



Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i
Aeroespacial de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



TREBALL FINAL DE GRAU

TÍTOL DEL TFG: Drones for Desert Locust

TITULACIÓ: Grau en Enginyeria d'Aeroports

AUTOR: Marc Aicart Ramírez

DIRECTOR: Arnau Garcia Terrades

CO-DIRECTOR: Jaime Oscar Casas

DATA: 5 de Juny del 2017

Títol: Drones for Desert Locust

Autor: Marc Aicart Ramírez

Director: Arnau Garcia Terrades

Co-Director: Jaime Oscar Casas

Data: 5 de Juny del 2017

Resum

Aquest projecte té com a objectiu principal desenvolupar una eina i una metodologia per a la lluita contra una de les plagues animals més nocives de tota la història: les llagostes. Amb presència al 20% de la superfície del nostre planeta, les llagostes acaben amb gran part dels recursos agrícoles i avancen fins a 150 km per dia, podent travessar grans extensions d'aigua com l'oceà Atlàntic. Aquesta capacitat de moviment fa més ràpida l'extensió de les plagues d'aquest insecte.

La metodologia plantejada es basa en la utilització de la tecnologia dron. Aquesta tecnologia ha demostrat tenir infinitat d'aplicacions, només limitades per a la lentitud d'adaptació dels aspectes legals.

Per a plantejar aquesta metodologia, s'ha establert un contacte reiteratiu amb la organització FAO. A partir de l'estudi de la metodologia actual i dels consells de l'organització per a la millora de la mateixa procedents de la seva experiència, ha sigut possible plantejar una solució eficaç.

A nivell tècnic i operacional, s'ha contactat amb el "*knowhow*" de l'empresa HEMAV. Amb la col·laboració dia a dia dels professionals de l'empresa, s'han aconseguit determinar les eines i l'operativa que suporten aquest projecte. La col·laboració de la companyia ha sigut bàsica també per a la validació tècnica de la solució.

Després de la validació tècnica, operacional i de l'anàlisi de resultats, es pot confirmar que la metodologia plantejada millora significativament l'estat de l'art de les solucions que s'han fet servir fins avui. Amb una correcta implementació de les eines determinades i amb la formació adient als encarregats d'utilitzar-les, podria tractar-se d'una millora revolucionària capaç posar control a un greu problema.

Title: Drones for Desert Locust

Author: Marc Aicart Ram3rez

Director: Arnau Garcia Terrades

Co-Director: Jaime Oscar Casas

Date: June 5th, 2017

Overview

The main goal of this project is to develop a new methodology against one of the most dangerous pests on the world, the Desert Locust. Being present in almost the 20% of the earth surface, the desert Locust can destroy all the agriculture resources and can move up to 150 km per day crossing large water areas as the Atlantic Ocean. This movement capacity makes faster the spread of this insect plague.

The proposed methodology is based on the use of UAV technology. This technology has proven to have many applications and, nowadays, is only limited by the slow adaptation of the law.

To better reach the goal planned, we've established contact with the FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Studying their methodology to fight against desert

In this project, the HEMAV knowhow was basic. The daily collaboration with the UAV experts has made possible the right development of the technical and operational sides. The company collaboration was also essential to validate the technical aspects.

After the technical and operational validation and the results analysis, is possible to say that the proposed methodology improves significantly the state of art of the solution. With the proper implementation of the defined tools and the right people training, it could be a revolutionary improvement capable to control this serious problem.

ÍNDIX

INTRODUCCIÓ.....	1
CAPÍTOL 1. PROBLEMÀTICA I OBJECTIUS DEL PROJECTE.....	2
1.1 Descripció del problema	2
1.1.1. Schistocerca gregaria.....	3
1.1.2. Àrees afectades	4
1.1.3. Fases de creixement.....	4
1.1.4. Conseqüències de les plagues	5
1.2. Estat de l'art de la solució	6
1.2.1 Estructura del control preventiu	7
1.2.2. Metodologia actual	7
1.2.2.1. Teledetecció d'alt nivell	8
1.2.2.2. Treball de camp	8
1.2.2.3. Processat d'informació	9
1.2.2.4. Operacions de control	10
1.2.3. Resum esquemàtic metodologia actual	10
1.2.4. Reptes del control preventiu	11
1.3. Objectius generals de la metodologia a plantejar.....	12
CAPÍTOL 2. ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓ	12
2.1. Procediment plantejat	12
2.1.1. Teledetecció d'alt nivell. Obtenció dades satèl·lit.....	12
2.1.2. Estudi extensiu	12
2.1.3. Estudi intensiu	13
2.1.4. Control.....	13
2.2. Resum esquemàtic metodologia innovadora	14
2.3. Reptes del projecte	14
2.3.1. Reptes transversals	14
2.3.1.1. Legislació de vol	14
2.3.1.2. Seguretat operacional.....	15
2.3.1.3. Condicions ambientals.....	15
2.3.2. Reptes tècnics.....	15
2.3.2.1. Desenvolupament tecnologia dron	15
2.3.2.2. Font d'alimentació	15
2.3.2.3. Processament i tractament de dades	16
2.3.2.4. Control	16
2.3.2.5. Integració dels drons amb altres tecnologies	16
CAPÍTOL 3. SOLUCIÓ TÈCNICA I OPERATIVA.....	19
3.1. Estudi tècnic.....	19
3.1.1. Estudi extensiu	19
3.1.1.1. Dron	19
3.1.1.2. Sensors.....	20
3.1.1.3. Dron definitiu.....	21

3.1.2.	Estudi intensiu	23
3.1.2.1.	Dron	23
3.1.2.2.	Sensors.....	23
3.1.2.3.	Dron definitiu.....	25
3.1.3.	Control.....	26
3.1.3.1.	Dron	26
3.1.3.2.	Dispositiu de fumigació.....	26
3.2.	Estudi operacional.....	28
3.2.1.	Obtenció dades satèl·lit.....	28
3.2.2.	Estudi extensiu	29
3.2.3.	Estudi intensiu	29
3.2.4.	Control.....	30
CAPÍTOL 4. VALIDACIÓ PROCEDIMENT		31
4.1.	Informació satèl·lit	31
4.2.	Estudi extensiu	33
4.2.1.	Obtenció de dades	34
4.2.1.1.	Anàlisi exhaustiu	34
4.2.1.2.	Transecte	35
4.2.2.	Processat de dades.....	36
4.2.2.1.	Pla de vol realitzat.....	36
4.2.2.2.	Realització del mosaic.....	37
4.2.2.3.	Aplicació de les capes	37
4.3.	Estudi intensiu	39
4.3.1.	Obtenció de dades	39
4.3.2.	Processat de dades.....	43
4.4.	Control.....	43
CAPÍTOL 5. ANÀLISI DE RESULTATS		44
5.1.	Es millora l'estat de l'art?.....	44
5.2.	El cost de la solució	44
5.2.1.	Estudi extensiu	44
5.2.2.	Estudi intensiu	45
5.2.3.	Operació de control.....	45
5.2.4.	Cost total	45
CAPÍTOL 6. CONCLUSIONS		46
BIBLIOGRAFIA		48
ANNEXOS.....		¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANNEXE 1. DESERT LOCUST BULLETIN (AGOST 2016)		50
ANNEXE 2. DATA SHEET DJI S900		58
ANNEXE 3. DATA SHEET DJI S1000		60

ÍNDIX DE FIGURES

Fig. 1.1. Tipus de llagosta amb més afectació i localització a nivell mundial	2
Fig. 1.2. Dades històriques de moviment de plagues.....	3
Fig. 1.3. Àrea afectació llagosta del desert	4
Fig. 1.4. Fases creixement llagosta del desert	5
Fig. 1.5. Exemple dades satèl·lit (Estimació de pluges, MODIS y vegetació respectivament).....	8
Fig. 2.1. Esquema metodologia tecnologia dron	14
Fig. 3.1. Dron ala fixe X8-Skywalker	19
Fig. 3.2. Sensors multiespectrals, Mica Sense i TETRACAM respectivament .	21
Fig. 3.3. Figura esquemàtica plataforma completa.....	22
Fig. 3.4. Dron Multi rotor DJI S900	23
Fig. 3.5. Sensors visuals	24
Fig. 3.6. Figura esquemàtica DJI S900.	25
Fig. 3.7. Dron multi rotor DJI s1000.....	26
Fig. 3.8. Dispositiu de fumigació HEMAV	28
Fig. 4.1. Dades satèl·lit de pluges a Mauritània.....	32
Fig. 4.2. Dades satèl·lit de zones verdes	32
Fig. 4.3. Progressió zona d'estudi	33
Fig. 4.4. Zona d'estudi subdividida en àrees de vol de l'x8 Skywalker	34
Fig. 4.5. Planificació de vol amb Mission Planner	35
Fig. 4.6. Imatge exemple execució transecte	36
Fig. 4.7. Planificació vol exemple Mission Planner.....	36
Fig. 4.8. Imatge multiespectral després de la realització del mosaic.....	37
Fig. 4.9. Imatge multiespectral amb els espectres seleccionats.....	38
Fig. 4.10. Zona d'estudi després de processat imatges multiespectrals.....	38
Fig. 4.11. Objecte de referència per al vol visual.....	39
Fig. 4.12. Imatges obtingudes a 10 metres d'alçada	40
Fig. 4.13. Imatges obtingudes a 20 metres d'alçada	41
Fig. 4.14. Imatges obtingudes a 30 metres d'alçada	42
Fig. 4.15. Zona d'estudi discretitzada després de processat imatges visuals ..	43
Fig. 4.16. Imatge sistema fumigació HEMAV	44

INTRODUCCIÓ

L'**objectiu** d'aquest document és **plantejar**, mitjançant l'**ús** de la **tecnologia dron**, una **solució** de **prevenció** de **plagues** de **llagosta** a nivell mundial. Aquesta **metodologia** ha de **suposar** una **millora** a nivell **econòmic**, **social** i **mediambiental**. Es **descriuen** també, les **eines** i l'**operativa necessàries** per a dur a terme la metodologia plantejada.

El **document** està **dividit** en **6 capítols**:

Al **capítol 1** es mostra el **objectius i problemàtica** del **projecte**, es pot trobar l'estudi del problema i de les solucions que s'apliquen en l'actualitat. Es mostra l'estudi previ bàsic per a poder saber com s'està procedint en l'actualitat i poder discernir àrees de millora.

Al **capítol 2** es **presenta** la **idea** plantejada de **millora**, incloent una petita descripció de cada fase del procediment i una aproximació del tipus d'informació que s'hauria de recopilar en cada cas. A la segona part d'aquest capítol es fa un plantejament dels reptes tècnics i transversals que planteja el projecte.

Al **capítol 3** es desenvolupen l'**estudi tècnic** o **operacional**. Al tècnic s'especifiquen les eines necessàries per a complir la metodologia plantejada al capítol 1. Mediament l'estudi operacional es defineix en detall la metodologia plantejada i les passes a seguir per dur-la a terme.

Al **capítol 4** es pot veure l'**aplicació** del **procediment plantejat** a una **àrea real** i tenint en compte les característiques de cadascuna de les eines seleccionades anteriorment. Es en aquest capítol on es pot quantificar numèricament els vols necessaris per analitzar l'àrea d'estudi i el tipus d'informació que s'obté en cada fase.

El **penúltim capítol** es l'**anàlisi de resultats**, es aquí on es pot veure la comparativa de millora entre la metodologia plantejada i l'actual.

El document acaba amb el **capítol 6**. En aquest es descriuen les **conclusions extretes** després de tot l'estudi desenvolupat i les possibilitats de millora de la metodologia.

CAPÍTOL 1. PROBLEMÀTICA I OBJECTIUS DEL PROJECTE

1.1 Descripció del problema

El concepte de plaga es defineix com l'aparició massiva i sobtada d'éssers vius de la mateixa espècie que causen greus danys a poblacions animals o vegetals. Al llarg de la història, la humanitat ha patit diverses plagues animals que han protagonitzat escenes dramàtiques arreu del món.

N'és un exemple la súper-població de conills europeus a Austràlia que van colonitzar el país en només 50 anys convertint-se una gran amenaça per les espècies locals o la processionària del pi, una de les plagues més importants que afecten als pinars del mediterrani.

Podem distingir bàsicament entre dos tipus de plagues; les migratòries, aquestes travessen fronteres en busca d'aliments i llocs adequats per a la seva reproducció com les plagues de llagostes, els cucs exèrcit i certs ocells de l'espècie "Quelea" i les plagues de quarantena, aquestes, al contrari que les migratòries, poden introduir-se als països de múltiples formes i ser difícilment identificables, les mosques de la fruita o el pugó son alguns exemples.

Sens dubte, les plagues de llagostes són les plagues animals més destructives i perilloses de tota la història i han tingut amenaçat els cultius agrícoles durant els últims 5000 anys. Aquest treball es centra en la lluita contra les destructives plagues d'aquests insectes.



Fig. 1.1. Tipus de llagosta amb més afectació i localització a nivell mundial

Sota un entorn amb condicions favorables, uns quants individus poden multiplicar-se dramàticament formant eixams¹ capaços de migrar a grans distàncies. Al llarg de la història, s'han adaptat als ambients àrids o desèrtics on les precipitacions son escasses i irregulars però que, quan es produeixen, solen ser torrencials. Les llagostes es traslladen a les zones on ha plogut recentment i on les condicions de sòl sorrenc i humit, vegetació en ple creixement i manca d'enemics naturals resulten idònies per al seu creixement. Les àrees de vegetació que poden estar afectades solen ser com a mínim de 2000 m².

Tot i que hi ha més d'una vintena de tipus diferents de llagostes, s'ha realitzat la **Fig. 1.1** resum on es pot veure el mapa del món amb les espècies més esteses i les zones on estan presents. Estan representades segons diferents colors posats en l'àrea afectada, groc (llagosta migratòria), vermell (llagosta vermella), blau (llagosta del desert) i verd (llagosta sud-americana).

Totes aquestes espècies tenen un gran impacte a nivell mundial i són un problema amb terribles conseqüències on hi ha molta gent treballant per trobar una solució, en aquest cas concret, la lluita es centra sobre la **llagosta del desert** o **Schistocerca gregaria**.

1.1.1. Schistocerca gregaria

La llagosta del desert és considerada com una de les plagues migratòries més perilloses del món, afectant als recursos agro-pastorals a escala mundial. L'impacte devastador que les llagostes poden tenir sobre els cultius suposa una greu amenaça per a la seguretat alimentària, en especial en zones que ja son vulnerables.

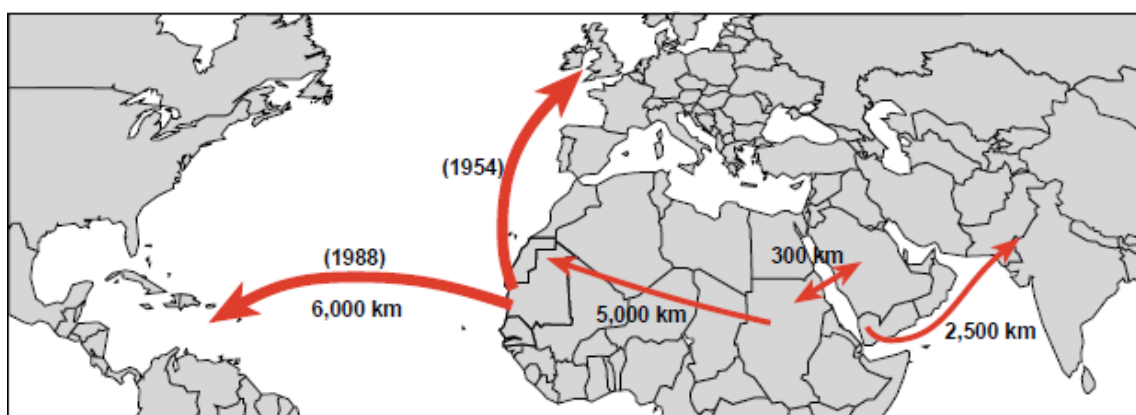


Fig. 1.2. Dades històriques de moviment de plagues

¹ Eixam: Conjunt nombrós de persones, animals o coses.

A mes a mes, degut a la seva capacitat de recórrer milers de quilòmetres en qüestió de setmanes (poden desplaçar-se fins a 150 km per dia), es converteixen en un problema a nivell internacional amb importants implicacions econòmiques, socials i mediambientals. A la **Fig. 1.2** es mostren algunes de les més grans migracions de plagues de la història.

1.1.2. Àrees afectades

A nivell de presència territorial els valors son realment alarmants. Aquest insecte s'estén des de la costa Atlàntica de l'Àfrica Occidental fins a l'Índia passant pel proper Orient, en total, un 20% de la superfície terrestre està afectada per aquest insecte.

Com es pot veure a la **Fig. 1.3**, la seva presència amenaça l'agricultura dels països més pobres del món. Si classifiquem el territori afectat, l'àrea de distribució de la llagosta del desert es pot dividir en tres regions: L'occidental, La central i l'oriental.

