la seguridad de la operación.
6. El sistema de navegación es mediante GNSS (Global Navigation Satellite System) sistema de navegación basado en una constelación de satélites que pueden proporcionar información precisa sobre grandes áreas de la superficie de la tierra.
7. Modo de vuelo semiautomático, se carga la información de la misión al quipo y se ejecuta de manera automática, existe la opción de regresar al equipo de forma manual para ahorrar tiempo en que tarda regresar de manera automática, por esa razón se trae de manera manual.
8. Funcionamiento de equipo mediante baterías de Iones de litio, 1 x 16000 mAh 12S (44.4V) LiPo Battery
9. Miembros involucrados para efectuar la o las operaciones: 2 personas (piloto y mezclero).
10. No se necesitan sistemas externos para hacer efectiva las operaciones además del control remoto y el quipo VANT

### 5.2.2 Coordinación con terceros.

Responsables y técnicos de aplicaciones aéreas: se encargan de realizar todas las coordinaciones con entidades del gobierno, prestadores de servicio y clientes internos. Cada semana se emite un reporte al MAG informando el tipo de operación a realizar, producto aplicar según dosis y localización del lote a tratar.


### 5.2.3 Acciones de mitigación a instituir antes de la operación

Retomado del capítulo V “Operaciones” contenido dentro de este manual


**Evaluación de riesgos. Ver anexo 2: [“R-0CO-010 riesgos y medidas preventivas en aplicaciones aéreas de productos químicos con dron agrícola”](#)**

### 5.2.4 Pre-Vuelo- evaluación sitio de operación.

**Procedimiento a seguir del piloto.**

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 36 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

1. Una vez recibido analiza el plan de trabajo semanal brindado por parte del equipo de aplicaciones aéreas para determinar qué haciendas son las correspondientes y evalúa el sitio de operación, para poder establecer una ruta durante toda la semana de trabajo.
2. El piloto de la empresa prestadora de servicio coordina 72 horas antes de la aplicación con encargados de las haciendas y técnicos de CASSA notificando que habrá aplicación en una fecha, día y horario establecido. Posteriormente llegando al sitio de operación el piloto encargado hace saber al encargado de la hacienda, qué producto se aplicará y las dosis que se utilizaran.
3. En el lugar de aplicación el piloto junto con el mandadero de la hacienda realiza una percepción remota del lugar, identificando qué vegetación hay, la forma y topografía del lote, posibles obstáculos como árboles, torres de observación, tendido eléctrico de baja y alta tensión que pueden interferir en la aplicación, la edad fisiológica del cultivo etc. En caso que el lote no se tenga delimitado en el sistema, se debe realizar el mapeo de forma manual caminando en todo el contorno del área marcando obstáculos y los puntos para poder generar el polígono y cargarlo al sistema. También se puede realizar el mapeo volando el equipo; el método a escoger para realizar el mapeo es a criterio y habilidades de cada piloto de la aeronave. Media hora previa a la operación existe una junta del piloto y equipo técnico de soporte; para evaluar el cumplimiento de las condiciones para volar.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 37 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

### 5.2.5 Pre-Vuelo – Evaluación de condiciones ambientales y climáticas

#### Procedimientos a seguir.

1. En el lugar de aplicación el piloto junto con el técnico en el área de aplicaciones aéreas hace una evaluación previa de las condiciones climáticas adecuadas para dar inicio a la aplicación utilizando instrumentos de medición como el anemómetro para medir la velocidad del viento ideal para una aplicación que está entre un rango de 3 a 4 km/h como máximo, si está arriba de este rango se suspende la aplicación por temas de deriva. De igual manera se verifica el clima en tiempo real y se determina la temperatura optima que debe de estar entre un rango de 25° a 30°c. Y la humedad relativa en un rango de 70-90% si se logra conseguir las condiciones se procede a realizar la aplicación. El piloto también monitorea el clima con el radar del SNET para obtener pronósticos en tiempo real y a futuro sobre el clima. Determinando las condiciones ambientales adecuadas, se garantiza una aplicación segura.




**Imagen 11. Evaluación de condiciones ambientales y climáticas con anemómetro.**

### 5.2.6 Pre-Vuelo – Evaluación de condiciones previas de operación

#### Procedimiento a seguir.

1. El piloto junto con el equipo de trabajo se encarga de descargar el equipo de la unidad remota para colocarlo sobre el suelo en una superficie plana dentro del lote para posteriormente armarlo, desplegar y plegar los brazos, armar hélices. El piloto verifica el estado óptimo de la aeronave asegurando la aeronavegabilidad del equipo. Coloca la batería al equipo y lo enciende. Haciendo uso del control remoto de la aeronave (computadora); en temas de programar la misión la realiza a través del sistema, esto con el fin de ajustar los parámetros de volumen a 15 litros por hectárea y de igual manera en


	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 38 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

la prueba de descarga de boquillas se limpian las tuberías asegurando expulsar cualquier tipo de remante restante del producto anterior aplicado, estas pruebas y calibración las realizan con agua. Con este procedimiento la tripulación remota se asegura que los VARP estén en condiciones de operar con seguridad según las recomendaciones del fabricante.



**Imagen 12. VANT Hylio® AG116 descargado y listo para plegar brazos y armar helices.**

- Consiguientemente al proceso anterior el auxiliar de operaciones o mezclero se coloca el EPP ya que tratara con productos agroquímicos y debe estar protegido durante todo momento de la aplicación, luego prepara el lugar de mezcla coloca lonas en el suelo para evitar que el producto caiga al suelo; en caso de algún tipo de derramamiento el mezclero tiene y dispone de todas las herramientas de contingencia necesarias para combatir el derrame con elementos absorbentes como el aserrín o arena, continuando con el procedimiento ubica conos de señalización, saca los productos a aplicar y todas las herramientas y equipos necesarios para medir y dosificar el producto; toma el agua requerida por la mezcla y realiza la mezcla de todos los productos según dosis establecida, una vez terminando la mezcla mediante cubetas lleva el producto hasta el equipo VANT y lo carga. Finalizando este proceso el piloto realiza prueba de boquillas para corroborar que todas las boquillas estén tirando líquido y que ninguna este obstruida esto con el fin de garantizar una buena aplicación y cobertura de gota.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 39 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

<b>Orden de mezcla recomendado</b>
<b>1. Llenar el tanque de la pulverizadora con agua hasta tres cuartos de su capacidad o más</b>
<b>2. Acondicionar el agua (acidificantes, secuestrantes, antiespumantes)</b>
<b>3. Incorporar los fitosanitarios en el siguiente orden:</b>
• Gránulos dispersables (menos de 100 g)
• Bolsas hidrosolubles
• Gránulos dispersables (más de 100 g)
• Polvos mojables
• Micro encapsulados
• Suspensión concentrada
• Suspoemulsiones (suspensión emulsionadas)
• Concentrados solubles
• Concentrados emulsionables
<b>4. Agregar la cantidad necesaria de adyuvantes (surfactantes, aceites)</b>
<b>5. Completar con agua hasta la capacidad total.</b>
<b>El orden sugerido no indica compatibilidad entre productos</b>


Tabla 8. Orden de mezcla recomendado.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Consejo breve:**

- Comenzar con un tanque limpio. Los residuos pueden causar problemas imprevistos
- Usar agua limpia sin restos de arcillas, materia orgánica, etc.
- Preparar un slurry (pasta fluida) con las formulaciones secas antes de agregarlas.
- Agitar bien antes de añadir cada producto.
- Tratar de asperjar el sobrante del caldo en lugar seguro y enjuagar el tanque luego del uso diario.

3. Seguidamente el piloto a través del control (computadora) programa la misión de vuelo, que consiste básicamente en ajustar los parámetros de vuelo requeridos para la operación como: altura de vuelo, volumen de descarga, distanciamiento entre las franjas y se ajusta la forma del polígono para determinar la dirección del asperjado, se fija un punto de despegue y aterrizaje y finalmente se ejecuta la misión en modo automático. Mientras se realiza el primer vuelo el mezclero está preparando la siguiente mezcla de producto para cargarlo al tanque y alistando la siguiente batería para cambiarla por la que ya se utilizó y ponerla a cargar mediante una planta eléctrica (que el equipo resguarda en la unidad remota) y así mismo se repite el proceso para los siguientes vuelos hasta finalizar con la aplicación cuando se hayan completado el total de ha planificadas.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 40 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

### 5.2.7 Acciones de mitigación a instituir durante la operación

#### Procedimiento a seguir

Retomado del capítulo V “Operaciones” contenido dentro de este manual

Ver evaluación de riesgos. Anexo 2 [“R-0CO-010 riesgos y medidas preventivas en aplicaciones aéreas de productos químicos con dron agrícola”](#)

### 5.2.8 En – Vuelo / Procedimientos de despegue

#### Procedimiento a seguir

1. El operador del equipo se sitúa de tal manera que tenga total visibilidad del equipo durante toda la operación y evita posicionarse en lugares donde ponga en riesgo la aplicación e integridad física del mismo por ej. Pilotar el equipo en un vehículo en movimiento. Cada equipo se pilota remotamente con su control de fábrica y no traspasara el control de la operación a otra unidad de comando
2. El piloto junto con el auxiliar de operaciones observa la operación en todo momento ya que el rango de distancia sobrepasa los 100 metros. Y se requiere de una o más personas observando.


### 5.2.9 En – Vuelo / Misión

#### Procedimiento a seguir

1. El equipo trabaja bajo un polígono generado de forma autónoma por el sistema de navegación generando la geografía del vuelo y con esto se asegura que no se saldrá del objetivo marcado.
2. La ventaja del modo de vuelo automático es de que genera la trayectoria del vuelo y únicamente interfiere el operador al momento de traerlo de regreso de forma manual al punto de aterrizaje o punto de origen designado dentro del lote, esto con fines de prepararlo para el siguiente vuelo como colocando baterías nuevas y recargándolo de producto para la segunda aplicación.
3. Piloto remoto puede operar más de 2 drones a la vez y no más de 3 drones debido a la capacidad del vuelo programado, y es capaz de controlar un VARP en el caso de la pérdida de enlace.

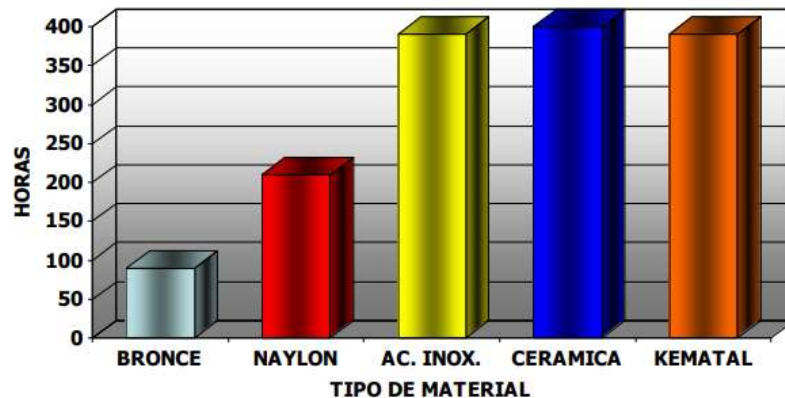
### 5.2.10 En – Vuelo / Procedimientos de aterrizaje

#### Procedimiento a seguir

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 41 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

- Al finalizar y cumplir con el total de hectáreas a aplicar se finaliza la operación, se carga toda la información al sistema para llevar el registro del vuelo realizado y se realiza de nuevo la verificación del equipo, limpieza de tuberías, boquillas y lavado del tanque y al final el desmontaje del equipo y resguardo de forma segura cumpliendo los requerimientos del fabricante. Grupo CASSA exige a los prestadores el cambio de boquillas cada 500 ha por efectos del desgaste de las boquillas por los productos, logrando una mejor eficiencia en campo. Esto se realiza cada 6 meses realizando vuelos de prueba con diferentes tipos de boquilla.

#### DURABILIDAD DE LAS BOQUILLAS



#### TIEMPO PARA AUMENTAR EN 10% EL CAUDAL


Grafica 2. Duración de boquillas según el tipo de material.

Fuente: (Novak M, 2009).

**Análisis:** La duración de boquillas depende de la limpieza de las boquillas, utilizando cepillos, hilos de nylon, aire comprimido. Es recomendable que cuando el promedio del caudal de las boquillas ultra pase en 10% al gasto de una boquilla nueva, perderá eficiencia la pulverización y posteriormente causará perjuicios al agricultor, es importante no olvidar que el costo de los defensivos es mucho más alto que el costo de las propias boquillas.

#### 5.2.11 Post - Vuelo / Junta informativa del vuelo- anotación en libro bitácora – inspección.

- Toda la información sobre la aplicación queda registrada en [“R-0CO-003 Ficha de vuelo.”](#) información entregada a grupo CASSA. Y por parte de la empresa prestadora de servicio queda el registro de aplicación en el sistema del equipo.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 42 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

### 5.2.12 Mercancías peligrosas

#### a) Procedimientos relacionados a los venenos a manipular

Los protocolos de CASSA establecidos para el manejo uso y manipulación de productos agroquímicos se basan en las buenas practicas. Para el caso de quienes manipulan los agroquímicos, deberá asegurarse la entrega y correcta utilización del equipo de protección personal (EPP).

El Equipo mínimo debe de ser:


<b>Sombreros</b>	
<b>Anteojos</b>	
<b>Guantes de hule/ látex</b>	
<b>Respirador para vapores</b>	
<b>Gabacha o traje impermeable</b>	
<b>Botas de hule</b>	

**Imagen 13. Equipo de protección personal (EPP).**

**Fuente:** Elaboración propia

#### b) Clasificación de las sustancias a manipular


1) Las sustancias suministradas por CASSA a través de proveedores son productos viñeta verde en su mayoría, que son permitidos por el MAG garantizando el fiel cumplimiento de la ley de control de pesticidas, fertilizantes y productos de uso agropecuario. De acuerdo a lo descrito en el acuerdo n° 423 del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Ver anexo 1: [“Acuerdo n° 423 instructivo para las aplicaciones aéreas de insumos agrícolas”](#)

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 43 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

2) Por tratarse de productos agroquímicos, es obligación y responsabilidad de la persona que manipula productos el uso en todo momento del EPP y tomar en cuenta todas las indicaciones en viñeta para evitar cualquier tipo de riesgo por toxicidad al momento de su manipulación. Por ende, su manipulación se realiza en condiciones seguras utilizando todos los recursos necesarios para lograrlo.

3) CASSA es el responsable del almacenaje y disponibilidad de todos los productos agroquímicos a aplicar en cada uno de las aplicaciones aéreas, estos productos se ponen a disposición de cada empresa prestadora de servicio un día específico de la semana, en donde el prestador llega a recogerlos a bodega y entrega los envases vacíos, el manejo de envases vacíos de agroquímicos luego de su uso, deberá realizarse el triple lavado, perforándolos, para evitar su posterior uso. El prestador de servicio debe disponer en las pistas de elementos para contingencia de derrames, teniendo a disposición: arena, aserrín u otros elementos absorbentes, bolsas, escobas, pala y baldes plásticos. De igual manera contar a la mano con un botiquín de primeros auxilios en caso de envenenamiento causado por las sustancias a manipular, en caso de presentarse esa situación el técnico encargado de la operación deberá llevar inmediatamente a la persona intoxicada al centro asistencial más cercano.

4) El lavado de los tanques de las aeronaves es responsabilidad del prestador de servicio lavar adecuadamente los tanques. Los remanentes de los insumos agrícolas, así como las aguas utilizadas en el lavado del equipo deberán ser tratadas para su desnaturalización a través de camas biológicas. Los VARP ni operadores; efectuaran operaciones para la aplicación de venenos económicos para fines experimentales.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 44 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

### 5.3 Procedimientos de contingencia

#### 5.3.1 Determinación de el volumen operacional

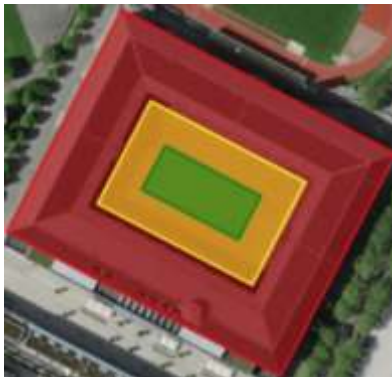
Se define como el volumen en el que las operaciones se llevan a cabo de forma segura. El Volumen Operacional incluye tanto la Geografía de Vuelo más el Volumen de Contingencia. Todas las operaciones se efectuarán respetando el volumen operacional asignado. (EU dron port, 2022)

##### a) Geografía del vuelo

Es la zona verde. Zona en la que se ha planificado el vuelo. En él se aplicarán los procedimientos normales según el área requerida (lado x lado) (EU dron port, 2022)

##### b) Volumen de contingencia

Es la zona amarilla que se ha establecido como zona de contingencia. En esta zona, se aplicarán procedimientos anormales para devolver la aeronave a la zona de vuelo de la Geografía de Vuelo. Y se agregan 10 metros por lado como mínimo a la geografía de vuelo, en este sentido se refiere a la franja de seguridad, en campo se deja un margen de 15 metros al contorno del lote por efectos de evitar el rociado de producto a cultivos colindantes por temas de la deriva. En este punto el piloto en comando deberá efectuar los procedimientos de emergencia tan pronto haya indicación que el VARP ha excedido los límites del volumen operacional. (EU dron port, 2022)




**Fig. 3. Esquematización de volumen operacional.**

**Fuente:** FOCA-UAS-GM-Part1

##### c) Amortiguador de riesgos del suelo

Es la zona roja. En este punto se aplicarán los procedimientos de emergencia para finalizar el vuelo de la aeronave. En la imagen, queda claro cómo se evitará siempre que la aeronave salga del area y cause daños a terceros que se encuentren en la calle y alrededores. (EU dron port, 2022)

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 45 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001



**Imagen 14. Volumen operacional imagen de referencia en campo.**

**Fuente:** Elaboración propia.

### 5.3.2 Geografía de vuelo


Este procedimiento se genera de manera automática una vez hecho el mapeo del lote a tratar a través de un polígono de trayectoria en el control remoto, que genera la geografía de vuelo deseada

### 5.3.3 Volumen de contingencia

En el control remoto del equipo en la edición de campo se ajusta el volumen de contingencia (deriva) que rodea la geografía de vuelo esta franja de seguridad debe de ser de por lo menos 15 metros de distancia del todo el perímetro del lote.