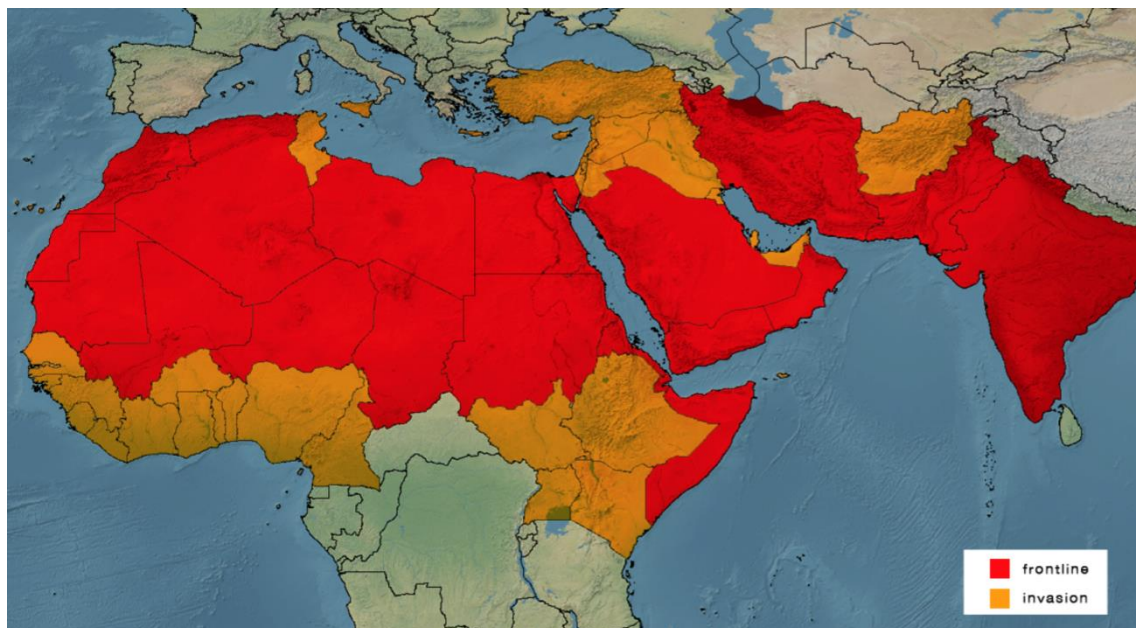


Fig. 1.3. Àrea afectació llagosta del desert

1.1.3. Fases de creixement

Entendre com es comporten les llagostes és vital per a poder preveure quina serà la seva evolució i en quin moment hi ha perill de patir una plaga.

Principalment poden estar en dos fases diferenciades: la solitària i la gregària. A la fase solitària les llagostes estan presents en baixes densitats i a mesura que

- A nivell de destrucció agro-pastoral, es van veure afectats entre el 30% i el 100% dels recursos de la zona, el percentatge depèn del tipus de cultiu de la zona en concret.
- Mes de 8 milions de persones afectades de forma directa.
- Va ser necessari aplicar operacions de control (Recolzades logística i econòmicament per la comunitat internacional) a 13 milions d'hectàrees.
- Els costos de les operacions van suposar 570 milions de dòlars, l'equivalent a 170 anys de control preventiu a la regió afectada.

Aquest tipus d'esdeveniments passats demostren la rellevància i la importància de l'estratègia de control preventiu i la seva aplicació efectiva als països afectats. Una correcta estratègia de prevenció pot aconseguir minimitzar els costos, així com les conseqüències econòmiques, socials i mediambientals.

No obstant, cal dir que la previsió del comportament d'aquestes plagues cada cop es torna més difícil, l'impacte del canvi climàtic porta a esdeveniments meteorològics més freqüents, impredecibles i extrems, això planteja nous reptes al món sobre com vigilar i combatre les plagues.

1.2. Estat de l'art de la solució

Un cop analitzat el problema contra el que es pretén actuar, les plagues de llagosta del desert, s'ha decidit fer un estudi sobre l'estat de l'art de les solucions actuals i les entitats que les han desenvolupat.

És altament necessari tenir en compte les mesures que s'han pres fins ara per a poder crear una metodologia el més eficient i realista possible. Es vol utilitzar tot el coneixement desenvolupat durant la lluita contra les plagues per a dissenyar un procediment que tingui la capacitat d'adaptar-se a les metodologies actuals i que sigui lo suficientment senzill i intuïtiu per a poder ser executat per la pròpia gent dels països afectats amb un temps adient de formació.

L'organisme que ha estat al capdavant d'aquesta lluita es la FAO². Des de la seva fundació, a l'any 1945, la FAO ha estat el principal agent internacional en la monitorització, estudi i gestió de les plagues de llagosta. La FAO es un organisme especialitzat de la ONU³ que s'encarrega principalment de dirigir les activitats internacionals amb l'objectiu d'eradicar la fam al món.

Aquesta entitat participa a nivell mundial en el foment de terres i aigües, en la producció vegetal i animal, silvicultura, pesca, política econòmica i social, inversió, nutrició normes alimentàries i productes bàsics i comerç. Altres de les seves funcions principals i, estretament relacionades amb aquest projecte, consisteix en fer front a situacions alimentàries i agrícoles d'urgència com sequera, fams i plagues d'insectes.

² Organització de les Nacions Unides per a l'alimentació i l'agricultura

³ Organització de les Nacions Unides

Al tenir una zona afectada tant extensa, la FAO ha creat quatre comissions (CLCPANO⁴, CLCPRO⁵, CRC⁶, SWAC⁷) entre països per unificar i coordinar la lluita contra les plagues a cada regió. No obstant, la gestió i el seguiment a nivell internacional es realitza des de la seu principal de la FAO a Roma, Itàlia.

1.2.1 Estructura del control preventiu

Els esforços inicials per la lluita contra la llagosta del desert van ser principalment curatius, es a dir, un cop es formava la plaga es buscaven mecanismes per aturar-la. Amb el pas del temps, es van adonar que no era una forma òptima per a treballar i la tendència es va anar encarant cap a la prevenció.

L'objectiu general del control preventiu es reduir el risc i impacte de les plagues de llagosta del desert i així contribuir a la lluita contra la gana i la pobresa protegint el medi ambient. Per aconseguir aquest objectiu, el control preventiu es basa en tres pilars:

- **Alerta avançada:** monitorització i capacitat de pronòstic utilitzant les últimes tecnologies en informació satèl·lit per delimitar i prioritzar àrees d'estudi, assegurar la correcta obtenció de dades i la transmissió d'informació a temps real per poder proveir alertes precises i a temps.
- **Resposta ràpida:** utilització de plans de contingència i metodologies estàndard per desenvolupar operacions efectives i segures. Tot això implementat per una unitat de control de llagosta ben entrenada, ben equipada i ben finançada, la unitat de control nacional de llagosta del desert.
- **Recerca operacional:** per abordar les dificultats operacionals amb les que s'enfronten els oficials de vigilància i control de llagostes al terreny i altres desafius per a implementar l'estratègia de control preventiu.

1.2.2. Metodologia actual

Davant de la importància de la prevenció, la FAO té estructurada tota la seva metodologia en el coneixement del comportament de l'insecte per a poder preveure les seves accions futures. Per a prendre mesures de prevenció eficaces, es va començar estudiant el comportament de les llagostes en l'època de cria.

Com s'ha explicat anteriorment, es va identificar que aquests insectes es traslladen a zones on ha plogut recentment i on hi ha vegetació present. Entorn a aquestes dades, les mesures de prevenció actuals es basen en identificar les

⁴ Commission for controlling the Desert Locust in Northwest Africa

⁵ Commission for controlling the Desert Locust in the Western Region

⁶ Commission for controlling the Desert Locust in the Central Region

⁷ Commission for controlling the Desert Locust in Southwest Asia

zones verdes i actuar en aquelles on hi hagi presència d'aquests insectes. A continuació es descriu el procés seguit avui en dia dividit en 4 fases.

1.2.2.1. Teledetecció d'alt nivell

El primer pas, un cop seleccionada la zona o país on es vol actuar, és fer un primer filtratge per a trobar on poden estar les àrees verdes susceptibles a la cria de llagostes.

Per a aconseguir-ho, els equips utilitzen l'ajuda de les dades satèl·lit, gràcies a aquestes, es pot realitzar una primera acotació de la zona d'estudi que ajudarà a optimitzar recursos en les següents fases operatives. Concretament, la informació satèl·lit utilitzada es l'estimació de pluges, la presència de vegetació i la detecció de la dinàmica de la vegetació mitjançant MODIS⁸.

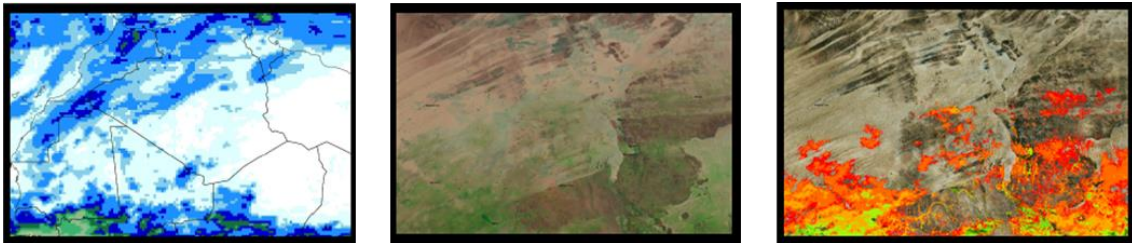


Fig. 1.5. Exemple dades satèl·lit (Estimació de pluges, MODIS y vegetació respectivament)

Un cop obtingudes aquestes dades, es realitza el processat per a discretitzar la zona d'estudi. Aquest primer processat de dades té com a resultat un mapa de la zona amb la possibilitat de llagosta a cada part, cal dir que les dades extreïtes són predictives, s'ha de seguir aprofundint en la recerca per a saber exactament on actuar amb els productes químics.

1.2.2.2. Treball de camp

Un cop acotada l'àrea d'estudi, es procedeix amb la fase de col·lecció de dades.

Aquesta fase consisteix en saber si a les zones verdes determinades a la fase 1 hi ha o no llagostes. A la pràctica, la recerca es realitza mitjançant grups de terra que van recorrent el país amb vehicles i van inspeccionant totes les zones. Mentre van inspeccionant, utilitzen la tableta eLocust3 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). L'eLocust3 és l'última actualització de les tablettes per a la lluita contra la llagosta del desert i permet als inspectors i oficials de control registrar i transmetre dades a temps real via satèl·lit des del camp als

⁸ Espectroradiòmetre de imatges de resolució mitjana

centres de recerca. Aquestes dades son la base del sistema de vigilància i alerta avançada de la llagosta del desert.

També s'obté ajuda dels pastors de les zones que, en el cas que detectin un eixam de llagostes, han d'alertar immediatament a les autoritats per a actuar en conseqüència.

Com es pot veure, aquesta fase es del tot ineficient i, sobretot, molt lenta de dur a terme. Es aquí on es preveu una gran possibilitat de millora que permeti agilitzar i fer més fiable aquest procés totalment necessari per a discretitzar les zones on s'ha d'actuar.

1.2.2.3. Processat d'informació

Aquesta fase es dur a terme des del “*National Locust Centre*” de cada país o de cada zona.

Després d'haver obtingut les dades de les dues fases anteriors, s'agafa tota la informació i es realitza un anàlisi exhaustiu de la mateixa, a la **Fig. 1.** es pot veure el flux d'informació del processat. Es termina generant, de forma col·laborativa entre tots els països afectats, un informe on s'identifiquen les zones més crítiques, la prevenció de migració de les llagostes i altres dades rellevants a partir de l'estat de creixement de la llagosta habitant i de les característiques climàtiques de cada zona afectada.

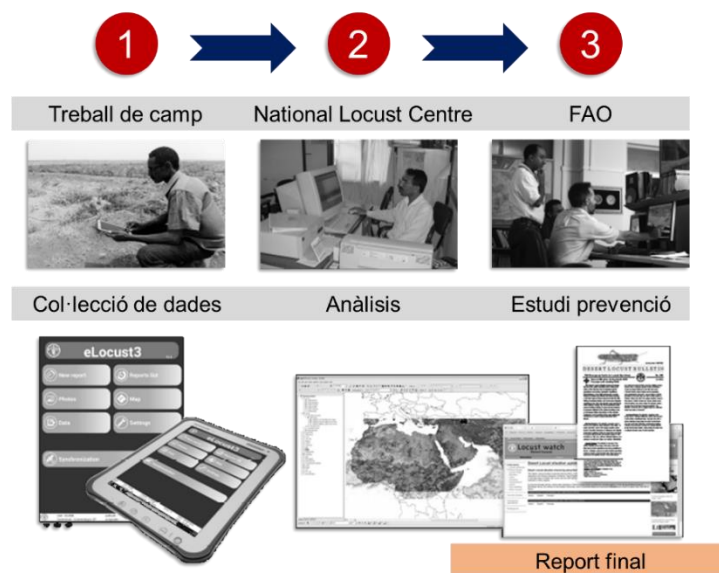


Fig. 1.6. Flux informació

Aquest informe es el “Desert Locust Bulletin” i es publica per a que cada país pugui prendre les mesures de control necessàries, es pot veure un exemple de

l'informe de l'Agost de 2016 a l'**ANNEXE 1. DESERT LOCUST BULLETIN (AGOST 2016)**.

Degut a que aquesta fase depèn totalment de les dades obtingudes a les dues anteriors, si les dades de les primeres no són de qualitat o no són suficients, el resultat d'aquesta fase es del tot irrellevant i el temps invertit es inútil. Com s'ha comentat abans, es en la fase d'obtenció de dades on s'ha d'invertir en eines que millorin la qualitat i la fiabilitat de les dades. Dades que, un cop processades, definiran les zones amb més perillositat i on s'ha d'actuar.

1.2.2.4. Operacions de control

Per acabar el procés actual, s'agafen les zones definides a partir del processat de les dades anteriors i s'actua en conseqüència utilitzant els productes químics adients per a cada zona. Les operacions de control actuals es duen a terme de dues formes diferenciades:

- Es pot realitzar la fumigació extensiva, es a dir, la polvorització es realitza amb petits avions o camions. Aquesta opció no es de les més apropiades per a una polvorització de precisió ja que no existeix un control adequat de fumigació, es malgasten pesticides i es poden fumigar zones equivocades, podent afectar de forma greu i innecessària al medi ambient.
- La segona metodologia es fer-ho de forma intensiva, amb un equip de terra equipat amb motxilles de fumigació. La precisió del treball en aquest cas augmenta notablement i es deixen de malgastar quantitats grans de pesticides però, ahora, es transforma en una operació molt lenta i difícil de dur a terme en àrees extenses.

1.2.3. Resum esquemàtic metodologia actual

Per acabar l'explicació de la metodologia actual, s'ha realitzat la **Fig. 1.** com a resum per a poder veure de forma esquemàtica el procés.



Fig. 1.7. Esquema metodologia utilitzada en l'actualitat

1.2.4. Reptes del control preventiu

L'àrea coberta per la llagosta del desert es molt extensa, parlem d'extensions de centenars de milers de kilòmetres. Normalment són àrees de desert, molt perilloses, remotes i de difícil accés.

La logística necessària és difícil de posar en marxa i requereix de considerables recursos financers per tal de poder desplegar equips d'inspecció sobre el terreny d'una forma regular i assegurar una bona cobertura en zones de risc elevat. Aquests factors dificulten d'una manera elevada la correcte detecció i monitorització de les zones potencials de cria de la llagosta.

La utilització de satèl·lit per a identificar zones verdes és de gran ajuda per a prioritzar àrees que poden contenir llagostes però, com la FAO va comunicar en un dels seus documents, les imatges satèl·lit pateixen errors d'omissió i en moltes ocasions no arriben a temps de guiar als equips de terra. Així que les imatges satèl·lit d'identificació de zones verdes s'han de considerar com un suport de la metodologia actual, però no es pot confiar en que sempre estaran disponibles.

Així que, per desenvolupar una metodologia robusta, s'ha de partir de la base de les dades satèl·lit que ens indiquen les pluges per a discretitzar l'àrea d'estudi i buscar alternatives a la identificació de la presència de vegetació.

Encara que considerem el millor escenari, les àrees identificades per a ser verificades al terreny pels equips, poden seguir essent molt extenses i difícils, per tant, es important aprofitar les noves tecnologies i desenvolupar les eines complementàries per seguir racionalitzant les operacions de monitorització i control de la llagosta del desert.

1.3. Objectius generals de la metodologia a plantejar

Després d'estudiar les metodologies actuals, s'ha pogut veure que totes les tècniques han d'evolucionar encara més en l'aplicació d'estratègies de control que garanteixin la seguretat alimentària amb unes conseqüències ambientals i despeses econòmiques mínimes.

El projecte té com a objectiu principal desenvolupar una nova eina, mitjançant l'ús de la tecnologia UAV⁹, per a millorar la detecció i el control de la llagosta i reforçar l'estratègia utilitzada actualment pels organismes reguladors, es a dir, es pretén adaptar la tecnologia per a complementar algunes de les fases actuals i substituir d'altres arribant així a una nova metodologia més eficient, econòmica i amb menys afectació pel medi ambient.

L'ús de vehicles aeris no tripulats pot potencialment solucionar les limitacions de les inspeccions actuals de llagosta del desert. Sobre el terreny, els UAVs poden captar imatges d'alta resolució de les àrees verdes potencialment afectades per les llagostes. Controlat amb un dispositiu de mà robust, l'UAV inspeccionaria una àrea determinada seguint un pla de vol pre-programat. Una vegada finalitzat el vol, els equips d'inspecció podrien utilitzar les dades per a identificar les àrees més susceptibles d'albergar llagostes. Una vegada l'equip arriba a l'àrea, l'UAV pot utilitzar-se per a inspeccionar la zona i identificar les plagues de llagosta que puguin necessitar un tractament. Un altre UAV de control pot ser utilitzat per administrar el pesticida directament en les concentracions de llagostes.