### 5.3.4 Condiciones Operacionales

Ante un cambio repentino en la velocidad de viento durante una aplicación, se procede a suspender la aplicación hasta que las condiciones climáticas sean las óptimas para poder continuar la aplicación.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 46 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

### 5.3.5 Enlace C2

El piloto remoto trabaja bajo un espectro de radiofrecuencia establecido por el sistema y tiene la capacidad de mantener el control de los VARPs en todo momento, monitorea continuamente el desempeño del enlace C2 y las comunicaciones asegurando el requisito operacional, los medios de comunicación para evitar pérdidas siempre están disponibles y en funcionamiento en el caso de la pérdida del enlace de comando y control, por ende, no es una operación no autónoma. Sin embargo, si se enfrenta a pérdidas del enlace C2 el procedimiento a seguir es el de traer al punto de origen al equipo y proceder con el cambio de la batería del equipo y control antes de que se descargue, es por esto que se chequea los porcentajes de batería de ambos dispositivos (control remoto y equipo) durante toda operación. Otro procedimiento para evitar pérdida del enlace C2 es ubicarse en zonas libres de interferencias de señal con el control remoto que puedan interferir con el equipo, como por ejemplo evitar posicionarse bajo lugares techados o bajo arboles al momento de realizar la aplicación aérea. Para atender adecuadamente el deterioro de los sistemas externos requeridos para la operación, se recomienda: Identificar los sistemas externos (Ej: GNSS), identificar los modos de deterioro de dichos sistemas (Ej.: Pérdida completa de GNSS, problemas de latencia.) para evitar una pérdida de control de la operación.


## 5.4 Procedimientos de emergencia

### 5.4.1 Procedimientos de emergencia

Procedimientos para evitar o, al menos, minimizar, daños a terceros en el aire o en tierra.

a) **Ver evaluación de riesgos anexo 2: [“R-0CO-010 riesgos y medidas preventivas en aplicaciones aéreas de productos químicos con dron agrícola”](#)**

b) Con respecto al riesgo aéreo, una estrategia de evasión para minimizar el riesgo de colisión en aire o tierra, y como procedimiento para la recuperación de emergencia en casos extremos del VANT para un aterrizaje inmediato, es la opción de “desarmar” esta es una estrategia de evasión, aplicable al momento de que el dron pierda dirección y sentido o salga de la geografía de vuelo y volumen de contingencia deseado, este inmediatamente inhabilita al dron a seguir volando su trayectoria y aterriza inmediatamente. Otra acción de repuesta en caso de emergencia es el botón RTL (Return To Land) que inmediatamente regresa al dron al punto de origen. Todo procedimiento de emergencia realizado, se toma acción a partir de una notificación emergente del sistema por fallas en el enlace C2.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 47 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## 5.5 Reporte de accidentes / incidentes

### 5.5.1 Procedimiento para el tratamiento, la notificación y el reporte de accidentes a la autoridad.

El presente reporte establece el procedimiento a seguir en caso de siniestro por accidente o incidente para los usuarios con equipos asignados. Con dicho procedimiento se pretende el buen cuidado de los equipos VANT y delimitar la responsabilidad de los usuarios. Desarrollando el procedimiento del operador con respecto a cómo lo documentara, a quien informará dentro de la organización, cómo lo informara y como determinara si el accidente o incidente es grave para reportarlo a la AAC.

Los gerentes o pilotos remotos son los responsables principales de la flota asignada a su equipo, quienes deben reforzar la importancia del cuidado y el manejo adecuado de los mismos


#### b) Plan de respuesta de emergencia ó Emergency Respond Plan por sus siglas en inglés (ERP)

El alcance de este plan de respuesta de emergencia está en línea a situaciones que son causadas por la operación de el o los VANT en campo y está desarrollado específicamente para limitar cualquier efecto de escala (incremento rápido) de la situación de algún percance.

El ERP contiene toda la información necesaria acerca de los roles del personal relevante en una emergencia y sobre su respuesta a la misma.


En caso que se presente una situación de emergencia el operador del equipo VANT es la persona encarga de la respuesta de emergencia y debe seguir los procedimientos establecidos para la activación de la misma para hacer frente a las situaciones de emergencia identificadas.

llámese situaciones y casos de emergencia en las cuales el VANT salga de la geografía de vuelo deseada y pueda causar que el o los VANT dejen el volumen operacional y vuelen más allá de los límites de volumen de contingencia e incluso traspase el amortiguador de riesgo, y entre otros casos como colisionar con árboles o torres de observación dentro del lote, el desplome por efectos mecánicos o eléctricos por ej. Perdida de energía por baterías e inicios de fuego y como propagarlos, **daños a terceros**. Llámese daños a terceros a los daños que son causados a cultivos aledaños y colindantes por una mala aplicación aérea lo cual provoca que la cortina de producto caiga sobre un cultivo no deseado y este le provoque daños económicos productivos al cultivo en cuestión.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 48 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b><i>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</i></b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

**Pasos a seguir frente a una situación de emergencia accidente/ incidente:**

- Al suscitarse el incidente, el operador del equipo VANT inmediatamente toma acciones de mitigación para evitar que el siniestro incremente el nivel de daño (efecto escala) por ej. Al presentarse el inicio de fuego, se hace uso del extintor ubicado en la unidad remota para evitar que el fuego se propague. O en el caso de derrames en campo el piloto conoce los mecanismos de mitigación por derramamiento.
- Si el incidente presentado es por fallas en el equipo y este se desploma, el piloto a cargo del VANT debe estar atento al lugar donde se desplomó el equipo e ir a buscarlo inmediatamente y evaluar la gravedad del incidente sí, solo se presentan daños materiales entonces solamente se procede a suspender actividades y notificar al encargado del área de aplicaciones aéreas, indicando lo sucedido en campo y el VANT es llevado a la base de operaciones para su debido mantenimiento o reemplazo de piezas dañadas, si en dado caso el VANT queda inutilizable se manda al taller indicado por el fabricante.
- Para afectaciones agrícolas los pasos a seguir no son de acción inmediata para evitar la situación de emergencia ya que el enfoque de daños a terceros con drones agrícolas no es a personas como tal, sino que a cultivos y estas afectaciones se presentan post aplicación luego de evidenciarse un posible daño, se procede y se notifica al seguro agrícola del incidente, posteriormente hay una visita técnica al lote afectado y se recolectan las muestras necesarias para ser llevadas al laboratorio y determinar si las trazas encontradas en los tejidos vegetales dañados coinciden a los agroquímicos aplicados cuando sucedió el incidente , al obtener los resultados y demostrar la presencia de estas, el seguro de la aeronave cubre los daños causados al cultivo.
- En casos muy aislados si el siniestro sea daños a terceros (personas) o a propiedad privada el piloto a cargo del equipo evalúa la magnitud del accidente o incidente y procede a notificar al encargado del área de aplicaciones aéreas sobre el incidente. El piloto a cargo del equipo debe llamar a la cabina de asistencia de la aseguradora para la inspección desde el lugar del accidente y se deben de tomar las fotografías probatorias del accidente y de los daños a terceros, si así fuere el caso. El encargado del área de aplicaciones aéreas determinará la magnitud del accidente o incidente en grave o leve y procederá a notificar a la AAC, si la autoridad correspondiente clasifica lo sucedido como accidente grave, grupo CASSA contemplará todos los apartados puestos por la AAC para redactar el informe correspondiente. En el MO. En la sección V.5: Reporte de accidentes/ incidentes.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 49 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## 6 Seguridad

### 6.1 Medidas adoptadas para evitar actos de interferencia ilícita


Todas las aplicaciones son programadas y previamente notificadas a las autoridades que trabajan en conjunto con grupo CASSA, entidades como la PNC que brinda seguridad durante las aplicaciones que se ejecutan esto con el fin de asegurar la protección de equipo en caso de algún intento de robo parcial o robo total del equipo, de igual manera la policía se encarga de escoltar a la unidad remota (equipo) desde su llegada al lote o hacienda y a la salida del lugar de aplicaciones, hasta donde las autoridades consideren pertinente custodiar.

### 6.2 Medidas adoptadas para evitar la interferencia deliberada del sistema de comunicación aeronave estación

El tipo de sistema utilizado para la comunicación entre el control y la aeronave es el enlace C2 y también el GNSS que es muy preciso ya que indica la ubicación en tiempo real de la aeronave con sus coordenadas.