Com a resultat, es pretén que la metodologia sigui una gran contribució per a la detecció primerenca de les plagues, que els equips de terra siguin capaços de cobrir grans àrees insegures i inaccessibles d'una forma més fàcil, convertir les operacions de control més eficaces, precises i més segures per a les persones i pel medi ambient. Es pretén obtenir una solució rendible que sigui assequible i accessible per als països afectats per la llagosta i, finalment, es pretén que sigui una solució fàcil d'usar i fàcil de mantenir amb els recursos locals.

⁹ Sigles en Anglès de Vehicle Aeri no Tripulat

CAPÍTOL 2. ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓ

2.1. Procediment plantejat

2.1.1. Teledetecció d'alt nivell. Obtenció dades satèl·lit

El primer pas del procediment plantejat coincideix amb el que s'aplica avui en dia. Com s'ha explicat anteriorment, es important tenir en compte el treball que s'ha fet fins ara i implementar les fases que puguin millorar-lo, sempre mantenint aquelles que ja siguin de molta utilitat.

En aquesta primera fase, s'analitzen les imatges satèl·lit de les zones d'estudi per a identificar regions d'un país on les condicions meteorològiques i ecològiques poden ser favorables per a les llagostes, en concret, es seleccionen aquelles zones on s'han produït les pluges recents i on la vegetació pot estar present.

2.1.2. Estudi extensiu

L'estudi extensiu entra com a nova fase a implementar al procés antic, aquest estudi es realitzaria just després d'haver realitzat la teledetecció d'alt nivell i com a primera part del treball de camp, l'objectiu principal d'aquesta nova fase es confirmar les dades obtingudes per satèl·lit correctes i descartar les incorrectes, reduint la zona a recórrer de forma notable.

Per a realitzar aquesta fase se li proporcionarà als equips de terra un primer dron. Es tractarà d'un dron d'ala fixe de gran abast, aquest hauria de cobrir una distància aproximada d'entre 50 i 100 km. Al tractar-se de àrees tant grans, l'autonomia de l'aparell serà molt important per no tenir que realitzar un nombre impossible de vols.

L'equip serà l'encarregat de programar la ruta que haurà de seguir el dron i posar-lo a volar. El dron ha de confirmar la existència de les zones verdes marcades per les dades satèl·lit, es per això que anirà equipat amb un sensor multi espectral. Com a característiques ideals del sensor multi espectral, hauria de ser de pes reduït per tal de no comprometre l'autonomia de l'aeronau.

Una vegada el dron finalitza el seu vol i torna amb l'equip de terra, la informació recopilada serà transmesa a l'eLocust3 (tableta utilitzada actualment per a l'adquisició de dades per als equips i per a la transmissió per satèl·lit).

Un cops transmeses les dades, l'equip processarà les imatges o utilitzarà els resultats obtinguts "in situ" per anar directament a les àrees d'interès o canviar la seva direcció en el cas de que els resultats del vol no indiquin la presència de condicions favorables.

2.1.3. Estudi intensiu

L'estudi intensiu pretén millorar una de les fases antigues, la del treball de camp. Durant aquesta fase de la inspecció, els equips de terra treballaran sobre les àrees on la fase anterior ha confirmat l'existència de zones verdes susceptibles a la cria de llagosta.

El valor afegit de la tecnologia dron en aquesta fase es capacitar amb més ulls als equips de terra, es per això que se'ls equiparà amb un dron d'ala rotatòria i amb un sensor visual d'alta qualitat.

Aquesta aeronau facilitarà també l'anàlisi a zones inaccessibles amb el 4x4 a causa de la topografia o la inseguretat.

Aquest segon dron ajudarà a l'equip a obtenir una millor idea de les condicions ecològiques de la zona i de la possible presència de llagosta mitjançant la presa de imatges de gran qualitat a baixa alçada.

En el cas de que l'equip detecta una àrea infestada dins de vegetació o cultius, el dron podria buscar "in situ" per llagostes i també determinar la mida de l'àrea potencialment infestada.

Si la ubicació és menys precisa, l'equip podria llançar l'avió no tripulat rotatori per buscar qualsevol signe de vegetació verda o zones favorables per a la reproducció, per això es calcula una capacitat de vol necessària d'almenys 5 km.

La implementació d'aquesta eina es preveu molt útil per a transformar el lent procés de treball de camp, en quelcom més eficient, ràpid i, en ocasions determinades, per eliminar la possibilitat d'exposar-se al treball en entorns perillosos.

2.1.4. Control

Per acabar amb la metodologia, s'ha afegit una última fase, la fase de control. El que es pretén amb aquesta fase es minimitzar l'impacte medi ambiental amb les actuals fumigacions extensives sense control.

Amb la implementació d'un tercer dron, en aquest cas d'ala rotatòria, es podrien dur a terme els tractaments de control específics de les petites àrees infestades (amb pesticides convencionals o tècniques biològiques) i de les àrees que són de difícil accés per als equips de terra.

Les característiques d'aquest últim dron poden ser les més complicades d'assolir. Es necessita un dron amb una alta capacitat de càrrega per a transportar el tanc amb el producte químic específic i, també, que contés amb un dispositiu de fumigació incorporat.

2.2. Resum esquemàtic metodologia innovadora

Per acabar, com en l'apartat anterior, s'ha realitzat la **Fig. 2.1** com a resum per a poder veure de forma esquemàtica la metodologia mitjançant l'ús de tecnologia dron.

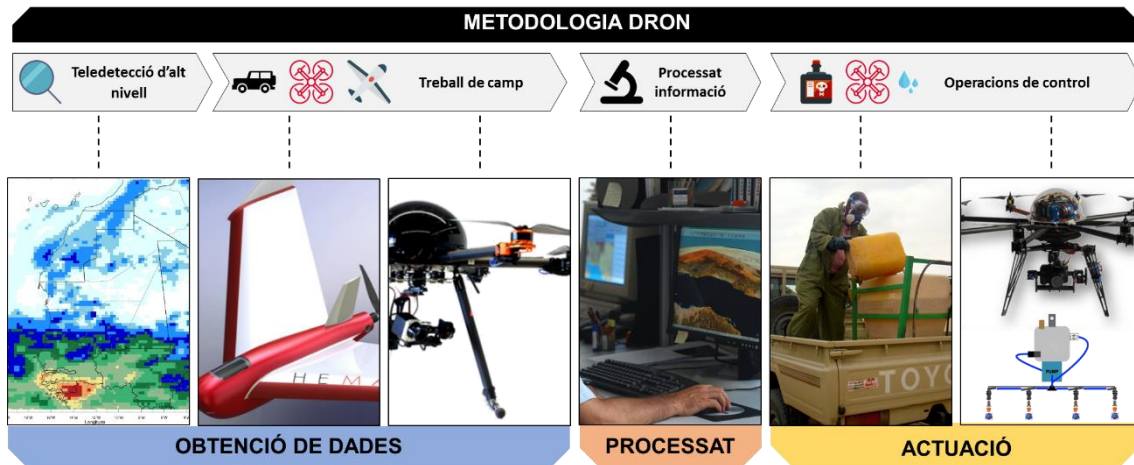


Fig. 2.1. Esquema metodologia tecnologia dron

2.3. Reptes del projecte

Un cop determinada la metodologia que es vol desenvolupar, s'han estudiat els reptes que sorgeixen a l'hora de desenvolupar-la i a l'hora d'aplicar-la. Aquest projecte no pretén donar resposta a tots aquests reptes però, si algun dia s'aplica aquesta metodologia, s'hauran de tenir en compte.

Els reptes plantejats s'han dividit en 2 grans grups: Reptes transversals i reptes tècnics.

2.3.1. Reptes transversals

2.3.1.1. Legislació de vol

La majoria dels països que alberguen àrees afectades per llagosta del desert no tenen legislació específica relativa al vol de drons en l'actualitat. L'enfocament que s'ha adoptat des de FAO per a la integració dels avions no tripulats es basa en una definició i explicació del concepte a través de reunions amb les autoritats competents i l'autorització provisional per provar i dur a terme sessions de formació per tal de posar en pràctica aquesta eina en la lluita contra la llagosta.

Es preveu que mitjançant l'aplicació de la metodologia en algunes zones, el potencial de la solució i el pragmatisme dels resultats obtinguts, es convenci als demès països a acceptar l'ús dels drons.

Les lleis de l'àrea d'estudi seleccionada per a la validació experimental estan reflexades a l'inici del capítol 4.

2.3.1.2. Seguretat operacional

Diferents qüestions relacionades amb la seguretat operacional s'han identificat com la possibilitat de sabotatge o intercepció de l'aeronau. A partir d'aquestes qüestions s'ha determinat que totes les proves s'haurien de dur a terme evitant les zones de conflicte i en estreta col·laboració amb les autoritats nacionals pertinents.

2.3.1.3. Condicions ambientals

Les condicions en la majoria de les àrees afectades són severes de temperatura i de sorra. S'haurà de tenir en compte a l'hora de testejar l'equip degut als límits de la tecnologia en aquestes condicions.

Mediant l'aplicació de pintures especials i mitjançant el tancament hermètic de les components més sensibles, es pot donar solució a aquest repte.

2.3.2. Reptes tècnics

2.3.2.1. Desenvolupament tecnologia dron

Com es pot preveure, l'ambient de l'escenari operacional serà dur; sorra, temperatures extremes i la dificultat d'accés a les peces de recanvi o materials són alguns dels reptes que s'hauran de tenir en compte. A més, el dron com un element clau en aquesta solució ha d'integrar de manera adequada la resta dels elements desenvolupats: sensors, aplicadors de pesticides, etc...

2.3.2.2. Font d'alimentació

Com a gran problema d'aquesta tecnologia i del món en general, es planteja el repte energètic com a gran limitador. Avui en dia s'està treballant amb força per a millorar en aquest aspecte, però encara queda molt de camí per recórrer. En aquesta metodologia en concret, es plantegen dues problemàtiques.

La primera és la millora de l'autonomia de les aeronaus actuals, per tenir una idea, els valors de duració de vol actuals oscil·len entre 20 minuts per un dron multi rotor fins a aproximadament 1 hora per a drons d'ala fixe. Aquest tema es treballa actualment mitjançant l'ús d'energia solar, piles d'hidrogen... sense dubte modernes fonts d'energia molt necessàries d'implementar.

Com a segon gran repte energètic es planteja els sistemes de recàrrega adaptats a llargues missions del desert, un altre aspecte a tenir en compte per a optimitzar el procés plantejat.

2.3.2.3. *Processament i tractament de dades*

El tractament de les dades és, sens dubte, del major desafiament tècnic del projecte. Millorar les eines per a processar immenses quantitats de dades es vital per a optimitzar el procés plantejat.

També sorgeix el problema de la transferència de les dades, al tractar-se de zones remotes, l'enviament a temps real és, avui en dia, un procés impossible. El procediment actual passaria per tenir punts estratègics equipats amb la tecnologia necessària per a que els equips de terra poguessin transferir les dades als treballadors de processat.

En el futur, es preveu la utilització del 3G per realitzar aquestes transferències de dades. El potencial de la computació en el núvol per al processament en temps quasi-real de grans quantitats de dades ha de ser considerada en un moment posterior. Aquestes solucions han de ser implementades en el mitja termini com altres tecnologies i iniciatives, com ara les comunicacions per satèl·lit SATCOM i el Projecte Loon de Google que pretén capacitar amb internet el món sencer.

2.3.2.4. *Control*

Referent a l'aplicació de productes de control, sorgeixen dos reptes principalment. El primer, com s'ha comentat abans, es la càrrega útil que pot ser portada pel dron i, el segon, l'operativa a desenvolupar.

Es obvi que si hi ha grans extensions sobre les que s'ha d'actuar, el dron no serà l'eina més eficaç degut a la seva poca capacitat de càrrega. Es més adequada la seva utilització en el cas d'àrees infestades de petita extensió. Es així com el UAV es podria complementar amb les eines per a grans fumigacions i substituir les actuacions actuals dutes a terme a mà pels equips de control.

En quant a l'operativa, s'haurà de definir si les operacions de control es realitzen de forma manual amb pilots especialitzats o mitjançant la utilització de vol autònom, aquests temes plantejats hauran de ser discutits i validats en el futur.

2.3.2.5. *Integració dels drons amb altres tecnologies*

Per a una correcta adaptació d'aquest nou sistema dissenyat, la tecnologia dron plantejada haurà de ser integrada amb les eines existents així com les futures tecnologies en desenvolupament. S'han descrit dos casos a mode d'exemple, però moltes més eines hauran de treballar col·lateralment per al correcte desenvolupament de la metodologia.

En el primer cas, serà necessària la interacció amb la plataforma eLocust3, aquestes serien algunes de les seves funcions:

- La comunicació amb el dron, específicament per guiar de forma automàtica en lloc de manualment sempre que sigui possible.
- Processament automàtic d'imatges i visualització del manual de fotos o vídeos de vegetació verda i llagostes.
- Eina per rebre les dades relacionades (geo-localització, la vegetació i les característiques de llagosta).

En el segon cas, es planteja la creació d'una aplicació personalitzada per facilitar el treball de camp i la comprensió de les dades. Pot ser molt útil per agilitzar molts processos, per exemple, es podria aplicar per canviar el format dels resultats de la inspecció dels vols a informació fàcilment comprensible que mostri la ubicació de la vegetació i les plagues de llagostes verdes. Una altre aplicació pot ser per a unificar totes les fases de la metodologia a temps real en un mateix format.

CAPÍTOL 3. SOLUCIÓ TÈCNICA I OPERATIVA

Es planteja ara la solució tècnica i operativa. Un cop desenvolupada en detall la metodologia que es vol dur a terme, s'han de trobar les eines adients que millor s'adaptin a les necessitats exposades. També es planteja en aquest apartat la metodologia a seguir en detall.

3.1. Estudi tècnic

L'apartat tècnic d'aquest projecte està basat en les eines de les que disposa l'empresa HEMAV actualment. S'han definit les plataformes i els sensors a utilitzar en cadascuna de les fases descrites a la metodologia plantejada i, per suposat, no s'ha tingut en compte la primera fase de obtenció de dades satèl·lit ja que a nivell tècnic no hi ha cap intervenció de la tecnologia dron.

S'ha de tenir en compte que només es mostren les eines relacionades amb la tecnologia dron tot i que per a la realització de la metodologia caldrien altres eines com tecnologia de processat, aplicacions ad hoc...

3.1.1. Estudi extensiu

3.1.1.1. Dron

Per a l'estudi extensiu es necessita un dron d'ala fixe, idealment amb una gran autonomia i amb la capacitat de carregar un sensor multi-espectral. Tot i que la opció òptima seria seleccionar un dron amb energia solar o d'altres fonts d'energia com la pila d'hidrogen, encara son massa cars i inacabats.

La opció plantejada es l'X-8 Skywalker (**Fig. 3.1**). Aquest dron combina el preu econòmic amb un temps de vol i una capacitat de càrrega suficient per a dur a terme aquesta missió. També s'ha triat aquest dron perquè la empresa està familiaritzada amb la seva utilització.



Fig. 3.1. Dron ala fixe X8-Skywalker

Taula 3. 1. Dades tècniques x8 Skywalker

X8 SKYWALKER	
Categoria	<25 kg
Tipus de dron	Dron Autònom
Envergadura	2120 mm
Motor	Motor simple de 400 – 800 watts depenent de la càrrega
Hèlix	12x6 - 13x8
Bateria	4s 3000 mah - 6S 5000 mah
Duració de vol	1 hora
Velocitat de creuer	20,2m/s (43.2 kt)
Velocitat de enlairament	7 m/s (13.6 kt)
MTOW¹⁰	3500 g
Pes	2282 g
AUW¹¹	2866 g
Màxima càrrega	1550 g

S'ha de tenir en compte que a aquesta plataforma se li hauran d'afegir totes les components que fan possible el vol i, com a mesura de combat contra la climatologia, una pintura especial que eviti que la pols afecti a les components.

3.1.1.2. Sensors

En quant a la selecció del sensor multiespectral, s'han comparat les característiques de dos models per definir l'adient per aquesta missió, el sensor Mica Sense i el TETRACAM. Després de fer la comparativa d'algunes de les característiques d'ambdós sensors, s'ha triat el sensor de Mica sense per que l'empresa ja te experiència amb aquest sensor, es més econòmic i te un pes menor, incrementant així l'autonomia del dron ala fixe.

El Mica Sense es un sensor que permetrà identificar les àrees de vegetació quan els drons siguin volant per sobre del desert. HEMAV utilitza aquest tipus de càmera en alguns treballs d'agricultura a l'hora d'obtenir informació de la vegetació del camp.

A continuació es poden veure els dos sensors pre-seleccionats i una taula comparativa amb algunes de les característiques més rellevants dels mateixos.

¹⁰ Maximum Take-Off Weight: Màxim pes per enlairar-se.

¹¹ All up Weight: Preparat per volar



Fig. 3.2. Sensors multispectrals, Mica Sense i TETRACAM respectivament

Taula 3. 2. Comparativa sensors multispectrals

MULTISPECTRAL SENSORS		
	Mica Sense	TETRACAM mini MCA
Resolució	1280 x 960	1280 x 1024
Bandes	5 non - configurable (RGB RedEdge NIR)	6 configurable (310-1.000nm)
Pes	150 grams	1000 grams
Rati de captura	1 per segon	1 cada 4 segons
Preu	5250 €	60.000 €

3.1.1.3. Dron definitiu

Com s'ha comentat abans, a part del dron i del sensor multi espectral, calen tota una sèrie de components per a que el dron pugui enlairar-se. Per a tenir en compte cadascuna d'aquestes components a implementar, s'ha realitzat una figura esquemàtica on es pot veure cadascuna de les parts a afegir i la seva localització dins l'estructura del dron.

També s'ha desenvolupat una taula resum amb les característiques d'aquest dron ala fixe.