Las medidas para evitar la interferencia desde el control remoto a la aeronave son:

- Situarse en lugares al aire libre y evitar posicionarse debajo de algún tipo de techo o árboles que puedan interferir en el receptor de señal
- Utilizar la unidad remota como plataforma para poder ganar altura y que esta funcione como torre de control para poder observar al VANT al momento de la aplicación, ya que dependiendo la edad y altura del cultivo se hace difícil poder ver a la aeronave.
- Chequear el porcentaje de batería de la aeronave y estado de la batería del control para evitar que se descarguen en momentos inoportunos.
- Evitar en todo momento salirse del rango de alcance de señal del control remoto y la aeronave.
- Evitar en todo momento acercarse demasiado los cables de alta tensión ya que estos representan el mayor riesgo de pérdida por enlace C2 por la intensidad de interferencia y un alto magnetismo con respecto al VANT.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 50 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001


## 6.3 Programa de mantenimiento

### 6.3.1 Lista de verificación de mantenimiento diario

Siga estos pasos para todos los UAS al final de cada día de operación de rociado. Toda la limpieza DEBE completarse el mismo día para garantizar la longevidad del hardware.

NOTA: El manual del programa de mantenimiento debe ser revisado y autorizado por la AAC.

<b>PASO 1: LIMPIEZA</b>	
1	Limpie los residuos químicos del interior del tanque y del sistema de bombeo: Bombee 1 galón de agua limpia a través del sistema 3 veces Use un desengrasante si es necesario
2	Limpie los desechos químicos y la suciedad del exterior del dron con un trapo húmedo (se recomienda usar un desengrasante) en tanque, marco Motores, Radares, Hélices, Bomba, flujómetro, barras rociadoras.
3	Retire las puntas de las boquillas y los filtros de las boquillas de las barras rociadoras, sumérgalas en agua y límpielas.
<b>PASO 2: MANTENIMIENTO DE HARDWARE</b>	
4	Apriete los tornillos en las placas de montaje de la barra de extensión de fibra de carbono.
5	Inspeccione las bases del GPS, los montajes del radar, los motores, la base del dron, la barra/base de extensión y las hélices en busca de daños, flojedad o tornillos faltantes. Si no puede resolver un problema por su cuenta, comuníquese con el equipo de Hylío® de inmediato para obtener ayuda.
6	Compruebe si hay fugas en el sistema de pulverización.
7	Verifique que las hélices estén bien aseguradas y sin daños.
8	Verifique que todo el hardware esté bien asegurado y limpio.
<b>PASO 3: AGROSOL</b>	
9	Conecta el dron a AgroSol y ve a la pestaña de mantenimiento
10	Descargar registros
11	Subir registros
12	Borrar registros. Si no borra los registros diariamente y el AgroDrone acumula más de 100 registros de vuelo, AgroSol tendrá dificultades para descargar los registros hasta que se borren.
13	Realice la calibración de la brújula: cada 3 meses, si el dron comienza a volar mal, si el dron se mueve más de 50 millas o si el dron está cerca de un área de interferencia magnética significativa. Calibre siempre después de instalar o quitar un dispositivo esparcidor. No calibre en interiores o dentro de las 20 yardas de cualquier objeto metálico grande: edificios,

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 51 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

vehículos, líneas eléctricas o fuentes de metal subterráneo. Cuanto más grande sea el objeto de metal, más lejos debe pararse para la calibración. Retire su teléfono celular y cualquier objeto metálico de sus bolsillos mientras realiza la calibración de la brújula. Esta calibración es extremadamente sensible a los objetos metálicos cercanos.

#### **ETAPA 4: JUEGO DE HERRAMIENTAS**

- 14** Compruebe el kit de herramientas del equipo de pulverización para ver si hay piezas rotas o faltantes.


Cuadro 1. Pasos de limpieza para equipo UAS.

**Fuente:** AG-116 Maintenance Manual.

#### **6.3.2 Calendario de inspección**

Inspeccione periódicamente cada pieza en función de las horas de vuelo. Las horas de vuelo se rastrean automáticamente internamente en cada UAS y se pueden ver en la pestaña de mantenimiento de AgroSol. En caso de accidente, realice una inspección de todas las piezas antes de reanudar la operación.

<b>PARTE</b>	<b># HORAS DE VUELO</b>
Hélice (CCW/CW)	10
Rotor (CCW/CW)	20
Enlace de estación terrestre Antena de radio	10
Conector de batería (as150u)	20
GPS	10
Mástil GPS	10
Radar de detección de obstáculos	20
Radar de detección de altitud	20
Unidad de caudalímetro	20
Precisión del caudalímetro	10
Bomba	20
Tubería del sistema de pulverización neumática	10
Boquillas	10
Tanque de 4.5 galones	10
Montaje de barra rociadora	20
Tubos de fibra de carbono de 35 mm (brazos)	20
Articulación del codo del brazo	10
Tubos de fibra de carbono de 20 mm (patas)	20

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 52 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

Soportes de tubo de fibra de carbono de 20 mm (patas)	20
Carcasa de plástico	20
Componentes internos	20


Tabla 9: Desgaste de piezas en relación horas de vuelo

**Fuente:** AG-116 Maintenance Manual.


### 6.3.3 Criterio de inspección

Si la pieza NO pasa los criterios enumerados en la inspección, reemplace/repare la pieza inmediatamente. Como parte de la inspección de cada parte, verifique el ajuste de todos los sujetadores enumerados para esa parte en la descripción de identificación del componente. Verifique la estanqueidad al par indicado.

<b>PARTE</b>	<b>CRITERIO DE INSPECCION</b>
<b>Hélice (CCW/CW)</b>	Sin grietas ni astillas de más de 0,1 pulgadas de radio - Nivel de la pala de la hélice con el brazo - Tornillos de montaje M3x12 apretados y libres de óxido - Tornillo hexagonal de 4 mm apretado y libre de óxido
<b>Rotor (CCW/CW)</b>	Sin ruidos de traqueteo o arañazos cuando se gira a mano - Sin grandes abolladuras ni grietas en la carcasa del rotor - Tornillos de montaje LED apretados - Tornillos de montaje del protector del rotor apretados
<b>Enlace de estación terrestre Antena de radio</b>	Carcasa de antena estructuralmente intacta - Antena atornillada firmemente al soporte de la antena (se suelta a menudo) - Tuerca de montaje de antena atornillada firmemente en la carcasa de plástico
<b>Conectores de batería</b>	- No hay signos de desgaste o daño en los cables de los conectores al marco (inspeccione de cerca justo donde los cables ingresan al marco)
<b>GPS</b>	- Corrija los colores del indicador LED cuando se enciende - GPS asegurado recto y ajustado al mástil (Cinta de doble cara OK) - La carcasa y el cable del GPS no están dañados (verifique de cerca los puntos de montaje y donde el cable ingresa al marco) - Rendimiento de precisión de GPS aceptable - El

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 53 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

	GPS no suele dar errores en AgroSol
<b>Mástil GPS</b>	Parte superior del nivel del mástil para dron - Todos los tornillos apretados y libres de óxido. - Partes del mástil no agrietadas/dañadas
<b>Detección de obstáculos Radar</b>	Carcasa del radar intacta - Cable de radar no dañado (verifique de cerca los puntos de montaje y donde el cable ingresa al marco) - La unidad no se calienta cuando se enciende
<b>Detección de altitud Radar</b>	- Carcasa del radar intacta - Cable de radar no dañado (verifique de cerca los puntos de montaje y donde el cable ingresa al marco) - La unidad no se calienta cuando se enciende - Lecturas de altitud aceptables en AgroSol
<b>Unidad de caudalímetro</b>	- Carcasa del caudalímetro intacta - Lecturas de caudal aceptables en AgroSol - El cable del caudalímetro no está dañado (verifique de cerca los puntos de montaje y donde el cable ingresa al marco)
<b>Precisión del caudalímetro</b>	El rendimiento del caudal durante el vuelo (salida gal/ac) debe estar entre el 2 % o el 5 % en el peor de los casos- Establezca un caudal de prueba constante y mida la salida durante 1 minuto usando un cilindro graduado, el caudal real debe coincidir con el deseado - Si el caudal no tiene la precisión deseada, realice la calibración del caudalímetro como se describe en el manual del software
<b>Bomba</b>	- Carcasa de bomba intacta - Rendimiento de presión máxima aceptable de la bomba (la salida de presión máxima disminuirá con el tiempo) - El cable de la bomba no está dañado (verifique de cerca los puntos de montaje y donde el cable ingresa al marco)
<b>Pulverizador neumático Tubería del sistema</b>	- No hay fugas en los tubos cuando se pulveriza a máxima presión - Tubería limpia de residuos químicos

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 54 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

<b>Boquillas</b>	- Sin fugas al pulverizar a máxima presión - Sin grietas en el cuerpo de la boquilla de plástico - Filtro interno limpio y sin daños
<b>Tanque de 4.5 galones</b>	No hay fugas cuando el tanque está lleno (verifique la salida del tanque) - Sin grietas ni daños en el plástico (compruebe los 4 puntos de montaje)
<b>Montaje de barra rociadora</b>	- Sin grietas ni astillas en la placa de fibra de carbono o en el soporte del tubo de aluminio - Todos los tornillos apretados y libres de óxido.
<b>Componentes internos</b>	Retire la parte superior de la carcasa de plástico: inspeccione el marco central interior para ver si hay daños - Todos los conectores enchufados firmemente - Sin cables sueltos colgando - Sin signos de componentes dañados o cortocircuitos eléctricos

Cuadro 2. Criterios de inspección.

**Fuente:** Fuente: AG-116 Maintenance Manual.

### 6.3.4 Ciclo de baterías

Debe realizar un ciclo de las baterías (cargar, descargar, volver a almacenar) al menos una vez cada 3 meses. Si no lo hace, existe la posibilidad de que la batería quede inutilizable. Las baterías se habrán ciclado una vez inmediatamente antes del envío del dron, por lo que deberán ciclarse dentro de los 3 meses posteriores a la recepción del dron.


### 6.3.5 Seguridad

#### 6.3.5.1 Pautas de mantenimiento seguro

<b>1</b>	Nunca realice procedimientos de limpieza de mantenimiento con las baterías dentro del dron, incluso si las baterías están desconectadas.
<b>2</b>	Utilice siempre el equipo de protección personal adecuado cuando limpie con productos químicos.
<b>3</b>	Comuníquese siempre con el equipo de rociado sobre posibles problemas de seguridad o mantenimiento antes de comenzar los procedimientos de mantenimiento.
<b>4</b>	Esté siempre atento a las luces indicadoras LED del GPS y a los sonidos del zumbador. Indicarán el estado de seguridad del dron.
<b>5</b>	Siga siempre los procedimientos seguros de carga y almacenamiento de la batería.

Cuadro 3. Pautas de seguridad.

**Fuente:** AG-116 Maintenance Manual.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 55 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

### 6.3.5.2 Señales de advertencia

<b>1</b>	Olor o apariencia de humo eléctrico del bastidor central o motores. Esto ocurre cuando hay un corto eléctrico en el sistema.
<b>2</b>	Desgaste visual en cualquier carcasa de cable. Puede causar un corto eléctrico si se deja degradar con el tiempo.
<b>3</b>	Cualquier componente o cable se calienta cuando se enciende, aparte de los motores después del vuelo. Esto ocurre cuando hay un corto eléctrico en el sistema.
<b>4</b>	Decoloración permanente de piezas de aluminio y tubería de rociado, u oxidación excesiva. Esto ocurre cuando el UAS no se limpia adecuadamente después de rociar compuestos corrosivos.
<b>5</b>	El marco se “tambalea” cuando se coloca en un suelo plano. Ocurre cuando los tornillos del marco están flojos.
<b>6</b>	El brazo se tambalea en la articulación del codo. Ocurre cuando el tornillo de pivote de la articulación del codo M4 está flojo. Puede causar vibraciones peligrosas durante el vuelo.
<b>7</b>	Lecturas inconsistentes del caudalímetro. Ocurre cuando entra suciedad dentro de la carcasa del caudalímetro o cuando los cables del caudalímetro están sueltos.

Cuadro 4. Señales de advertencia en equipo VANT.


**Fuente:** AG-116 Maintenance Manual.

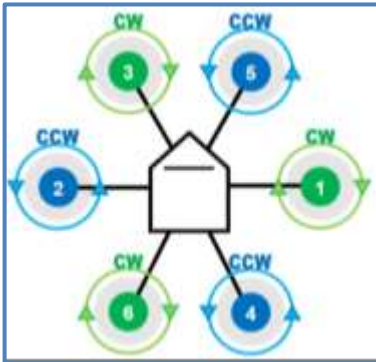
### 6.3.6 Cómo reemplazar las hélices

Orientación de la hélice. Los motores de cualquier dron giran en una dirección específica. Las hélices deben colocarse en los motores en la orientación correcta, o es muy probable que el dron se vuelque en el próximo despegue.

Las hélices están marcadas **CW** o **CCW** para una dirección de rotación prevista en sentido horario/anti horario. Reemplace las hélices una a la vez con su tipo exacto. Vuelva a verificar que la hélice que se desprendió sea del mismo tipo que volvió a colocar. Mire el motor, los motores están marcados CW/CCW y con flechas de rotación. Puede mirar esto para verificar que la dirección de la hélice coincida con la dirección del motor.


La siguiente imagen muestra la orientación adecuada de la hélice CW/CCW en un Hylío AG-116. Tenga en cuenta que es muy importante identificar correctamente la parte delantera del dron cuando utilice esta imagen para seleccionar el tipo de hélice. Esta imagen también se puede usar si está reemplazando motores para garantizar que los motores se reemplacen en la orientación correcta.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 56 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001



**Imagen 15. Orientación del sentido de giro de hélices**


**Fuente:** AG-116 Maintenance Manual.

	GRUPO CASSA	Página 57 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## 7 Anexos

### Anexo 1.

Acuerdo n° 423 instructivo para las aplicaciones aéreas de insumos agrícolas.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 58 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

**DIARIO OFICIAL.- San Salvador, 1 de Julio de 2011.**

**25**

**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA**  
**RAMO DE AGRICULTURA Y GANADERIA**

**ACUERDO No. 423.**

**Santa Tecla, 16 de junio de 2011.**

**El Órgano Ejecutivo en el Ramo de Agricultura y Ganadería,**

**CONSIDERANDO:**

- I. Que por medio del Decreto Legislativo No. 315 de fecha 25 de abril de 1973, publicado en el Diario Oficial No. 85, Tomo 239 del día 10 de mayo de ese mismo año, se emitió la Ley sobre Control de Pesticidas, Fertilizantes y Productos para Uso Agropecuario, la cual tiene por objeto regular la producción, comercialización, distribución, importación, exportación, y el empleo de pesticidas, fertilizantes, herbicidas, enmiendas o mejoradores, defoliantes y demás productos químicos y químico-biológicos para uso agrícola, pecuario o veterinario y sus materias primas;
- II. Que de conformidad a lo establecido en el Art. 6 letras b) y c) de la Ley a que alude el número precedente, corresponde al Ministerio de Agricultura y Ganadería, en adelante denominado MAG, por medio de sus dependencias, el cumplimiento de dicha Ley y su Reglamento, para cuyo efecto tendrá dentro de sus atribuciones la de dictar las medidas que sean necesarias y prestar la asistencia técnica que las circunstancias demanden, para lograr el empleo eficiente, oportuno y adecuado de los productos a que se refiere esta Ley, de modo que su utilización y manipulación no causen daños a personas, animales, cultivos, corrientes o depósitos de agua, fauna y flora y lugares que corran peligro de contaminación, así como la de emitir instructivos para regular la limpieza y manejo u otras actividades a que habrán de someterse los equipos, terrestres y aéreos, utilizados en la aplicación de los productos de qué trata esta Ley; y
- III. Que, a efecto de cumplir con las atribuciones antes descritas, es preciso emitir las disposiciones necesarias para asegurar su cumplimiento, tomando en consideración el cuidado y protección de la salud humana y el medio ambiente.

**POR TANTO,**

**ACUERDA: emitir el presente:**

**INSTRUCTIVO PARA LAS APLICACIONES AÉREAS DE INSUMOS AGRÍCOLAS**


**Objeto y campo de aplicación**

Art. 1.- El presente Instructivo tiene por objeto establecer, con base a lo prescrito en la Ley sobre Control de Pesticidas, Fertilizantes y Productos para Uso Agropecuario y su Reglamento, los lineamientos para regular las actividades de aplicación aérea de insumos agrícolas.

Art. 2.- Las disposiciones contenidas en el presente Instructivo, se aplicarán a las personas naturales y jurídicas dedicadas a la aplicación aérea de insumos agrícolas, así como a los propietarios de pistas y aeronaves agrícolas, pilotos y operadores de dicha actividad y a los propietarios de los cultivos en que se apliquen.