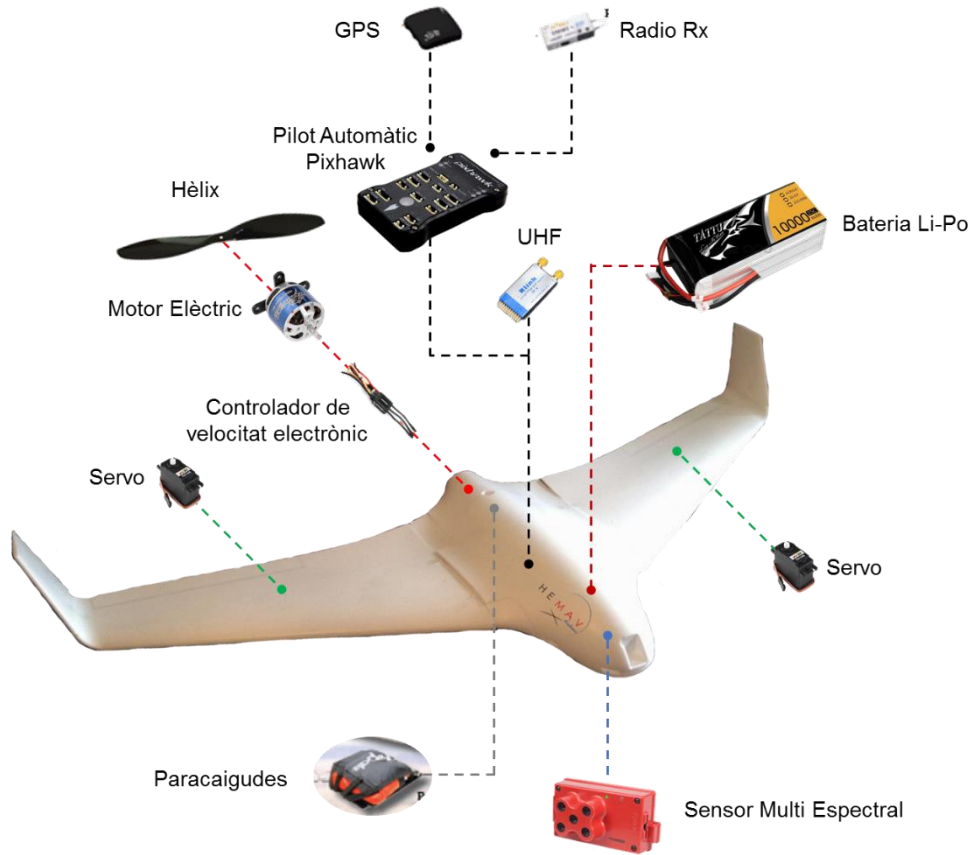


Fig. 3.3. Figura esquemàtica plataforma completa

Taula 3.3. Característiques finals dron ala fixe.

Fusellatge	EPO Material
Envergadura	2.120 mm
Velocitat de vol	20,2 m/s
Sensor	Multiespectral
Rati Captura Sensor	1 captura per segon
Autonomia	1 hora
Preu Dron + components	830 €
Preu Sensor	5.250 €
Preu	6.080 €

3.1.2. Estudi intensiu

La eina principal per a la realització de l'estudi intensiu es una plataforma multi rotor, la complexitat de l'aplicació es mínima, simplement es necessita aixecar un sensor visual i gravar. Per a determinar aquesta plataforma, s'ha tingut en compte l'actual treball de l'empresa HEMAV. Actualment, una de les línies de treball es la inspecció industrial, en aquesta línia, s'utilitzen drons per a inspeccionar torres elèctriques. Com l'aplicació es exactament la mateixa, aconseguir imatges de molta qualitat, s'ha decidit implementar el dron utilitzat en aquestes feines, el DJI S900.

3.1.2.1. Dron



Fig. 3.4. Dron Multi rotor DJI S900

Com en l'apartat anterior, s'han de tenir en compte totes les components que fan possible el vol i les variacions a fer degut a les condicions ambientals de la zona d'estudi. En aquest cas, s'ha de integrar una carcassa que protegeixi la part electrònica del dron, totes aquestes components es poden apreciar a la figura representativa del dron finalitat (**Fig. 3.6**).

Per a conèixer en profunditat les característiques d'aquest dron, s'inclou el data sheet a **ANNEXE 2. DATA SHEET DJI S900**.

3.1.2.2. Sensors

Com s'ha explicat anteriorment, en aquesta tercera fase, s'ha d'equipar la plataforma amb un sensor visual. S'ha fet comparativa entre 3 models, les característiques comparades es poden veure a continuació:



Fig. 3.5. Sensors visuals

Taula 3.3. Comparativa sensors visuals

SENSORS VISUALS			
	Canon Legria HF R66 Full HD	JVC Adixion GC-XA1	GoPro HERO4 Black Edition
Resolució	2.07 megapixels (16:9)	5 Megapixels	4k
Streaming	OK	OK	OK
Pes	235 grams	135g	152 grams
Camara lents	32,5-1.853 mm – f1.8-4.5		15-30 mm – f2.8-2.8
Zoom	57,0x	5,0x	2,0x
Preu	285 €	155 €	435 €

Dels 3 sensors que s'han tingut en compte, el Canon Legria HF R66 es el que millor s'adapta a les necessitats plantejades al comptar amb un gran augment d'imatge.

També s'ha decidit per implementar aquest sensor ja que es l'actualment utilitzat per les missions d'inspecció de torres elèctriques.

3.1.2.3. Dron definitiu



Fig. 3.6. Figura esquemàtica DJI S900.

Taula 3.5. Característiques finals dron Multi rotor,

Fusellatge	DJI S900
Velocitat de vol	10 m/s
Sensor	Visual
Autonomia	18 minuts
Preu Dron + components	3,5k€
Preu Sensor	285€
Preu	3785€

3.1.3. Control

El procés d'actuació contra els eixams es l'últim pas, i es realitzarà mitjançant una altra plataforma multi rotor. Com que el mecanisme de fumigació es més pesat que els sensors determinats anteriorment, es necessita un dron amb major capacitat de càrrega, per aquest motiu, la plataforma triada es la DJI S1000.

3.1.3.1. Dron

Com s'ha fet en l'apartat anterior, es poden veure les característiques exactes d'aquesta plataforma al data sheet adjuntat a l'**ANNEXE 3. DATA SHEET DJI S1000**.



Fig. 3.7. Dron multi rotor DJI s1000

3.1.3.2. Dispositiu de fumigació

L'equipament de fumigació ha d'estar especialment dissenyat per us intensiu al camp dels drons multi rotor. Està pensat com un mecanisme fiable, versàtil i disponible per tothom. Dintre de les possibilitats dins del mercat dels drons per fumigació, hem destacat 3 models:

- **Uberbaum**¹²: Uberbaum es una companyia de Palència que ha desenvolupat un sistema per aplicar pesticides mitjançant l'ús de drons. El sistema conté la plataforma completa preparada per volar, el sistema de

¹² <http://uberbaum.com/>

fumigació patentat per Uberbaum, l'estabilitzador de vol i el sistema FPV. El preu d'aquesta plataforma es de **15812€**.

- **Dronetools¹³**: La companyia Sevillana Dronetools també ofereix tecnologia dron per a la fumigació. Disposen de 2 models de dron, el Dronehexa amb 2 litres de capacitat i la versió superior, el Droneocto, amb 4 litres.
Als dos casos tens dues formes de fumigar; A través d'un pal horitzontal que actua com un capçal de dutxa o per mitjà d'un pal motoritzat vertical que pot canviar l'angle.
Els preus d'aquestes plataformes van des de els **1950€** el Dronehexa fins als **2500€** del Droneocto.
- **HEMAV**: L'empresa HEMAV també treballa en un model de dron per a fumigació, actualment es troba en fase de prototip. Bàsicament es tracta d'un sistema modular independent a la plataforma que permet adaptar-se a qualsevol dron DJI S900 o S1000. El preu del dispositiu de fumigació a preu de cost es de **466,59€**.

Taula 3.6. Dades tècniques Fumidrone HEMAV

DISPOSITIU DE FUMIGACIÓ HEMAV

Longitud	1,623 mm
Alçada	704 mm
Profunditat	380 mm
Pes en buit	7,800 g
Càrrega útil	5,000 g

¹³ <http://www.dronetools.es/>

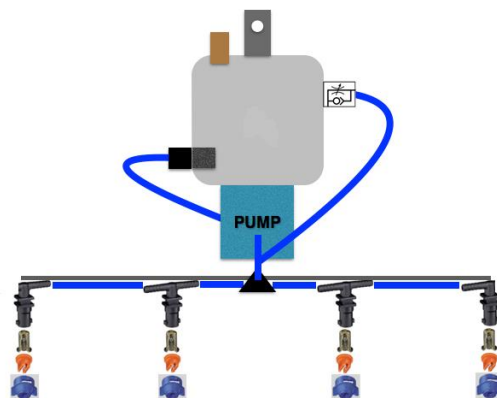


Fig. 3.8. Dispositiu de fumigació HEMAV

Després d'estar realitzant la recerca dels sistemes de fumigació més adients, es pot veure que hi ha infinitat de models al mercat i tots ells amb característiques aptes. Per a aquest treball s'ha decidit triar com a opció viable el dispositiu desenvolupat per HEMAV. Les característiques bàsiques del dron desenvolupat per HEMAV es poden veure a la taula 2.7.

Taula 3.7. Característiques finals dron Multi rotor.

Fusellatge	DJI S1000
Velocitat de creuer	10 m/s
Dispositiu incorporat	Dispositiu de fumigació
Autonomia	18 minuts
Preu Dron + components	4,5k€
Preu Dispositiu	470
Preu	4970€

3.2. Estudi operacional

Es definiran ara les passes a realitzar a nivell operatiu a les diferents fases del projecte. En aquesta part d'estudi operacional, es pretén aprofundir una mica més en aspectes no estudiats fins ara de la operativa a desenvolupar.

3.2.1. Obtenció dades satèl·lit

Buscar àrees susceptibles a tenir llagostes, es a dir, on ha plogut anteriorment mitjançant la informació satèl·lit. Aquest pas es manté igual al de la metodologia

actual. L'output d'aquesta primera fase es un mapa de la zona amb les àrees susceptibles a tenir llagosta marcades.

3.2.2. Estudi extensiu

Després d'analitzar les imatges obtingudes amb satèl·lit, es subdivideix el mapa de la fase 1 en àrees petites que puguin ser volades. Tot seguit es realitza el vol amb la flota d'avions ala fixe per posicionar al mapa les àrees on és sospitós que hi hagi eixams de llagosta del desert. Mediament l'ús del sensor Mica Sense abans mencionat, es realitza la inspecció de la zona i es localitza les àrees de vegetació on és més probable que es posin els eixams.

S'han estudiat principalment dues possibilitats per a l'operativa de l'obtenció de dades.

1. La primera es tracta de sobrevolar minuciosament tota l'àrea discretitzada per la fase anterior. La avantatge d'aquest mètode es que el coneixement del terreny es 100% fiable tot i que caldran realitzar molts vols degut a les grans àrees que s'estan treballant.
2. La segona es tracta d'aplicar el concepte de transecte utilitzat en l'ecologia com a tècnica d'observació i recollida de dades. On hi hagi una transició clara de la flora, de la fauna o de paràmetres ambientals, es molt òptim realitzar un estudi detallat al llarg d'una línia que creui la zona d'estudi. D'aquesta forma es pot reduir significativament la quantitat de vols a realitzar però redueix també la qualitat de la informació recopilada.

Com a solució més òptima es podria estimar una combinació de les dos metodologies segons les dades obtingudes a la fase anterior.

En els dos casos, el dron volarà de forma autònoma i a una alçada de 300 metres per prendre les fotografies de les diferents zones seleccionades al pas anterior mitjançant la informació satèl·lit. S'ha triat aquesta alçada ja que es la més òptima per a aconseguir una resolució correcta i cobrir el màxim d'àrea possible amb cada foto. La resolució amb el sensor Mica Sense a aquesta alçada es de 20,45 cm per píxel, tenint en compte que les àrees verdes mínimes son d'aproximadament 2000 m², la resolució a aquesta alçada es perfecte per poder identificar aquestes zones d'estudi.

3.2.3. Estudi intensiu

Una vegada localitzades les àrees sospitoses, es desplega la flota de drons multi rotor per verificar on hi ha les larves presents. Les imatges seran gravades amb les càmeres HD del dron i seran enviades immediatament al camp base per planificar l'estratègia d'actuació.

L'operativa del vol no es pot dur a terme de forma autònoma, es necessiten dos pilots treballant a l'hora. Un dels pilots serà l'encarregat de volar el dron i apropar-lo a les zones d'interès pre-determinades, el segon pilot farà d'operador de

càmera. Aquest segon pilot serà l'encarregat de capturar les imatges dels insectes que es localitzin.

Les dades obtingudes en aquesta fase es poden tractar de dues formes diferents:

- La forma més senzilla es que el propi operador de càmera sigui capaç de, un cop identificats els insectes, prendre la decisió de fumigar o no segons les característiques dels individus trobats. Això suposaria que l'equip de terra hauria d'anar equipat amb el dron de recerca intensiva i amb el de fumigació.
- La segona y més optima opció planteja l'enviament de totes les imatges GEO localitzades a un centre especialitzat per a que puguin prendre mesures d'actuació de forma global. Tot i que fa una mica més lent el procés, el gran valor afegit d'aquesta operativa es la capacitat d'actuar de forma global i no de forma local. Podent així, tenir la capacitat d'estalviar-se la fumigació en certes zones i invertir els recursos en les realment perilloses.

3.2.4. Control

Per acabar, es desenvolupa el vol del dron multi rotor amb el mecanisme de fumigació i el pesticida incorporat per eliminar els eixams. El dron multi rotor s'aproparà als eixams i fumigarà amb pesticida per eliminar-los. El dron estarà equipat amb una barra amb diferents aspersors per alliberar el pesticida quan el dron sobrevola els insectes. Amb aquest mètode es pot fer el control de precisió en contra de les plagues perquè es polvoritza només als objectius predeterminats reduint les despeses i els riscos ambientals. Com es pot veure, pels casos d'afectació localitzada, aquesta solució es molt més eficient que la fumigació extensiva que es du a terme en l'actualitat.

CAPÍTOL 4. VALIDACIÓ PROCEDIMENT

En aquest apartat, es vol mostrar com seria el procediment pas per pas en un cas real. En principi, aquesta metodologia havia de tenir una validació en camp real a Mauritània, finalment no es va poder dur a terme per factors externs. Davant de que el projecte amb HEMAV estava en una fase molt inicial, la FAO va decidir obrir convocatòria a nivell mundial desenvolupant un RFI¹⁴ per a realitzar els tests de vol en camp en una fase posterior. No obstant, s'ha decidit realitzar aquesta validació adaptada per a aquell país per tal de obtenir resultats quantificables en una zona real.

Com a dada important a tenir en compte ha estat la legislació de vol de Mauritània, a continuació es mostra un resum dels punts mes rellevants:

- No es pot volar sobre individus o grups de persones
- S'ha de respectar la privacitat de la gent
- No es pot volar a prop de instal·lacions militars, centrals d'energia o de qualsevol àrea que pugui afectar a les autoritats locals
- No es pot volar a prop d'aeroports o de zones on avions estan volant
- Només es pot volar durant el dia i amb bones condicions meteorològiques

S'hauran de respectar aquestes lleis el dia que finalment es realitzi una aplicació real de la tecnologia plantejada.

A continuació, es mostra detalladament cadascuna de les parts de la metodologia a validar.

4.1. Informació satèl·lit

Per a aconseguir unes dades correctes mitjançant la informació satèl·lit es necessita dur a terme una metodologia complexa, en aquest apartat s'ha treballat amb algunes de les dades satèl·lit donades per la FAO per a obtenir un punt de partida sobre el que treballar.

Es comença analitzant les condicions meteorològiques del país. Com s'ha comentat anteriorment, les llagostes es situen a les zones verdes i humides en la seva època de cria. A continuació, es mostren les dades de pluges (**Fig. 4.1**) i d'estimació de vegetació (**Fig. 4.2**) des de Abril fins a Setembre del 2016, s'ha decidit agafar aquesta època de l'any ja que és l'època de pluges en aquesta zona del món i es quan sorgeix la possibilitat de cria de llagostes.