**Definiciones**

**Art. 3.- Para efectos del presente Instructivo, además de lo establecido en la Ley sobre Control de Pesticidas, Fertilizantes y Productos para Uso Agropecuario y su Reglamento, se entenderá por:**

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 59 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

- a) Aplicación aérea: Aplicación de insumos agrícolas con aeronave desde el aire.
- b) Insumo Agrícola: Cualquier sustancia, de naturaleza química, biológica o natural, utilizada para el control de plagas, incluyéndose además los fertilizantes.
- c) Niveles críticos: Presencia de plagas en los cultivos, suficiente para causar daños económicos.
- d) Piloto Agrícola: Persona con licencia de piloto comercial y que además tiene habilitación vigente para operar aeronaves agrícolas.
- e) Plaga: Todo agente que altere en alguna forma, el desarrollo normal de los animales o de las plantas, causándoles la muerte o daño en alguno o varios de sus órganos, con la frecuente reducción de sus rendimientos.
- f) Plaguicida: Cualquier agente biológico, sustancia o mezcla de sustancias de naturaleza química o biológica que se destina a combatir, controlar, prevenir, atenuar, repeler o regular la acción de cualquier forma de vida, animal o vegetal, que afecte a las plantas o animales.
- g) Plaguicida prohibido: Aquel cuyo uso ha sido prohibido por este Ministerio.
- h) Plaguicidas restringidos: Producto cuya aplicación aérea no está permitida o autorizada por la autoridad competente por sus altos riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

#### De la autoridad y sus atribuciones

Art 4.- El MAG, a través de sus dependencias tendrá, además de las atribuciones establecidas en la Ley sobre Control de Pesticidas, Fertilizantes y Productos para Uso Agropecuario y su Reglamento, las siguientes atribuciones:


- a) Llevar el control de las personas naturales y jurídicas dedicadas a la aplicación aérea de insumos agrícolas.
- b) Verificar que se cumplan las normas establecidas en el presente Instructivo.
- c) Aplicar las sanciones establecidas en la Ley sobre Control de Pesticidas, Fertilizantes y Productos para Uso Agropecuario. Dichas sanciones serán aplicadas en la forma, cuantía y procedimiento establecido en el Art. 52 y siguientes de la aludida Ley.

Art. 5.- Para la aplicación aérea de insumos agrícolas, el interesado, previamente, deberá proporcionar a la dependencia del MAG correspondiente la siguiente información:

- a) Nombre y generales de la persona natural o jurídica que se dedicará a dicha actividad; y
- b) Programa de aplicación, señalando lugares y fechas en que realizarán la aplicación aérea de los insumos agrícolas.

El propietario del cultivo en que se deba hacer aplicaciones de las indicadas en el Art. 30 de la Ley sobre Control de Pesticidas, Fertilizantes y Productos para Uso Agropecuario, deberá informar a la dependencia del MAG correspondiente, la época de iniciación y finalización en que se verificarán las aplicaciones; y además, en el término de su duración, enviar a la referida dependencia dentro de los ocho días siguientes al último de cada mes calendario, una relación mensual indicando número de aplicaciones, producto, dosificación, lugar, clase de cultivo, extensión cubierta en cada una y nombre de la persona o compañía que las verificó.

La omisión de cualquiera de estas obligaciones será calificada como falta grave de las señaladas en la letra a) del artículo 52 de la Ley antes citada.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 60 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

**DIARIO OFICIAL.- San Salvador, 1 de Julio de 2011.**

27

La información proporcionada por el interesado tiene como objeto verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el precitado Art. 30 de la Ley, cuya omisión hará incurrir al responsable en la sanción correspondiente, en la forma y cuantía determinada en el precitado Art. 52 letra a) de la Ley.

#### **De la prestación de servicio de aplicación aérea de insumos agrícolas**

Art. 6.- Las personas naturales y jurídicas interesadas en la venta de servicios de aplicación aérea de plaguicidas, deberán presentar al MAG, a través de sus dependencias, los siguientes requisitos:


Solicitud, la cual se complementará según formato proporcionado por la dependencia correspondiente.

1. Fotocopia de Escritura Pública de Constitución de Sociedad, cuando proceda.
2. Fotocopia del permiso de la pista.
3. Descripción de las características del equipo de aplicación aérea.
4. Fotocopia de documento de acreditación del piloto.
5. Constancia que acredite al Piloto Agrícola.

#### **De la aplicación aérea de los insumos agrícolas**

Art. 7.- Para la aplicación aérea de insumos agrícolas, deberán cumplirse las siguientes disposiciones:

1. Aplicar únicamente insumos agrícolas registrados.
2. La aplicación deberá ser autorizada por escrito por un profesional de las ciencias agronómicas, quien se responsabiliza por la recomendación del producto a utilizar.
3. El equipo de aplicaciones deberá reunir las condiciones técnicas adecuadas de acuerdo a las especificaciones dadas por el fabricante.
4. Respetar las condiciones en que fue otorgado el registro del insumo a aplicar, en cuanto a usos autorizados, dosis, cultivos, plagas a controlar, intervalo de aplicación, intervalo entre última aplicación y cosecha y medidas de seguridad; siguiendo las indicaciones recomendadas en el panfleto y etiqueta del insumo agrícola a aplicar.
5. Se deben tomar en cuenta los niveles críticos y períodos apropiados, establecidos para cada plaga y en cada cultivo antes de la aplicación de plaguicidas.
6. Las aplicaciones de insumos agrícolas deberán hacerse al menos 5 días antes de la liberación de agentes de control biológico cuando no hay compatibilidad entre ellos.
7. Se deberá elaborar y observar un programa de rotación en el uso de plaguicidas.
8. La velocidad del viento no deberá exceder de 7 km/hora.
9. Las aplicaciones deberán realizarse durante las horas frescas de la mañana o la tarde.
10. La aplicación deberá hacerse perpendicularmente o contrario a la dirección del viento.
11. La altura de vuelo de las aeronaves sobre la parte terminal de las plantas deberá ser de 1 metros como máximo durante la aplicación.
12. Las aeronaves agrícolas no deben efectuar riego de plaguicidas, sobre el espacio aéreo menor de trescientos metros de distancia de los lugares siguientes: ríos, lagos, lagunas manantiales, esteros estanques, apiarios, establos, hospitales, escuelas, caseríos, poblados, lugares públicos, tiangues, rastros y playas.
13. El equipo de aplicación deberá estar previsto de válvulas de cierre hermético.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 61 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

1. Los tanques de los aviones y los equipos utilizados deberán ser lavados adecuadamente y los remanentes de plaguicidas, así como las aguas utilizadas en el lavado del equipo deberán ser tratadas para su desnaturalización antes de ser desechadas en lugares que no sean susceptibles de contaminación de fuentes de agua.
2. Las boquillas del equipo de aplicación, deberán abrirse y cerrarse a la distancia en la que se asegure que los insumos agrícolas, queden depositados en las áreas en que se va a aplicar.
3. La línea de vuelo deberá ser señalada, por banderas separadas a una distancia máxima de 500 metros una de otra y deberán estar a un metro de altura sobre el nivel de las plantas.
4. No podrán aplicarse en forma aérea plaguicidas extremadamente y altamente peligrosos (categoría toxicológica IA y IB) o de uso restringido.
5. Los propietarios de los cultivos en los cuales se pretende hacer aplicación aérea deben comunicar por escrito con 72 horas de anticipación, a las personas que viven en los alrededores.
6. Los propietarios del cultivo donde se realicen las aplicaciones deberán llevar un control por escrito de las aplicaciones realizadas, el cual indicará: fecha y horas en las que se hizo la aplicación, productos y dosis aplicadas, lugar, áreas y clase de cultivo, nombre del piloto que hizo las aplicaciones y número de matrícula de la aeronave.
7. Previa la aplicación verificar que existen adecuadas condiciones atmosféricas durante el tiempo de aplicación.
8. Colocar rótulos de advertencia en los puntos de acceso a campos tratados con plaguicidas.
9. Las aplicaciones deberán ser suspendidas si las condiciones atmosféricas cambian en forma adversa durante la aplicación.
10. Deberá señalarse con banderas, una franja de seguridad de 15 metros para abrir las boquillas, después de entrar y antes de salir del cultivo donde se hará la aplicación.
11. Contar con un procedimiento escrito para la limpieza y descontaminación de aeronaves.

Las disposiciones antes descritas, serán verificadas o inspeccionadas por la dependencia del MAG correspondiente, a petición de la Oficina encargada de vigilar la sanidad vegetal.

La omisión de cualquiera de estas obligaciones será calificada como falta grave de las señaladas en la letra a) del artículo 52 de la Ley antes citada.

Art. 8.- Cuando la aplicación se haga en situaciones de emergencia, por el apareamiento de plagas, el interesado deberá informar posteriormente a la Oficina encargada de vigilar la sanidad vegetal del MAG, indicando las áreas tratadas, nombres y volumen de los insumos utilizados y cultivos tratados.


#### **Del personal involucrado en las actividades de aplicación de plaguicidas**

Art. 9.- Las empresas dedicadas a la venta de servicios de aplicación aérea, deberán someter a las pruebas de colinesterasa a todas las personas relacionadas con la manipulación de los productos, al menos cada 6 meses.

Art. 10.- Los propietarios de las empresas dedicadas a la venta de servicio de aplicación aérea de insumos agrícolas, deben proporcionar a las personas que manipulan los productos, el equipo de protección personal recomendado en las etiquetas y panfletos de los insumos agrícolas utilizados. Además, deberán contar con un botiquín de primeros auxilios y otros de acuerdo a la necesidad.