¹⁴ Request for information

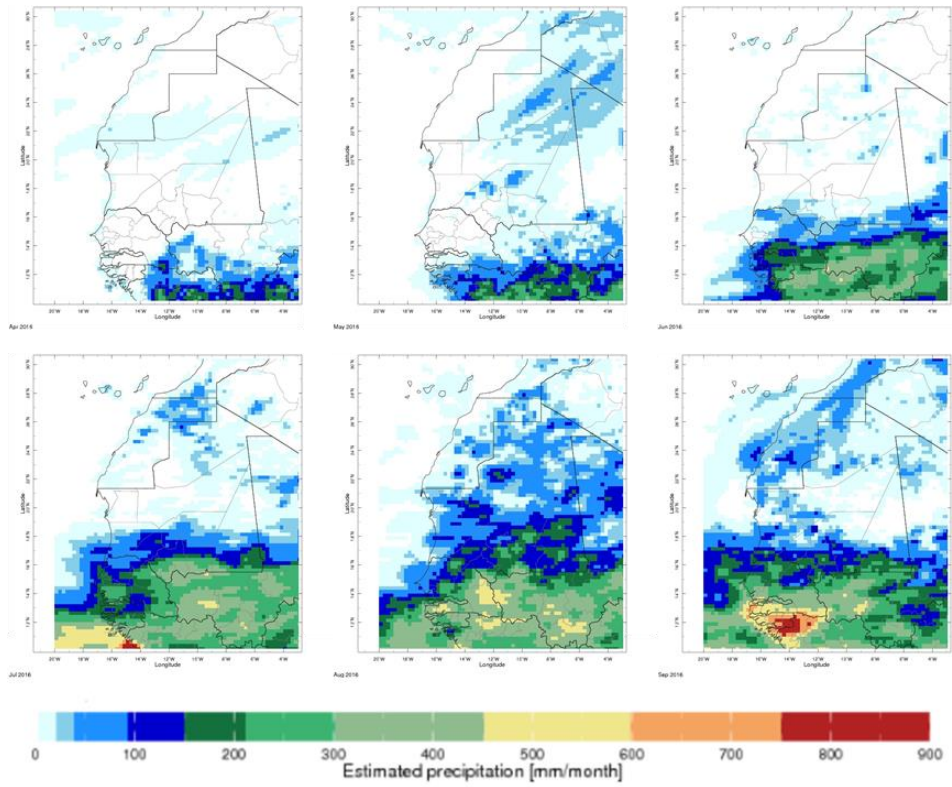


Fig. 4.1. Dades satèl·lit de pluges a Mauritània

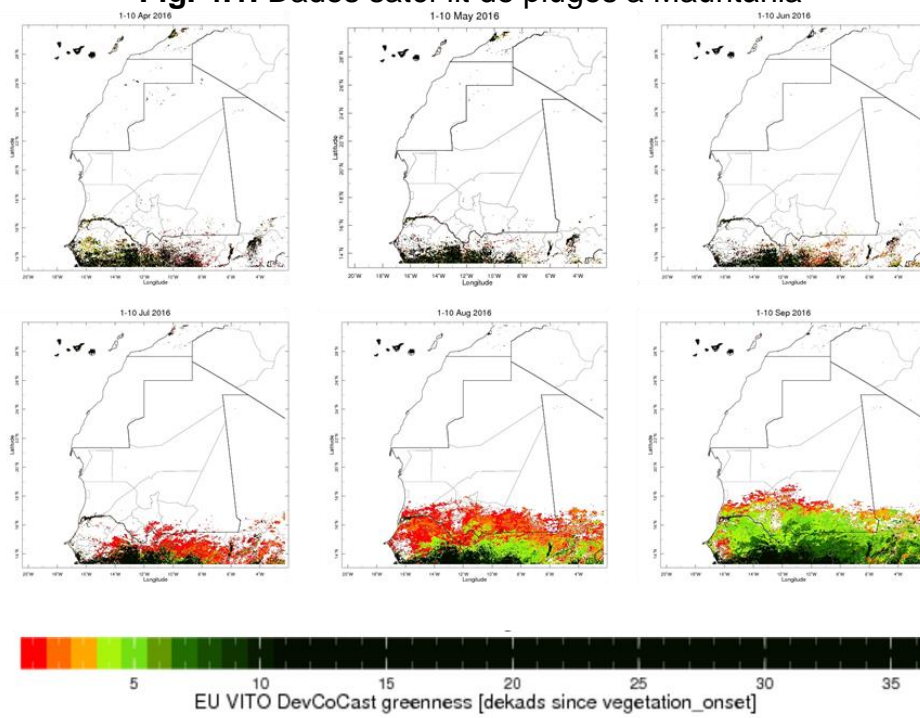


Fig. 4.2. Dades satèl·lit de zones verdes

A partir de les dades satèl·lit mostrades, s'ha realitzat una estimació de l'àrea a analitzar a les següents fases. Com s'ha explicat abans, per a obtenir aquestes dades faria falta un estudi més detallat, en aquest cas, s'ha realitzat un càlcul de l'àrea aproximat, a partir d'aquesta dada es podran determinar el número de vols a fer per cobrir l'àrea al complet.

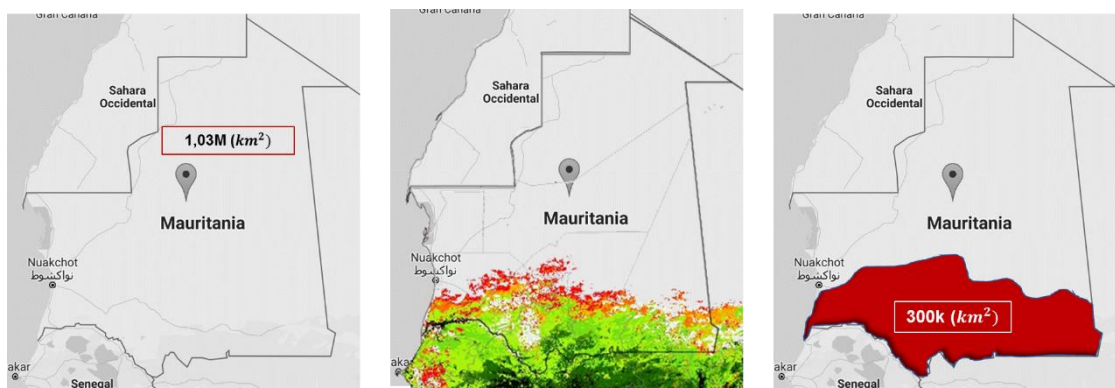


Fig. 4.3. Progressió zona d'estudi

Com es pot veure a la progressió de la **Fig. 4.3**, amb aquest primer filtratge simulat hem aconseguit disminuir l'àrea d'estudi de 1,03M km² fins a 300k km².

4.2. Estudi extensiu

Un cop passat el primer filtratge, es procedeix a l'estudi extensiu. Un cop la fase anterior ha discretitzat l'àrea total, es dividirà en les subseccions mostrades a la **Fig. 4.4** (subseccions mostrades son orientatives, no estan a escala de vols).

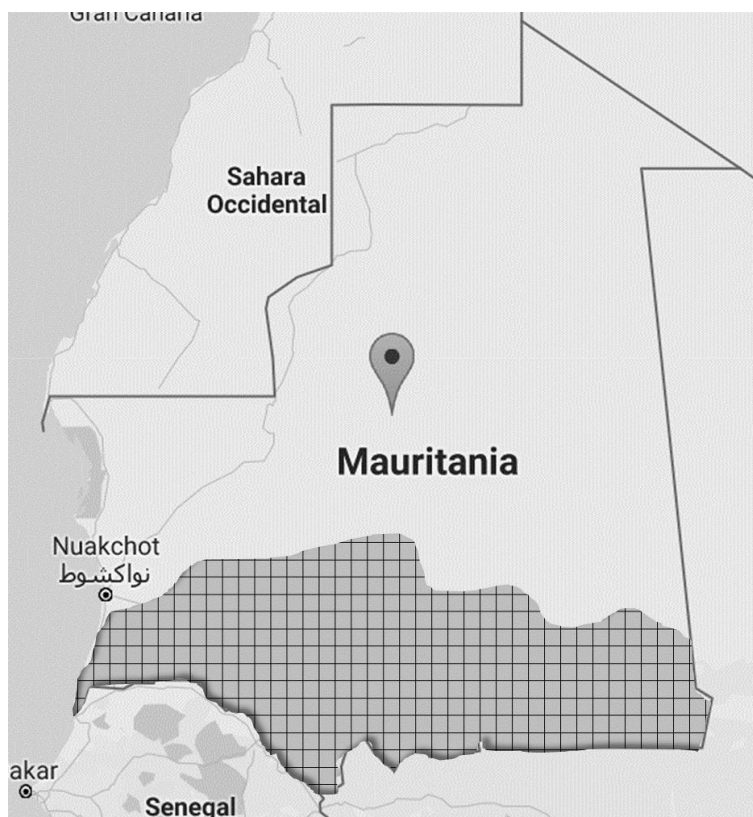


Fig. 4.4. Zona d'estudi subdividida en àrees de vol de l'x8 Skywalker

L'equip de terra equipat amb el dron ala fixe capturarà la informació necessària mitjançant l'ús del sensor multispectral. Després de la captura caldrà processar les imatges a una estació de terra.

4.2.1. Obtenció de dades

4.2.1.1. Anàlisi exhaustiu

S'ha realitzat una simulació de vol amb el software Mission Planner per a, definint les característiques del dron utilitzat, veure l'àrea coberta en cada vol i realitzar una aproximació dels vols necessaris per a cobrir l'àrea reduïda de la fase anterior.

La simulació s'ha realitzat prop de la ciutat Atar, Mauritània. Aquesta era la localització prevista de la prova a realitzar, la posició exacte es: Latitud: 20°31'03" N i Longitud: 13°02'54" O.

Per a la caracterització dels vols amb el software Mission Planner, s'han tingut en compte les condicions de vol del dron abans identificat:

- Velocitat de vol: 20 m/s
- Temps de vol màxim: 60 minuts

- Alçada de vol: 300m
- Camara: 1 foto/segon

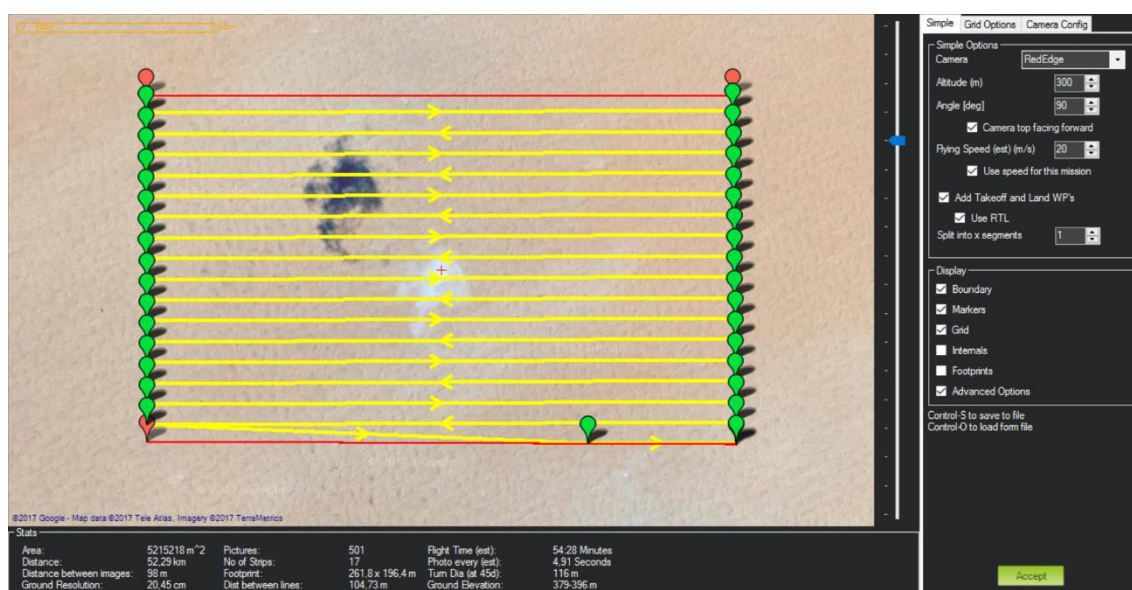


Fig. 4.5. Planificació de vol amb Mission Planner

Com a resultat, obtenim una àrea coberta de $5,22 \text{ km}^2$ per vol, tenint en compte que l'àrea reduïda de l'apartat anterior es de 300 km^2 , es necessitaran realitzar un total de $58,5 \text{ k}$ vols per a cobrir tota l'àrea.

4.2.1.2. Transecte

Tenint en compte la correcta selecció de la posició del transecte a partir de les dades processades de l'apartat anterior i la base de dades de coneixement històric de la zona, es pot optimitzar moltíssim el procés de recerca extensiva. Cal dir que les característiques d'aquest vol són exactament igual que l'anterior referent a la velocitat, temps i alçada de vol.

En aquest cas mostrat a la **Fig. 4.6** es pot veure que en el cas d'utilitzar transectes a través de tota discretitzada a l'apartat 1, es cobreix una àrea total de 1400 km^2 per vol, es a dir, es podria analitzar l'àrea de 300 km^2 en un total de 215 vols.

A l'anàlisi de resultats es podrà veure com s'han calculat la utilització d'aquests dos mètodes per a la recerca intensiva.

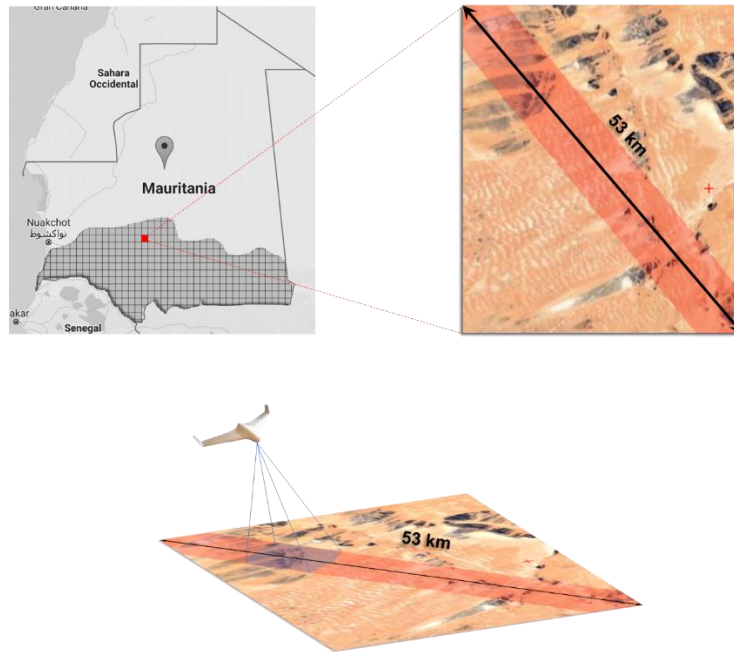


Fig. 4.6. Imatge exemple execució transecte

4.2.2. Processat de dades

Caldrà també una etapa de processat de les imatges obtingudes amb el sensor multiespectral. Per a tenir una idea del procés, s'han agafat dades d'un vol similar realitzat a Espanya i s'ha realitzat el processat.

4.2.2.1. Pla de vol realitzat

Es pot veure a la **Fig. 4.7** el pla de vol realitzat i els paràmetres a partir de Mission Planner.

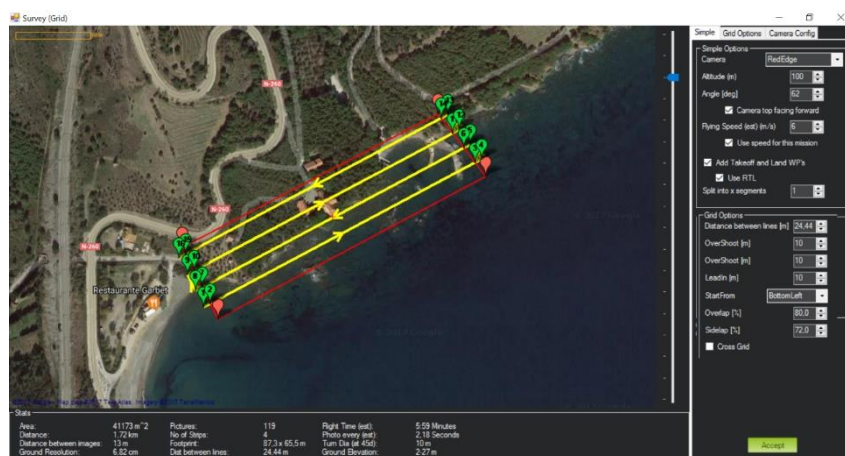


Fig. 4.7. Planificació vol exemple Mission Planner

4.2.2.2. Realització del mosaic

Es parteix de les dades obtingudes amb el dron, es a dir, totes les imatges capturades durant el vol, en aquest cas, un total de 635 imatges. A continuació, es procedeix a la realització del mosaic per a poder obtenir una gran imatge feta a partir de totes les anteriors. El resultat final d'exemple es pot apreciar a la **Fig. 4.8**.



Fig. 4.8. Imatge multiespectral després de la realització del mosaic

4.2.2.3. Aplicació de les capes

Per acabar amb el processat de les imatges, s'apliquen les capes necessàries per a discernir clarament les zones verdes dels demès elements. En aquest cas, s'han agafat els espectres vermell, verd i RedEdge. Es pot apreciar el resultat final a la **Fig. 4.9**.

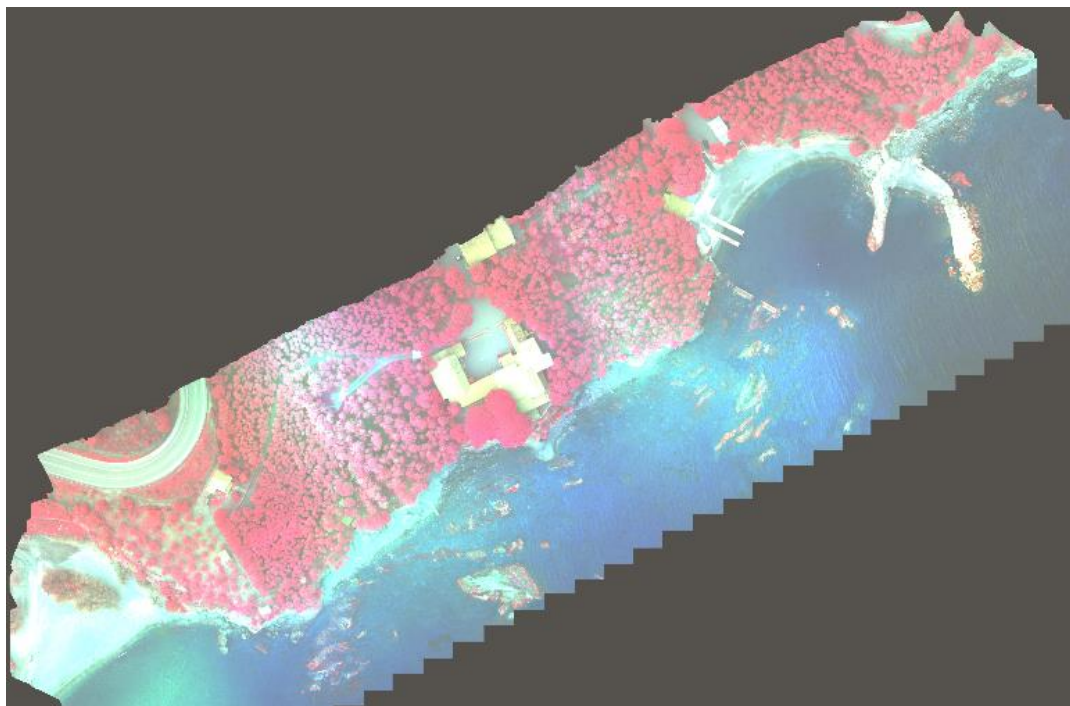


Fig. 4.9. Imatge multispectral amb els espectres seleccionats

Com es pot apreciar, després del processat de dades quedarien perfectament reflexades les parts de zona verda que permetran, posteriorment, fer els vols adients amb els sensors visuals a la fase de estudi intensiu. Per a concloure amb aquesta fase, s'ha realitzat una figura que pretén simular les possibles zones verdes trobades mitjançant l'anàlisi de les imatges multispectrals anteriors.

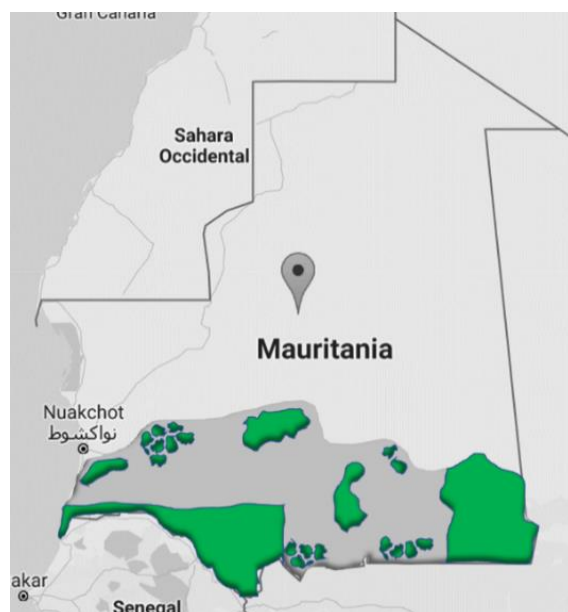


Fig. 4.10. Zona d'estudi després de processat imatges multispectrals

4.3. Estudi intensiu

En la part d'estudi intensiu, es sobrevolaran totes aquelles zones determinades per l'estudi extensiu a la fase anterior, representades a la **Fig. 4.10**. L'objectiu es saber si habiten insectes en les zones i, si es així, en quina fase de creixement estan per a poder valorar si es necessari realitzar les operacions de control o no.

4.3.1. Obtenció de dades

S'ha realitzat un vol amb el dron equipat amb les components reals al camp de vol d'HEMAV a Abrera.

S'han pres imatges a diferents alçades per a validar si seria possible distingir els insectes dins les zones verdes. Es va posicionar al sòl un objecte de 7 centímetres de longitud per a simular la mida d'una llagosta, a la **Fig. 4.11** es pot veure l'objecte al costat d'un objecte de referència.



Fig. 4.11. Objecte de referència per al vol visual

A les figures de a continuació, es poden apreciar imatges preses a 10, 20 i 30 metres d'alçada. L'objectiu de les proves en aquestes alçades ha sigut verificar que el zoom òptic de la càmera era suficientment vàlid per a distingir els insectes a gran alçada, es per això que es poden apreciar 3 fotografies per alçada amb 3 zooms diferents.

Es complicat identificar l'àrea que es podria cobrir amb cada vol ja que depenent de la complexitat de cada zona seria bastant diferent. El temps de vol aproximat es de 20 minuts per bateria, lo important a tenir en compte es que en qualsevol cas es milloraria l'estat de l'art ja que els equips de terra cobririen més àrea que simplement anant mirant per la seva conta.



Fig. 4.12. Imatges obtingudes a 10 metres d'alçada



Fig. 4.13. Imatges obtingudes a 20 metres d'alçada



Fig. 4.14. Imatges obtingudes a 30 metres d'alçada

4.3.2. Processat de dades

Després de la gravació del vídeo, s'ha de realitzar el processat de les dades per a determinar a quines zones es troben els insectes i el processat científic per a determinar en quina fase de creixement estan a cada zona; d'aquesta forma es decidirà quina es la forma més adient d'actuar a cada zona depenent de la presència d'insectes i el seu estat.

Aquest procés es realitzarà amb l'ajuda de la tableta eLocust3 que serà utilitzada per a GEO localitzar la llagosta trobada en la seva fase de creixement concreta.

A continuació es torna a representar un resultat possible després d'haver analitzat tota l'àrea verda determinada per l'apartat passat. En color vermell es pot apreciar una simulació de zones infestades per l'insecte.

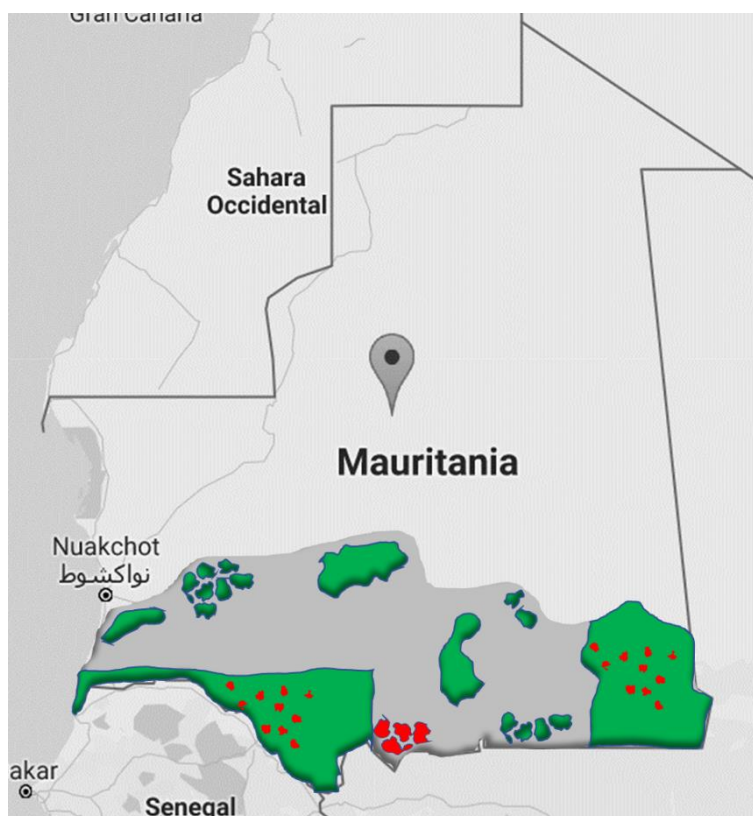


Fig. 4.15. Zona d'estudi discretitzada després de processat imatges visuals

4.4. Control

Com a culminació de la metodologia, es procedeix a desenvolupar la fase final. En aquesta fase, partim de les dades obtingudes en la fase anterior, en aquest cas, podem prendre referència del mapa mostrat a la **Fig. 4.15**.

Com s'ha explicat durant tot el projecte, per a la fase de control s'ha d'actuar amb diferents eines depenent de l'àrea sobre la que actuar, sent més eficient eines com l'avió de fumigació per àrees grans i el dron per zones més puntuals.

En la part que pertany a aquest projecte, es a dir, en les àrees puntuals, s'utilitzaria el dron de fumigació seleccionat en el capítol tècnic, i s'aplicaria el producte necessari per a combatre la llagosta present en cada zona segons la seva fase de creixement. En aquest cas, igual que en l'anterior, es molt complicat definir una àrea exacte que podria cobrir el dron amb cada bateria. Es pot afirmar que, com en l'apartat anterior, aquest dispositiu de fumigació milloraria l'estat de l'art incrementant la velocitat de les operacions de control i, sobretot, ajudant en l'actuació precisa en possibles àrees inaccessibles o perilloses.



Fig. 4.16. Imatge sistema fumigació HEMAV

CAPÍTOL 5. ANÀLISI DE RESULTATS

Per a finalitzar el projecte, cal fer una valoració dels resultats donats a la validació del procediment i extreure'n les conclusions.

5.1. Es millora l'estat de l'art?

Des de el principi, aquest projecte s'ha desenvolupat per a millorar l'estat de l'art de la metodologia aplicada avui en dia. Bé, com es pot apreciar a la validació experimental, amb la metodologia ben aplicada, es preveuen millores en totes les fases on intervé la tecnologia UAV. Des de una millor caracterització i més acurada localització de les àrees verdes susceptibles a la cria de llagosta, passant per una millora significativa en la capacitat d'anàlisi visual i minimització de riscos per als equips de terra a l'estudi intensiu, i acabant amb una petita però molt rellevant millora pel medi ambient en la fase de control amb el dispositiu de fumigació de precisió. Cal dir com a dada destacable que aquesta metodologia s'ha treballat conjuntament amb la FAO i han validat la seva utilitat real.

5.2. El cost de la solució

Per a poder quantificar una mica millor el valor de la solució, es vol quantificar a gran escala quins serien els recursos relacionats amb la tecnologia dron necessaris per a fer possible l'aplicació d'aquest mètode a un país com Mauritània. Amb aquest càlcul es pretén també, determinar el cost aproximat del procés.

5.2.1. Estudi extensiu

La primera fase a quantificar es la de recerca intensiva, s'ha de tenir en compte una àrea d'estudi aproximada de 300k km² i les dues possibles formes de volar a implementar, la d'estudi exhaustiu i la de transecte. El valor de vols a realitzar varia molt segons la metodologia que s'utilitzi. Mitjançant els vols exhaustius, el valor es de un total de 58,5k vols i mitjançant el transecte, el valor disminueix fins als 215 vols.

S'ha determinat la necessitat de realitzar precisos estudis ecològics a partir de les dades satèl·lit que permetin incrementar la utilització de el recurs transecte. Sent així, es considera un 80% de la superfície volada per transecte i un 20% per vols exhaustiu. Mediant aquesta consideració, el nombre total de vols a realitzar serà de 11872.

A partir d'aquest valor i tenint en compte que es poden realitzar fins a 4 vols òptims per dia de treball, ens dona un total de 2968 dies. Amb aquest valor, s'han considerat la necessitat de 40 equips de terra equipats amb 40 drons per tal de poder cobrir la totalitat de l'àrea d'estudi en un total de 5 mesos tenint en compte un percentatge de dies de no poder volar per condicions climàtiques i amb un cost associat pels equips de 245 k€.

5.2.2. Estudi intensiu

Com s'ha explicat abans, les següents fases son mes complicades de quantificar degut a la diferència d'àrea coberta segons la complexitat de la zona analitzada. Per tant, per aproximar la quantitat en ambdós casos, s'ha tingut en compte l'experiència de vol dels professionals d'HEMAV. S'ha estimat el 50% més d'equips, es a dir, 60 equips per a poder actuar de forma òptima en un temps d'aproximadament 6 mesos. Cal tenir en compte que, tot i que l'àrea coberta per aquest dron es molt menor que l'ala fixe, l'àrea d'estudi també serà molt menor. El preu dels equips seria de 230 k€.

5.2.3. Operació de control

Els aparells de fumigació son també difícils de quantificar degut a possible variabilitat de la zona d'actuació. Es pot estimar que l'àrea d'actuació serà encara més petita que l'àrea per a l'estudi intensiu i que, a més a més, no tota la fumigació s'haurà de realitzar amb aquests equips. Es per això que, com a valor aproximat s'han tingut en compte el mateix nombre de drons de fumigació que per l'estudi extensiu, es a dir, 40 equips. El preu ascendeix a 200 k€.

5.2.4. Cost total

Per al càlcul del cost total, només s'han tingut en compte els aspectes tècnics, s'ha de tenir en compte que, en cas d'aplicació de la metodologia, s'haurien de quantificar altres aspectes com la formació dels equips de cada país, el cost del transport, components extres per a reparació d'equips etc...

El preu final tenint en compte 40 equips de drons d'estudi extensiu i de fumigació i 60 equips per a l'estudi intensiu, ascendeix a la suma de **675 k€**.

El preu final d'aquestes eines no s'ha presentat a la FAO, per tant, encara no ha estat validat com a un preu raonable. No obstant, tenint en compte els 570 M€ que es van tenir que invertir per a posar fi a la plaga dels anys 2003-2005, s'estima que el preu d'aquestes eines es molt competitiu pels grans beneficis econòmics, socials i medi ambientals que suposarà la correcta aplicació d'aquesta metodologia.

CAPÍTOL 6. CONCLUSIONS

Després de l'anàlisi de resultats i comparant les fites aconseguides amb els objectius plantejats, es conclou que:

1. S'ha aconseguit fer una passa endavant per afavorir el control preventiu a partir del disseny d'una metodologia de tecnologia UAV.
2. S'ha millorat la detecció i el control de la llagosta i s'ha aconseguit reforçar l'estratègia utilitzada actualment pels organismes reguladors per a la detecció primerenca.
3. La metodologia plantejada minimitza les conseqüències ambientals i despeses econòmiques del procediment.
4. S'han aconseguit desenvolupar unes eines que capacitaran als equips de terra de control de la llagosta per a cobrir grans àrees insegures i inaccessibles d'una forma senzilla.
5. Les operacions de control s'han fet més eficaces, precises i segures per a les persones i pel medi ambient.
6. S'ha establert una solució molt competitiva en l'aspecte econòmic que permetrà la seva implementació sense una gran despesa per parts de les entitats responsables.
7. S'ha creat una solució fàcil d'usar i de mantenir.

Després dels anàlisis realitzats, es pot afirmar que aquesta metodologia té molt potencial per a combatre les plagues de llagosta i fer-ho finalment amb èxit. Per suposat s'ha de tenir en compte que hi ha moltes millores a realitzar. Des de l'important increment de l'autonomia dels drons per a reduir significativament el nombre de vols a realitzar fins a la sofisticació dels sensors a utilitzar. També s'ha de considerar una millora en l'obtenció, la gestió i el processat de dades, la correcta gestió d'aquestes pot marcar la diferència entre una metodologia vàlida o no vàlida.

S'ha de considerar també la importància de l'automatització de la metodologia. Si ens posem a mirar molt en el futur, la realització de tots els vols dels drons de forma autònoma i la incorporació de processat i enviament de dades a temps real, convertiria el costós procediment actual en un sistema autònom que aniria actuant unilateralment de la vida de les persones i aniria aportant informació diària de l'evolució d'aquest problema. De ser així, en el curt termini, aquestes plagues que tant de mal humà, econòmic i medi ambiental han causat, deixarien de ser un problema per sempre.

Deixant de banda una mica la metodologia desenvolupada, aquest projecte evidencia el gran potencial que té aquesta tecnologia per a l'ús en l'àmbit civil en general. Amb una població conscienciada en el bon ús d'aquesta tecnologia i amb unes lleis capaces de fomentar la seva utilització, les aplicacions que es poden desenvolupar són infinites i per suposat molt beneficioses per a la humanitat.

BIBLIOGRAFIA

- [1] P. M. Symmons and K. Cressman, "Desert Locust Guidelines, Biology and behaviour," *Food Agric. Organ. United Nations*, vol. second edi, p. 42, 2001.
- [2] C. Morón, *Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación*. 2001.
- [3] S. Breeding and N. A. Soomro, "Desert Locust Joint Survey," no. April, 2017.
- [4] P. L. Control, B. Risks, and A. Benefits, "the Locusts ... Safely Pesticides in Desert Locust Control: Balancing Risks Against Benefits the Against the Desert Locust Desert Locust Upsurges Can Cause Significant and Widespread."
- [5] A. Van Der Elstraeten and C. Pedrick, "an innovative tool for crop pest control," no. May, pp. 1–10, 2016.
- [6] "BBC Nature - Desert locust videos, news and facts." [Online]. Available: http://www.bbc.co.uk/nature/life/Desert_locust. [Accessed: 05-Jun-2017].
- [7] "MODIS Analysis Tool." [Online]. Available: http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Food_Security/Locusts/Regional/MODIS/index.html. [Accessed: 05-Jun-2017].
- [8] "Greenness Estimates." [Online]. Available: http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Food_Security/Locusts/Regional/greenness.html. [Accessed: 05-Jun-2017].
- [9] "Monthly Rainfall Estimates." [Online]. Available: http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Food_Security/Locusts/Regional/Monthly_Rainfall/index.html. [Accessed: 05-Jun-2017].
- [10] "Links." [Online]. Available: <http://www.fao.org/ag/locusts/en/info/info/links/index.html>. [Accessed: 05-Jun-2017].
- [11] "Desert Locust situation update 2 June 2017." [Online]. Available: <http://www.fao.org/ag/locusts/en/info/info/index.html>. [Accessed: 05-Jun-2017].
- [12] "Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial." [Online]. Available: <http://www.fao.org/docrep/003/w3613s/w3613s00.htm>. [Accessed: 05-Jun-2017].