Art. 11.- Los operadores de los equipos de aplicación y que manipulen insumos agrícolas, deberán ser previamente capacitados por la dependencia del MAG correspondiente sobre aspectos relacionados con el riesgo, manejo, uso y aplicación adecuado de los mismos. Al finalizarse satisfactoriamente la capacitación, dicha dependencia emitirá el certificado de participación correspondiente, el cual deberá ser refrendado por el Jefe o superior de dicha dependencia, en conjunto con el Director o superior de la Oficina encargada de vigilar la sanidad vegetal del MAG, el cual deberá ser agregado junto con la información requerida en el Art. 5 de este Instructivo.

#### **De la denuncia**

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 62 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

Art. 12.- Cualquier persona que tuviere conocimiento de la omisión en el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Art. 7 del presente Instructivo, podrá denunciarlo ante la Oficina encargada de vigilar la sanidad vegetal del MAG, en cualquiera de sus dependencias; dicha denuncia dará inicio al procedimiento sancionatorio descrito en el Art. 53 y siguientes de la Ley sobre Control de Pesticidas, Fertilizantes y Productos para Uso Agropecuario.

Art. 13.- El recurso de revisión a que alude el Art. 55 de la Ley sobre Control de Pesticidas, Fertilizantes y Productos para Uso Agropecuario, se tramitará conforme las reglas prescritas para el mismo en el Código Procesal Civil y Mercantil.

Art. 15.- Derógase cualquier Acuerdo anterior al presente Instructivo; de existir duda en la aplicación de este Instructivo y cualquier Acuerdo anterior, prevalecerá el presente instructivo.

Art. 16.- El presente Instructivo entrará en vigencia el día de su publicación en el Diario Oficial. **COMUNÍQUESE.** - Ingeniero José Guillermo Belarmino López Suárez, Ministro de Agricultura y Ganadería

**ORGANO JUDICIAL**  
**CORTE SUPREMA DE JUSTICIA**

ACUERDO No. 348-D.- CORTE SUPREMA DE JUSTICIA: San Salvador, veintinueve de abril de dos mil once.- El Tribunal con fecha nueve de febrero de dos mil once, ACORDÓ: Autorizar a la Licenciada MARLENE CAROLINA TORRES DE HERNANDEZ, para que ejerza la profesión de ABOGADO en todas sus ramas, en vista de haber cumplido con todos los requisitos legales y a lo resuelto por esta Corte en el expediente respectivo.- **COMUNIQUESE Y PUBLIQUESE.**- J. B. JAIME.- F. MELENDEZ.- J. N. CASTANEDA S.- E. S. BLANCO R.- M. REGALADO.- PERLAJ.- M. TREJO.- M. POSADA.- Pronunciado por los Magistrados y Magistradas que lo suscriben. S. RIVAS AVENDAÑO.


(Registro No. F000717)

ACUERDO No. 410-D.- CORTE SUPREMA DE JUSTICIA: San Salvador, veintinueve de abril de dos mil once.- El Tribunal con fecha veinticinco de febrero de dos mil once, ACORDÓ: Autorizar al Licenciado ANTONIO RAFAEL MENDEZ LLORT, para que ejerza la profesión de ABOGADO en todas sus ramas, en vista de haber cumplido con todos los requisitos legales y a lo resuelto por esta Corte en el expediente respectivo.- **COMUNIQUESE Y PUBLIQUESE.**- J. B. JAIME.- J. N. CASTANEDA S.- E. S. BLANCO R.- M. REGALADO.- PERLA J.- M. TREJO.- M. A. CARDOZA A.- M. POSADA.- Pronunciado por los Magistrados y Magistradas que lo suscriben.- S. RIVAS AVENDAÑO.

(Registro No. F000867)


ACUERDO No. 438-D.- CORTE SUPREMA DE JUSTICIA: San Salvador, veintinueve de abril de dos mil once.- El Tribunal con fecha veinticinco de febrero de dos mil once, ACORDÓ: Autorizar a la Licenciada AURA DINORA NIEVES PARADA, para que ejerza la profesión de ABOGADO en todas sus ramas, en vista de haber cumplido con todos los requisitos legales y a lo resuelto por esta Corte en el expediente respectivo.- **COMUNIQUESE Y PUBLIQUESE.**- J. B. JAIME.- J. N. CASTANEDA S.- E. S. BLANCO R.- M. REGALADO.- PERLA J.- M. TREJO.- M. A. CARDOZA A.- M. POSADA.- Pronunciado por los Magistrados y Magistradas que lo suscriben.- S. RIVAS AVENDAÑO.


(Registro No. F000714)

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 63 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b><i>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</i></b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001


## **Anexo 2.**

**“R-0CO-010 riesgos y medidas preventivas en aplicaciones aéreas de productos químicos con dron agrícola”.**

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 64 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 1 de 1
		Código: R-0CO-010
<b>Identificación de riesgos y medidas preventivas en las aplicaciones aéreas de productos químicos con dron agrícola.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001


A. ASPECTOS GENERALES							
FECHA:	CODIGO HDA:	HACIENDA:	UBICACIÓN:				
NOMBRE DEL PROVEEDOR DE SERVICIO:		PRODUCTOS A APLICAR:			FECHA DE APLICACIÓN:		
<b>B. IDENTIFIQUE LOS RIESGOS POTENCIALES EN MAPA SATELITAL DE LA PROPIEDAD A APLICAR</b>							
<h1>INSERTE MAPA SATELITAL DE LA PROPIEDAD</h1>							
C. RIESGO DE COLISIÓN		SI	NO	LOTES AFECTADOS		MEDIDAS DE PREVENCIÓN A IMPLEMENTAR	
1. PRESENCIA DE TENDIDO ELÉCTRICO DE ALTA TENSIÓN						DISTANCIA DE SEGURIDAD DE 15 METROS AL TENDIDO ELÉCTRICO VUELO EN PARALELO AL TENDIDO ELÉCTRICO	
2. PRESENCIA DE TENDIDO ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN						DISTANCIA DE SEGURIDAD DE 5 METROS AL TENDIDO ELÉCTRICO VUELO EN PARALELO AL TENDIDO ELÉCTRICO	
3. ESTRUCTURAS Y OBJETOS SOBRESALIENTES EN EL TERRENO TORRES DE OBSERVACIÓN DE CAÑALES TORRES DE TENDIDO ELÉCTRICO DE ALTA TENSIÓN ARBOLES						REALIZAR EL CORRECTO MAPEO DE FORMA MANUAL, CAMINANDO ALREDEDOR DE TODO EL LOTE A APLICAR, MARCANDO POSIBLES OBSTACULOS, PARA EVITAR RIESGO DE COLISIÓN. DISTANCIA DE SEGURIDAD DE 5 A 15 METROS, DEPENDIENDO DEL OBSTACULO.	
D. ESPECIFIQUE LOS LOTES AFECTADOS							
RIESGO DE CONTAMINACIÓN POR COLIBRIANZA	LOTES AFECTADOS	FRANJA DE SEGURIDAD DE 5 A 15 METROS	ALTURA DE APLICACIÓN DE 5 A 9 METROS	PROGRAMAR APLICACIÓN EN AUSENCIA DE CLASES	DOBLAR O A COMENZAR ESTE HORAS ANTES DE LA APLICACIÓN	PRODUCTOS A APLICAR SELECTIVOS	VELOCIDAD DE VIENTO MENOR A 7 Km/hr
1. CUERPOS DE AGUA RIOS ACEQUIAS LAGOS MAR NACIMIENTOS OTROS ESPECIFIQUE:		X	X		X		X
2. RESERVAS NATURALES BOSQUES MANGLARES		X	X		X		X
3. NUCLEOS POBLACIONALES CASERIOS ESCUELAS AEROPUERTO EMPRESAS OTROS ESPECIFIQUE:		X	X	X	X		X
4. CULTIVOS		X	X	X	X	X	X
5. CARRETERAS		X	X		X		X
OBSERVACIONES:							
RESPONSABLE DE APLICACIÓN AEREA						FIRMA	
RESPONSABLE DE LA PROPIEDAD						FIRMA	
PILOTO						FIRMA	

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 65 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b><i>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</i></b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## Anexo 3.


### “R-0CO-003 Ficha de vuelo”.



	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 67 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b><i>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</i></b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## 7.1 Formatos y modelos para registros.

### 7.1.1 Certificado de piloto de UAS Hylío® AG-116.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 68 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001





# UAS Pilot Certificate

This certifies that

## ROBERTO CARLOS AGREDA

Has completed the Hylío Inc. UAS Pilot training program. The applicant has passed all written and operational assessments, and has been found to be properly qualified to exercise the privileges of Hylío Inc. UAS Pilot.