ANNEXOS

TÍTOL DEL TFG: Drones for Desert Locust

TITULACIÓ: Grau en Enginyeria d'Aeroports

AUTOR: Marc Aicart Ramírez

DIRECTOR: Arnau García Terrades

CO-DIRECTOR: Jaime Oscar Casas

DATA: 12 de Juny del 2017

ANNEXE 1. DESERT LOCUST BULLETIN (AGOST 2016)



warning level: CAUTION

DESERT LOCUST BULLETIN

FAO Emergency Centre for Locust Operations



No. 455



General Situation during August 2016
Forecast until mid-October 2016

(2.09.2016)

The Desert Locust situation remained very serious in Yemen during August. Another generation of breeding occurred, causing hopper bands to form in the interior and on the southern coast; however, the situation remained unclear because it was not safe to carry out surveys. At least one swarm migrated to Pakistan and a smaller swarm reached northern Somalia, eastern Ethiopia and perhaps Djibouti. Control operations were initiated in Pakistan and Ethiopia. There remains a risk that more swarms could form in Yemen and move to the Horn of Africa and the Red Sea coast. All countries should remain extremely vigilant. Elsewhere, the situation remained calm. Low numbers of adults were widely distributed throughout the summer breeding area of the northern Sahel in West Africa and Sudan, and along the Indo-Pakistan border due to widespread rainfall and favourable ecological conditions. During the forecast period, small-scale breeding will continue in these areas, causing locust numbers to increase, and a few adult groups could appear in west and northwest Mauritania by mid-October.

Western Region. Ecological conditions became favourable throughout most of the northern Sahel of West Africa during August as a result of good widespread rains. Consequently, low numbers of solitary adults were scattered throughout most of southern Mauritania and Chad. A similar situation may be present in northern Mali and Niger. Summer

breeding will cause locust number to increase throughout the forecast period in all areas and could extend to southern Algeria. By mid-October, an increased number of locusts may suddenly appear in west and northwest Mauritania as vegetation rapidly dries out in the south, leading to the potential formation of small groups.

Central Region. The locust situation remained serious during August in Yemen where a second generation of breeding took place in the interior and on the southern coast, giving rise to hopper bands. Few surveys could be carried out due to insecurity. At least one first-generation swarm migrated to Pakistan while other smaller swarms moved to the Horn of Africa along the borders of Djibouti, Ethiopia and northern Somalia where they laid eggs that hatched, causing small hopper bands to form in eastern Ethiopia and northwest Somalia. Ethiopian teams treated 208 ha. More groups and small swarms are likely to form in Yemen that could move through the highlands and onto the Red Sea coast and into adjacent areas of Saudi Arabia while other swarms could move to the Horn of Africa. Elsewhere, scattered adults were present in the interior of Sudan and on the Red Sea coastal plains in Saudi Arabia where small-scale breeding will cause locust numbers to increase.

Eastern Region. In late July, at least one mature swarm from Yemen arrived on the Uthal coast of Pakistan where local breeding was already in progress and laid eggs that hatched and hopper groups formed. Ground teams treated 410 ha. A few gregarious adults reached the Indus Valley while scattered mature adults were present in Cholistan and, to a lesser extent, in adjacent areas of Rajasthan, India. Small-scale breeding will continue along both sides of the Indo-Pakistan border, causing locust numbers to increase slightly. Adult groups could form near Uthal.

The FAO Desert Locust Bulletin is issued every month by the Desert Locust Information Service, AGP Division (Rome, Italy). It is supplemented by Alerts and Updates during periods of increased Desert Locust activity. All products are distributed by e-mail and are available on the Internet.

Telephone: +39 06 570 52420 (7 days/week, 24 hr)

Fax/mobile: +39 06 570 55271

E-mail: ecio@fao.org

Internet: www.fao.org/ag/locusts

Facebook: www.facebook.com/faolocust

Twitter: twitter.com/faolocust



No. 455

DESERT LOCUST BULLETIN

Weather & Ecological
Conditions in August 2016

Green vegetation and good breeding conditions were present throughout the northern Sahel of West Africa and Sudan as a result of widespread rains that fell much further north than usual. Heavy rains and flooding occurred in Yemen. Good monsoon rains fell along both sides of the Indo-Pakistan border.

In the **Western Region**, the Inter-Tropical Convergence Zone (ITCZ) was located up to 300 km further north than usual over Mauritania and Mali during August while it remained slightly above or nearly at its long-term mean position over Niger and Chad. By the end of the month, it had reached north of Ouadane in Mauritania, north of the Algeria-Mali border, near Iferouane and Bilma in Niger and south of Fada in northeast Chad. As a result, good rains fell south of the northern limit of the ITCZ throughout the summer breeding areas. Good rains also fell in northwest and northern Mauritania, southern Algeria, the Djado Plateau in northeast Niger and near Tibesti in northwest Chad. Heavier showers fell in northwest Mali near Taoudenni, in the southern Adrar des Iforas and near Abeche in eastern Chad. Flooding occurred in parts of southern Algeria and in Adrar, Mauritania. Consequently, breeding conditions were favourable over a widespread area of the northern Sahel in West Africa.

In the **Central Region**, the Inter-Tropical Convergence Zone (ITCZ) was located slightly south of its long-term mean position during the first two decades of August, and retreated some 150 km further south than normal during the third decade, reaching Khartoum and north of Hamrat Esh Sheikh in North Kordofan. Widespread, good rains fell throughout the month in all summer breeding areas from West Darfur to the Red Sea Hills, reaching almost as far north as Dongola. Similar rains fell in the western lowlands of Eritrea. Consequently, breeding conditions were favourable over a widespread area of Sudan and western Eritrea. In Yemen, moderate to heavy rains continued to fall at the beginning of August and again at mid-month, causing flooding in many areas including the interior from Bayhan to

Al Jawf, Wadi Hadhramaut and Thamud plateau as well as Sana'a and parts of the Red Sea coast. This should allow breeding conditions to remain favourable in most areas. Showers fell at times in northern Oman. In the Horn of Africa, good rains fell in the Afar Region, along the railway and in parts of the Somali region of eastern Ethiopia, extending to southern Djibouti and the escarpment and plateau areas in northwest Somalia near the Ethiopian border. As a result, conditions were favourable for breeding.

In the **Eastern Region**, good rains associated with the seasonal southwest monsoon continued to fall in the summer breeding areas along both sides of the Indo-Pakistan border during August. In India, normal amounts were received in Barmer and Jaisalmer districts while above-normal rains fell in Bikaner and Jodhpur as well as in other districts. In Pakistan, good rains fell mainly during the first and third decades in Cholistan, Nara and Tharparkar deserts and in the Uthal area. As a result, breeding conditions were favourable in both countries. Dry conditions prevailed in southeast Iran.



Area Treated

Ethiopia	208 ha (August)
Pakistan	410 ha (August)

Desert Locust
Situation and Forecast

(see also the summary on page 1)

WESTERN REGION**Mauritania**

• SITUATION

During August, mature solitary adults were scattered throughout the summer breeding areas of the south between Bouilimit (1732N/1441W) and Rosso (1629N/1553W) in Trarza, north of Magta Lahjar (1730N/1305W) in Brakna, north of Kiffa (1638N/1124W) in Assaba, east of Aioun El Atrous (1639N/0936W) in Hodh El Gharbi, and near Nema (1636N/0715W) and Oualata (1717N/0701W) in Hodh Ech Chargui. Hatching occurred early in the month on the coast north of the Senegal River and in the southeast on the plateau east of Nema.

• FORECAST

Small-scale breeding will continue over a widespread area of the south, causing locust numbers to increase. As vegetation starts to dry out, an increasing number of adults are expected to appear in the west and northwest where small groups may form by the end of the forecast period.

Mali

• SITUATION

No reports were received in August.

• FORECAST

Low numbers of adults are likely to be present and breeding in the Adrar des Iforas, Tilemsi Valley, Timetrine and Tamesna, causing locust numbers to increase slightly.

Niger

• SITUATION

During August, isolated immature and mature solitary adults were present in a few places on the western edge of the Air Mountains north of Agadez (1658N/0759E), on the Tadress plains south of Agadez and northeast of Filingué (1421N/0319E) in the western part of the country.

• FORECAST

Small-scale breeding will cause locust numbers to increase slightly on the Tamesna and Tadress plains and in the Filingué area.

Chad

• SITUATION

During August, isolated immature and mature solitary adults were scattered in Kanem, Batha, Bilthine and the northeast between Mao (1406N/1511E) and Fada (1714N/2132E). Small-scale hatching occurred from late July onwards, and isolated fifth instar solitary hoppers were reported at two places after mid-August. Adults were seen laying eggs between Moussoro (1338N/1629E) and Salal (1448N/1712E), and near Fada during the last week of August.

• FORECAST

Locust numbers will increase slightly as small-scale breeding continues in Kanem, Batha, Bilthine and in the northeast. A new generation of adults will appear from early September onwards and continue during October.

Senegal

• SITUATION

A late report indicated there was no locust activity during July.

• FORECAST

No significant developments are likely.

Benin, Burkina Faso, Cameroon, Cape Verde, Côte d'Ivoire, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea Bissau, Liberia, Nigeria, Sierra Leone and Togo

• FORECAST

No significant developments are likely.

Algeria

• SITUATION

During August, isolated immature solitary adults were present near Silet (2201N/0409E) west of Tamanrasset (2250N/0528E) in the southern Sahara.

• FORECAST

Small-scale breeding is likely to cause locust numbers to increase in the south between Tamanrasset and the Malian border.

Morocco

• SITUATION

No locust activity was reported during August.

• FORECAST

No significant developments are likely.

Libya

• SITUATION

A late report indicated that low-density adults were seen in the southwest in W. Tazoft just north of Ghat (2459N/1011E) on 13 July and low-density hoppers were reported on the 26th just south of Ghat in W. Essyen. No locust activity was reported during August.

• FORECAST

No significant developments are likely.

Tunisia

• SITUATION

No locust activity was reported during August.

• FORECAST

No significant developments are likely.

CENTRAL REGION**Sudan**

• SITUATION

During August, scattered mature solitary adults were present near Kassala (1527N/3623E), in the Nile Valley between Ed Debba (1803N/3057E) and Dongola (1910N/3027E), and mixed with some immature adults in North Kordofan and White Nile states between Abu Uruq (1554N/3027E) and Ed Dueim (1400N/3220E). No locusts were seen in the Baiyuda Desert and east of the Nile to the Red Sea Hills.

• FORECAST

Locust numbers will increase slightly as a result of small-scale breeding that is almost certainly in progress in West and North Darfur, West and North Kordofan and White Nile states as well as near



No. 455

DESERT LOCUST BULLETIN

page 3 of 8



No. 455

DESERT LOCUST BULLETIN

Kassala and near cropping areas in the Nile Valley. Once vegetation begins to dry out in summer breeding areas, locusts could concentrate between the Nile Valley and the Red Sea Hills towards the end of the forecast period.

Eritrea

• SITUATION

During August, no locusts were seen on the Red Sea coast between Sheib (1551N/3903E) and the Sudanese border except for a few isolated immature solitary adults in the north near Mehimet (1723N/3833E) and isolated mature solitary adults in the centre near Shelshela (1553N/3906E).

• FORECAST

Low numbers of adults are likely to be present and breeding on a small scale in the western lowlands. There is a low risk that adult groups and perhaps a small swarm could appear on the southern coastal plains from Yemen.

Ethiopia

• SITUATION

On 10 August, a medium-density mature swarm of about 200 ha was seen in the railway area near Ayasha (1045N/4234E) that laid eggs, giving rise to dozens of small second instar hopper bands by the end of the month. Ground teams treated 208 ha. In the Afar Region, low numbers of solitary adults and second to fifth instar hoppers were present near Sifani (1216N/4021E).

• FORECAST

Breeding will cause locust numbers to increase along the railway where small groups, bands and perhaps swarmlets could form. There is a low to moderate risk that adult groups and perhaps a few small swarms could appear from Yemen.

Djibouti

• SITUATION

During the last week of July and in early August, locust adults were reportedly seen moving in the south near Ali Sabieh (1109N/4242E) towards Ethiopia.

• FORECAST

There is a low to moderate risk that adult groups and perhaps a few small swarms could appear in coastal or interior areas.

Somalia

• SITUATION

During August, isolated immature and mature solitary adults were seen at four places on the northwest coastal plains southwest of Lughaye (1041N/4356E). At the end of the month, a second instar hopper band, a fifth instar band and isolated mature solitary adults were present on the escarpment in the Jidhi (1037N/4304E) area near the Ethiopian border where there had been earlier unconfirmed sightings of mature swarmlets moving back and forth across the Ethiopian border. On the plateau to the east, there was an unconfirmed report of hopper bands at two places between Burao (0831N/4533E) and the Ethiopian border on the 29th.

• FORECAST

A few groups and perhaps a small swarm could form on the escarpment near the Ethiopian border. There is a low to moderate risk that a few adult groups and perhaps a small swarm could appear from Yemen.

Egypt

• SITUATION

During August, no locusts were seen near Lake Nasser in the Tushka (2247N/3126E) and Abu Simbel (2219N/3138E) areas, and on the Red Sea coast between Abu Ramad (2224N/3824E) and the Sudanese border.

• FORECAST

No significant developments are likely.

Saudi Arabia

• SITUATION

During August, scattered immature solitary adults were present on the Red Sea coastal plains near Lith (2008N/4016E) while scattered mature solitary adults were reported further south near Jizan (1656N/4233E) where some adults were seen laying eggs at mid-month.

• FORECAST

Small-scale breeding with hatching from early September onwards will cause locust numbers to increase slightly in areas of recent rainfall on the Red Sea coastal plains between Lith and Jizan. There is a low to moderate risk that a few small swarms could appear in areas adjacent to Yemen.

Yemen

• SITUATION

During August, the situation remained unclear throughout the country. Locals and scouts reported hatching and numerous small hopper groups and bands on the southern coastal plains to the west of Aden (1250N/4503E) between W. Am Shaibi (1304N/4437E) and Am Rija (1302N/4434E) on the 20th. Scattered mature solitary adults were seen

nearby during a survey. In the interior, hatching and first to second instar hopper groups were reported on the plateau west of Thamud (1717N/4955E) in the Khaf Al Awamer area (1625N/4849E) on the 21st.

• FORECAST

More groups and small swarms are likely to form in the interior between Marib and Thamud as well as on the Aden coastal plains. Some of these are expected to remain in areas of recent rainfall while others will move into the central highlands and continue to the Red Sea coast. Breeding is expected to occur in both areas and band formation is likely.

Oman

• SITUATION

During August, no locusts were seen during surveys carried out in North and South Sharqiya regions and on the Musandam Peninsula.

• FORECAST

There remains a low risk that a few small swarms from Yemen may appear in some areas of the south.

Bahrain, Iraq, Israel, Jordan, Kenya, Kuwait, Lebanon, Palestine, Qatar, Syria, Tanzania, Turkey, UAE and Uganda

• FORECAST

No significant developments are likely.

EASTERN REGION

Iran

• SITUATION

During August, no locusts were seen on the southeast coast near Chabahar (2517N/6036E) and Jask (2540N/5746E) or in the Jaz Murian Basin in the interior near Ghale Ganj (2731N/5752E).

• FORECAST

No significant developments are likely.

Pakistan

• SITUATION

At least one mature swarm arrived on about 27 July in coastal areas of Uthal (2548N/6637E) and subsequently dispersed, mixing with local populations of solitary hoppers and adults, and laid eggs. Hatching commenced during the second week of August, giving rise to groups of *transiens* and gregarious hoppers. Groups of mature adults and a mature swarm were reported on the 11th. Ground teams treated 410 ha.

In the summer breeding areas, gregarious adults appeared on the eastern side of the Indus Valley south of Sukkur (2742N/6854E) on the 10th, probably arriving from Uthal. Throughout the month, isolated mature solitary were present in a few places near the Indian border in Cholistan and Nara deserts.

Adults were seen laying eggs at one place in the Nara Desert on the Indian border at the end of August.

• FORECAST

Small-scale breeding will continue during the forecast period in Tharparkar, Nara and Cholistan deserts as well as Uthal, causing locust numbers to increase slightly. Small adult groups could form in Uthal from mid-September onwards.

India

• SITUATION

During the first fortnight of August, isolated mature solitary adults persisted at one place near Bikaner (2801N/7322E). No locusts were seen during the second fortnight.

• FORECAST

Small-scale breeding will continue in parts of Rajasthan and Gujarat, causing locust numbers to increase slightly.

Afghanistan

• SITUATION

No reports received.

• FORECAST

No significant developments are likely.



Announcements

Desert Locust warning levels. A colour-coded scheme indicates the seriousness of the current Desert Locust situation: green for *calm*, yellow for *caution*, orange for *threat* and red for *danger*. The scheme is applied to the Locust Watch web page and to the monthly bulletin's header. The levels indicate the perceived risk or threat of current Desert Locust infestations to crops and appropriate actions are suggested for each level.

Locust reporting. During calm (green) periods, countries should report at least once/month and send RAMSES data with a brief interpretation. During caution (yellow), threat (orange) and danger (red) periods, often associated with locust outbreaks, upsurges and plagues, RAMSES output files with a brief interpretation should be sent at least twice/week within 48 hours of the latest survey. Affected countries



No. 455

DESERT LOCUST BULLETIN

page 5 of 8



No. 455

DESERT LOCUST BULLETIN

are also encouraged to prepare decadal bulletins summarizing the situation. All information should be sent by e-mail to the FAO/ECLD Desert Locust Information Service (ecl@fao.org). Information received by the end of the month will be included in the FAO Desert Locust Bulletin for the current month; otherwise, it will not appear until the following month. Reports should be sent even if no locusts were found or if no surveys were conducted.