Date of Completion:

10/10/2019

Certified by:

*Rodrigo Orellana*

---

Rodrigo Orellana


---

Certified Hylío Pilot Trainer




1020 Agnes Rd  
Richmond, TX 77469  
www.hyl.io



	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 69 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b><i>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</i></b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## **7.1.2 Permiso de aeronave tripulada y no tripulada para la aplicación aérea de insumos de uso agrícola por parte del ministerio de agricultura y ganadería.**

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 70 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001



**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA**  
 DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL  
 DIVISIÓN DE REGISTRO Y FISCALIZACIÓN  
**PERMISO DE AERONAVE TRIPULADA Y NO TRIPULADA PARA LA APLICACIÓN AEREA DE INSUMOS DE USO AGRICOLA**

El ministerio de agricultura y ganadería, a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal, de conformidad a lo prescrito en los Art 6. Literal c), de la ley sobre control de Pesticidas, Fertilizantes y Productos para uso Agropecuario, y los Art. 4 y 5 del instructivo para las aplicaciones aéreas de insumos agrícolas, contenido en el acuerdo Ejecutivo N° 423, Tomo 392 de día 1 de julio del 2011, y como parte de las medidas de protección agropecuaria que les competen, se extiende el presente **PERMISO DE AERONAVE TRIPULADA Y NO TRIPULADA PARA LA APLICACIÓN AEREA DE INSUMOS DE USO AGRICOLA**.

CERTIFICADO DE APROBACION N°: **02101312211015**

NOMBRE DE LA EMPRESA DE APLICACIÓN AEREA: **SOLUCIONES AGRICOLAS AEREAS S.A. DE C.V.**

PILOTO AVIADOR AUTORIZADO:

1	<b>ROBERTO CARLOS AGREDA MONTES</b>
2	<b>RODRIGO RAFAEL ORELLANA PERALTA</b>

DATOS DE LAS AERONOVES:

MODELO	MARCA
<b>AG-116</b>	<b>HYLIO</b>

La responsabilidad inherente por la aplicación aérea de insumos fitosanitaria, es competencia exclusiva de la empresa que brinda el servicio, quien se encuentra en la obligación de cumplir con las disposiciones legales que regulan la materia y su transgresión o no observancia, dará lugar a las sanciones establecidas en la ley sobre control de Pesticidas, Fertilizantes y Productos para uso Agropecuario.


Santa Tecla, 11 día del mes de marzo del año dos mil veintidós.

**DIOS UNIÓN LIBERTAD**






**Mty. Ing. José Roberto Cabrera Cuéllar**  
 Jefe de la División de Registro y Fiscalización Agrícola.

Final 14. Avenida Norte, 13 Calle Oriente y Av. Manuel Gallardo, Santa Tecla, La Libertad  
 Tel. (503)2210-1765 | Correo: regfisa@mag.gob.sv

	GRUPO CASSA	Página 71 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b><i>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</i></b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

### **7.1.3 Autorización para fungir como operador de los equipos de aplicación aérea y que manipule insumos agrícolas por parte del ministerio de agricultura y ganadería.**

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 72 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001




**DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL  
DIVISIÓN DE REGISTRO Y FISCALIZACIÓN**

Habiendo cumplido todos los requisitos que ordena el artículo 6 y 11 del "Instruccionario para las aplicaciones aéreas, acuerdo N.º 423", la Dirección General de Sanidad Vegetal, por medio de la División de Registro y Fiscalización, extiende el presente **CERTIFICADO DE APROBACIÓN**


**SOLUCIONES AGRICOLAS AEREAS S.A. DE C.V.**

<b>Nº DE REGISTRO</b>	02101312211015	
<b>PROPIETARIO</b>	ROBERTO CARLOS AGREDA MONTES	
<b>PROFESIONAL RESPONSABLE</b>	DENIS DE JESUS PEÑATE SALAZAR	
<b>NATURALEZA DE LA ACTIVIDAD</b>	APLICACIONES AEREAS DE INSUMOS AGRICOLAS	
<b>FECHA DE VENCIMIENTO</b>	11/3/2027	


Mismo que se autoriza para fungir como "Operador de los equipos de aplicación aérea y que manipule insumos agrícolas", comprometiéndose al cumplimiento estricto de dicho acuerdo, siendo a la vez conocer de la parte sancionatoria, según artículo 52 de "LEY SOBRE CONTROL DE PESTICIDAS, FERTILIZANTES Y PRODUCTOS PARA USO AGROPECUARIO".

  
**F. ~~Mtro. Ing. José Roberto Cabrera Cuellar~~**  
 Jefe de la División de Registro y Fiscalización

Tercera, 21 de marzo de 2022

	GRUPO CASSA	Página 73 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b><i>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</i></b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## **7.1.4 Perfil metabólico, exámenes de colinesterasa, pilotos y miembros del equipo.**

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 74 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual tecnico de operaciones para vehiculos aereos no tripulados del programa de aplicaciones aereas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001


**LABORATORIO CLINICO CIAMSA**  
 C.S.S.P. No. 580  
 580 CALLE ORIENTE, ENTRE 11 Y 13 AVENIDA SUR, SANTA ANA.  
 CORREO: clinicamedicausa@gmail.com - TELEFONO: 7535-1829  
 LIC. CAREN LIZETH MAYORGA.- J.V.P.L.C. No. 5054

FECHA 12 DE JULIO DE 2023  
 PACIENTE ROBERTO CARLOS AGREDA MONTES  
 MEDICO

BOLETA N° dV900000066  
 EDAD 43 AÑOS  
 GENERO MASCULINO

**EXAMEN COLINESTERASA**

**RESULTADO:**  
 8.956 U / L  
 VALORES DE REFERENCIA: 4,659 - 14,443 U / L


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE:

República de El Salvador  
 C. S. S. P.  
**LABORATORIO CLINICO CIAMSA**  
 N° Inscripción 2315  
 Prep. Dra. Magnolia Alejandra Lemas Sanchez  
 Santa Ana, Santa Ana

Licda. Caren Lizeth Mayorga Flores  
 LICENCIADA EN LABORATORIO CLINICO  
 J.V.P.L.C. No. 5054

C.S.S.P. No.


**LABORATORIO CLINICO CIAMSA**  
 C.S.S.P. No. 580  
 580 CALLE ORIENTE, ENTRE 11 Y 13 AVENIDA SUR, SANTA ANA.  
 CORREO: clinicamedicausa@gmail.com - TELEFONO: 7535-1829  
 LIC. CAREN LIZETH MAYORGA.- J.V.P.L.C. No. 5054

FECHA 12 DE JULIO DE 2023  
 PACIENTE ROBERTO CARLOS AGREDA MONTES  
 MEDICO

BOLETA N° dV900000066  
 EDAD 43 AÑOS  
 GENERO MASCULINO

**EXAMEN COLINESTERASA**

**RESULTADO:**  
 8.956 U / L  
 VALORES DE REFERENCIA: 4,659 - 14,443 U / L


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE:

República de El Salvador  
 C. S. S. P.  
**LABORATORIO CLINICO CIAMSA**  
 N° Inscripción 2315  
 Prep. Dra. Magnolia Alejandra Lemas Sanchez  
 Santa Ana, Santa Ana

Licda. Caren Lizeth Mayorga Flores  
 LICENCIADA EN LABORATORIO CLINICO  
 J.V.P.L.C. No. 5054

C.S.S.P. No.

	<b>GRUPO CASSA</b>	Página 75 de 75
		Código: MO-0PAA001
<b>Manual técnico de operaciones para vehículos aéreos no tripulados del programa de aplicaciones aéreas y terrestres para prestadores de servicios de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V.</b>		Fecha de edición: Noviembre 2023
		Edición: 001

## 7.2 Documentos relacionados

Los documentos que se presentan a continuación proporcionan información complementaria y de respaldo, contribuyendo a la transparencia y profundización del contenido.

- **Anexo 1.** Acuerdo n° 423 instructivo para las aplicaciones aéreas de insumos agrícolas.
- **Anexo 2.** “R-0CO-010 riesgos y medidas preventivas en aplicaciones aéreas de productos químicos con dron agrícola”.
- **Anexo 3.** “R-0CO-003 Ficha de vuelo”.
- Evaluación de riegos –predefinida (ERPD) fumigación con drones-caracterización y provisiones. V
- Manual de operaciones VANT – guía y contenido.
- Regulación de los vehículos aéreos no tripulados RAC-VANT edición 02 rev 03.
- DJI Agras Quick Start Manual.
- AG-116 Maintenance Manual.
- Manual de usuario DJI T20 Disponible en:  
<https://www.dji.com/global/downloads/products/t20>

## Bibliografías

- EU Dron Port. 2022. “Hub Europeo de Drones para Pruebas, Certificación, Formación y Autorizaciones”. Barcelona. España. (en línea) disponible en:  
<https://eudroneport.com/es/blog/geografia-del-vuelo/>
- Federal Office of Civil Aviation (FOCA). Sf. “FOCA-UAS-GM-Part1, How to apply for an Operational Authorisation based on a Specific Operational Risk Assessment (SORA)”. Suiza. Sf. (en línea). Disponible en:  
<https://www.bazl.admin.ch/bazl/en/home/drohnen/specific/sora.html>
- Novak Mattew, 2009, Duracion de boquillas según el materia, tecnología de aplicación de plaguicidas Oregon USA, disponible en:  
<https://swfrec.ifas.ufl.edu/hlb/database/pdf/00001453.pdf>