Locust tools and resources. FAO has developed a number of tools that National locust information officers and other interested individuals can use for Desert Locust early warning and management:

- **MODIS.** Vegetation imagery every 16 days (http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Food_Security/Locusts/Regional/MODIS/index.html)
- **MODIS.** Daily rainfall imagery in real time (http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Food_Security/Locusts/index.html)
- **RFE.** Rainfall estimates every day, decade and month (http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Food_Security/Locusts/index.html)
- **Greenness maps.** Dynamic maps of green vegetation evolution every decade (http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Food_Security/Locusts/Regional/greenness.html)
- **eLocust3 training videos.** A set of 15 introductory training videos are available on YouTube: <https://www.youtube.com/playlist?list=PL7FcoGpFHEdv1jAPaF02TCfpcnYoFQT>
- **RAMSESV4 training videos.** A set of basic training videos are available on YouTube: <https://www.youtube.com/playlist?list=PL7FcoGpFHGyzXqE22j8-mPDhhGNq5So>
- **RAMSESV4 and eLocust3 updates.** Updates can be downloaded from <https://sites.google.com/site/rv4elocust3updates/home>
- **FAOLOCUST Twitter.** The very latest updates are posted on Twitter (<http://www.twitter.com/faolocust>)
- **FAOLOCUST Facebook.** A social means of information exchange using Facebook (<http://www.facebook.com/faolocust>)
- **Slideshare.** Locust presentations and photos available for viewing and download (<http://www.slideshare.net/faolocust>)

- **eLERT.** A dynamic and interactive online database of resources for locust emergencies (<http://sites.google.com/site/elertsite>)

New information on Locust Watch. Recent additions to the web site (www.fao.org/ag/locusts) are:

- **Desert Locust situation updates, 9 and 12 August.** Archives – Briefs
- **Current threats.** Information
- **Yemen outbreak.** Archives – Threats
- **Climate change and Desert Locust (infographic).** Activities – Climate change

2016 events. The following activities are scheduled or planned:

- **CLCPRO.** Regional training of trainers on Health and Environment standards, Agadir, Morocco (5-9 September)
- **CLCPRO.** Regional training of trainers on survey techniques, Aioun, Mauritania (19-25 Sep)
- **CRC.** Regional workshop on Health and Environment Standards, Hurgada, Egypt (25-29 Sep)
- **SWAC.** 30th session, Islamabad, Pakistan (12-14 December)



Glossary of terms

The following special terms are used in the Desert Locust Bulletin when reporting locusts:

NON-GREGARIOUS ADULTS AND HOPPERS**ISOLATED (FEW)**

- very few present and no mutual reaction occurring;
- 0 - 1 adult/400 m foot transect (or less than 25/ha).

SCATTERED (SOME, LOW NUMBERS)

- enough present for mutual reaction to be possible but no ground or basking groups seen;
- 1 - 20 adults/400 m foot transect (or 25 - 500/ha).

GROUP

- forming ground or basking groups;
- 20+ adults/400 m foot transect (or 500+/ha).

ADULT SWARM AND HOPPER BAND SIZES**VERY SMALL**

- swarm: less than 1 km² • band: 1 - 25 m²

SMALL

- swarm: 1 - 10 km² • band: 25 - 2,500 m²

MEDIUM

- swarm: 10 - 100 km² • band: 2,500 m² - 10 ha

LARGE

- swarm: 100 - 500 km² • band: 10 - 50 ha

VERY LARGE

- swarm: 500+ km² • band: 50+ ha

RAINFALL**LIGHT**

- 1 - 20 mm of rainfall.

MODERATE

- 21 - 50 mm of rainfall.

HEAVY

- more than 50 mm of rainfall.

OTHER REPORTING TERMS**BREEDING**

- the process of reproduction from copulation to fledging.

SUMMER RAINS AND BREEDING AREAS

- July - September/October
(Sahel of West Africa, Sudan, western Eritrea; Indo-Pakistan border)

WINTER RAINS AND BREEDING AREAS

- October - January/February
(Red Sea and Gulf of Aden coasts; northwest Mauritania, Western Sahara)

SPRING RAINS AND BREEDING AREAS

- February - June/July
(Northwest Africa, Arabian Peninsula interior, Somali plateau, Iran/Pakistan border)

RECESSION

- period without widespread and heavy infestations by swarms.

REMISSION

- period of deep recession marked by the complete absence of gregarious populations.

OUTBREAK

- a marked increase in locust numbers due to concentration, multiplication and gregarisation which, unless checked, can lead to the formation of hopper bands and swarms.

UPSURGE

- a period following a recession marked initially by a very large increase in locust numbers and contemporaneous outbreaks followed by the production of two or more successive seasons of transient-to- gregarious breeding in complimentary seasonal breeding areas in the same or neighbouring Desert Locust regions.

PLAGUE

- a period of one or more years of widespread and heavy infestations, the majority of which occur as bands or swarms. A major plague exists when two or more regions are affected simultaneously.

DECLINE

- a period characterised by breeding failure and/ or successful control leading to the dissociation of swarming populations and the onset of recessions; can be regional or major.

WARNING LEVELS**GREEN**

- Calm. No threat to crops. Maintain regular surveys and monitoring.

YELLOW

- Caution. Potential threat to crops. Increased vigilance is required; control operations may be needed.

ORANGE

- Threat. Threat to crops. Survey and control operations must be undertaken.

RED

- Danger. Significant threat to crops. Intensive survey and control operations must be undertaken.

REGIONS**WESTERN**

- locust-affected countries in West and North-West Africa: Algeria, Chad, Libya, Mali, Mauritania, Morocco, Niger, Senegal, Tunisia; during plagues only: Burkino Faso, Cape Verde, Gambia, Guinea and Guinea-Bissau.

CENTRAL

- locust-affected countries along the Red Sea: Djibouti, Egypt, Eritrea, Ethiopia, Oman, Saudi Arabia, Somalia, Sudan, Yemen; during plagues only: Bahrain, Iraq, Israel, Jordan, Kenya, Kuwait, Qatar, Syria, Tanzania, Turkey, UAE and Uganda.

EASTERN

- locust-affected countries in South-West Asia: Afghanistan, India, Iran and Pakistan.



No. 455

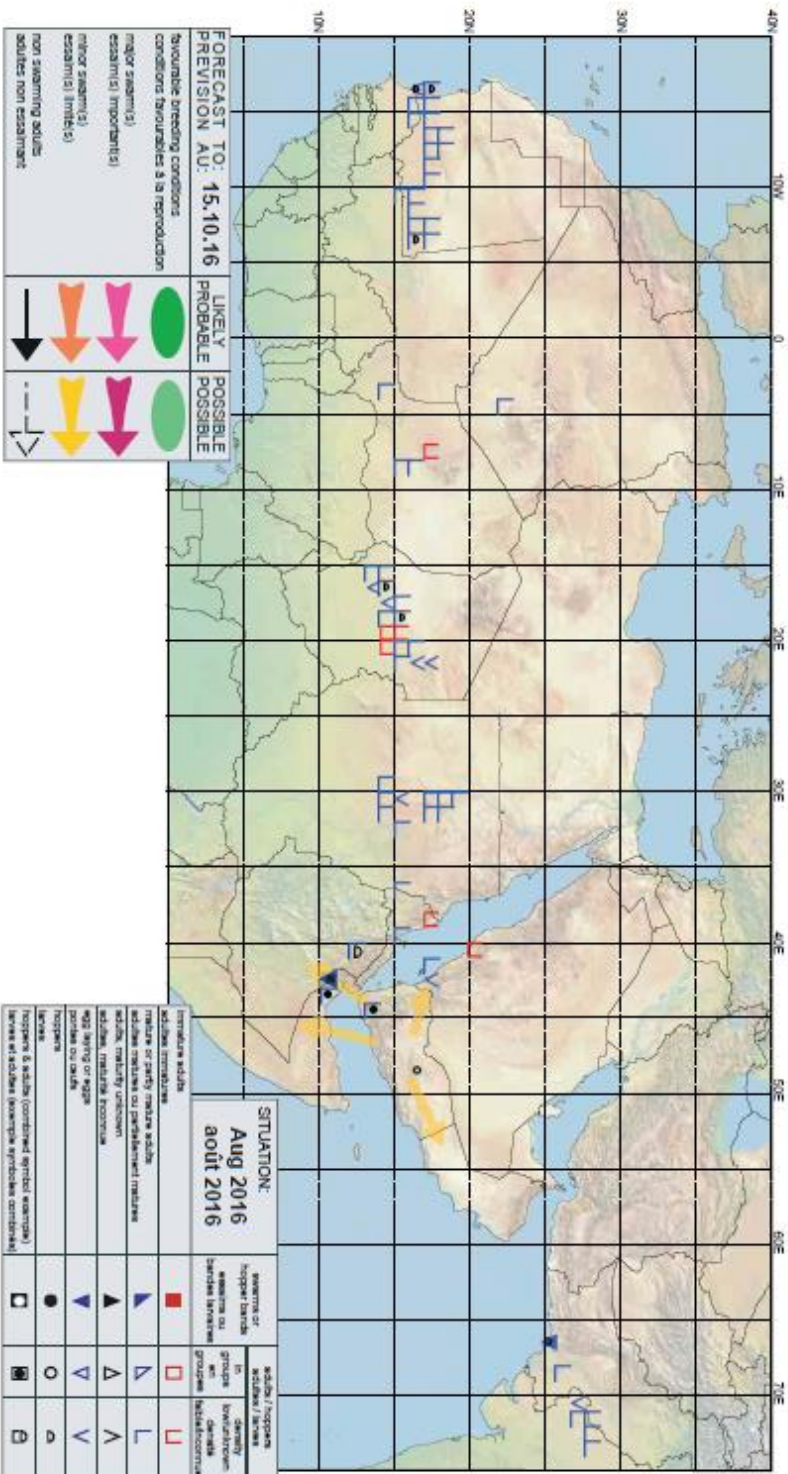
DESERT LOCUST BULLETIN

page 7 of 8



Desert Locust Summary Crique pèlerin - Situation résumée

455 



ANNEXE 2. DATA SHEET DJI S900

S900 Product Release Notes

Date :	August 4, 2014
S900 User Manual Version :	1.00
S900 ESC Firmware Version :	3.6

August 4, 2014 DJI Spreading Wings S900

S900 Overview

1. Safe and stable

- (1) The S900's V-type mixer design provides large amounts of propulsion while improving power efficiency. Combined with DJI flight controllers like the A2, it is guaranteed to remain stable even with the loss of a rotor.
- (2) A more reliable, safe, and simplified power wiring system is easy to setup, and eliminates the need for soldering. The main power cord uses an AS150 spark-proof plug and an XT150 plug, preventing creators from mixing up polarity when plugging in the battery, and also helping prevent short circuits.
- (3) All frame arms and the retractable landing gear are made from carbon fiber, ensuring light weight and high structural stability.

2. Professional hexacopter

- (1) Weighing approximately 3.3kg with a maximum takeoff weight of about 8.2kg, the S900 can easily carry equipment such as the Zenmuse gimbal systems and a set of shooting equipment. Used with a 6S 15000mAh battery it can fly for up to 18 minutes.
- (2) The gimbal is mounted low on the frame on a specifically designed bracket. When combined with our retractable landing gear, you have very wide range of possible shooting angles.
- (3) The gimbal and battery are mounted to the same bracket, with dampers placed between the bracket and the frame. This significantly reduces high-frequency vibrations and makes shots clearer and sharper. The battery tray's position also makes it more stable and convenient for mounting and dismounting.
- (4) The S900 supports most of the Zenmuse series of gimbals. **(The Z15-5D gimbal is not currently supported by the S900. Please use the S1000 platform when using the Z15-5D.)**

3. Portable and easy to use

- (1) All six arms can be folded down, and the 1552 folding propellers can be tucked away, minimizing the S900's size during transport.
- (2) To fly, simply lift the frame arms up, lock them in place with the red clips, and power up the system. This greatly saves on pre-flight prep time and you can be ready to fly in less than 5 minutes.
- (3) The upper center plate can be removed quickly, making it convenient and efficient to arrange or change the power system, control system, and other accessories.

4. Easy to control and fly

- (1) Each frame arm is designed with an 8° inversion and a 3° inclination, making the aircraft more stable when rolling and pitching, and more flexible when rotating.
- (2) Each frame arm has a built-in 40A electronic speed controller (ESC). When combined with the 4114 pro motor and high performance 1552 folding propellers, the S900 is capable of a maximum thrust of 2.5Kg.

S900 Product Release Notes

New Product Specification

Frame	
Diagonal Wheelbase	900mm
Frame Arm Length	358mm
Frame Arm Weight (with Motor, ESC, Propeller)	316g
Center Frame Diameter	272mm
Center Frame Weight (with Landing Gear Mounting Base, Servos)	1185g
Landing Gear Size	460mm(Length)×450mm(Width)×360mm(Height)
Motor	
Stator Size	41×14mm
kV	400rpm/V
Max Power	500W
Weight (with Cooling Fan)	158g
ESC	
Working Current	40A
Working Voltage	6S LiPo
Signal Frequency	30Hz - 450Hz
Drive PWM Frequency	8KHz
Weight (with Radiators)	35g
Foldable Propeller (1552/1552R)	
Material	High strength performance engineered plastics
Size	15×5.2 inch
Weight	13g
Flight Parameters	
Takeoff Weight	4.7Kg - 8.2Kg
Total Weight	3.3Kg
Power Battery	LiPo (6S, 10000mAh - 15000mAh, 15C(Min))
Max Power Consumption	3000W
Hovering Power Consumption	1000W (@6.8Kg Takeoff Weight)
Hovering Time	18min (@12000mAh & 6.8Kg Takeoff Weight)
Working Environment Temperature	-10°C - 40°C

ANNEXE 3. DATA SHEET DJI S1000

S1000 Product Release Notes

Date :	February 24, 2014
S1000 User Manual Version :	1.00
S1000 ESC Firmware Version :	3.6

February 24 2014 S1000 Launched

S1000 Overview

1. Safe and stable

- (1) The S1000's V type mixer design provides large amounts of propulsion while improving power efficiency. Combined with a DJI flight controllers like the A2, it is guaranteed to remain stable even with the loss of a rotor.
- (2) Integrated into the center frame is a power distribution system using our patented coaxial cable connector. It is more efficient, reliable and easy to install and eliminates the need for soldering. Its main power cord uses an AS150 sparkproof plug and an XT150 plug, preventing creators from mixing up polarity when plugging in the battery and preventing short circuits.
- (3) All frame arms as well as the retractable landing gear are made from carbon fiber, ensuring light weight and high structural stability.

2. Professional octocopter

- (1) Weighing approximately 4kg with a maximum takeoff weight of about 11kg, the S1000 can easily carry equipment as heavy as a 5D mark 3. Used with a 6S 15000mAh battery it can fly for up to 15 minutes.
- (2) The gimbal is mounted low on the frame on a specially designed bracket. When combined with our retractable landing gear, it offers a clear and wide shooting angle.
- (3) Gimbal and battery are mounted to the same bracket, with dampers placed between the bracket and the frame. This significantly reduces high-frequency vibrations and makes shots clearer and sharper. The battery tray's position also makes it more stable and convenient for mounting and dismounting.
- (4) Supports all Zenmuse Z15 gimbal systems.
- (5) Optimized for A2 wiring and installation, connecting an A2 flight controller and setting flight parameters is easy. The A2's antenna is kept away from any carbon fiber or metal, ensuring a better signal.

3. Portable and easy to use

- (1) All eight arms can be completely folded down and the 1552 folding propeller can be tucked away, minimizing the S1000's size for transportation.
- (2) To fly, simply lift the frame arms up, lock them in place with the red clips and power up the system. This greatly saves on pre-flight prep time.
- (3) On the center frame there are 3 XT60 power sockets and 8 positions reserved for equipment installation, making installs easier and tidier.

4. Easy to control and fly

- (1) Each frame arm is designed with an 8° introversion and a 3° inclination, making the aircraft more stable when rolling and pitching and more flexible when rotating.
- (2) Each frame arm has a built-in 40A electronic speed controller (ESC). When combined with its 4114 pro motor and high performance 1552 folding propellers, it is capable of a maximum thrust of 2.5Kg.

New Product Specification

S1000 Product Release Notes

Frame	
Diagonal Wheelbase	1045mm
Frame Arm Length	386mm
Frame Arm Weight (with Motor, ESC, Propeller)	325g
Center Frame Diameter	337.5mm
Center Frame Weight (with Landing Gear Mounting Base, Servos)	1330g
Landing Gear Size	460mm(Length)×511mm(Width)×305mm(Height) (Top width: 155 mm)
Motor	
Stator Size	41×14mm
kV	400rpm/V
Max Power	500W
Weight (with Cooling Fan)	158g
ESC	
Working Current	40A
Working Voltage	6S LiPo
Signal Frequency	30Hz - 450Hz
Drive PWM Frequency	8KHz
Weight (with Radiators)	35g
Foldable Propeller (1552/1552R)	
Material	High strength performance engineered plastics
Size	15×5.2inch
Weight	13g
Flight Parameters	
Takeoff Weight	6.0Kg - 11.0Kg
Total Weight	4.2Kg
Power Battery	LiPo (6S, 10000mAh-20000mAh, 15C(Min))
Max Power Consumption	4000W
Hovering Power Consumption	1500W (@9.5Kg Takeoff Weight)
Hovering Time	15min (@15000mAh& 9.5Kg Takeoff Weight)
Working Environment Temperature	-10 °C ~ +40 °C