

Exploration of A Robot Development Program for the Costa Rican Fire Department

An Interactive Qualifying Project Report

Submitted to the Faculty of

WORCESTER POLYTECHNIC INSTITUTE



*in partial fulfillment of the requirements for the
Degree of Bachelor of Science by:*

Kathryn Nippert

Kalani Picho

Jacob Ciolfi

Lisa Spalding

SPONSORED BY:

ANA MARIA ORTEGA, ENCARGADA DE LA UNIDAD DE T.I.

EL BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS DE COSTA RICA



Date: 5 March 2020

Professor James Chiarelli, Co-Advisor

Professor Darko Volkov, Co-Advisor

ABSTRACT

The goal of our project was to develop a comprehensive report on the potential benefits and implementation of a robot program for the Bomberos of Costa Rica to expand their capabilities in emergency situations and reduce risk to emergency personnel. We researched existing firefighting robot technology and conducted interviews of Bomberos stations in order to gather information about the most frequent and dangerous emergencies, and recommended action plans for developing a robotic program that would best benefit the needs of the Bomberos.

ACKNOWLEDGEMENTS

The success of this project was made possible thanks to the support of many individuals whom we would like to acknowledge. We would like to extend our sincerest gratitude towards every individual that supported us throughout this process. First and foremost, we would like to thank our sponsor, El Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, and Ana Maria Ortega, the head of the information technology unit who spearheaded the creation of this project. Ana Maria ceaselessly provided direction to our group, encouraged our involvement within El Cuerpo de Bomberos, and took time to share the local cuisine and culture with us.

We are especially grateful for Bombero Randall Torres Alvarado, who graciously provided the quantitative data required for our project and who aided our immersion into Costa Rican culture by traveling with us to Bomberos stations around Costa Rica. We always felt welcome traveling with him, as our group was greeted with cries of, "Randy!" and, "Batman!" (his alter-ego), from Bomberos he had become close to over his 28 years of service. Having said that, he offered us a unique experience in which we were able to discover and appreciate authentic Costa Rica in addition to our work.

We are grateful for our project advisors James Chiarelli and Darko Volkov who provided us with the guidance, valuable feedback, and direction needed to achieve success in our project. Their continued support and availability as a resource for any help that we needed allowed us to achieve our project goal. Our final thanks go to Worcester Polytechnic Institute and our site-coordinator Melissa Belz for their continued efforts in the preservations of relationships with sponsors abroad and the Interdisciplinary Qualifying Project allowing every student the opportunity to experience the adventure of a lifetime.

EXECUTIVE SUMMARY

For a translated version of the Executive Summary in Spanish, please see Appendix A.

Para una versión traducida del Resumen Ejecutivo en español, consulte el Apéndice A.

The role of first responders in emergency situations is crucial in saving lives yet poses significant threat to the first responders themselves. Among first response occupations, firefighting is very high risk in nature. Fire departments are responsible for responding to a variety of emergencies including structural, forest, and vehicle fires, medical emergencies, search and rescue missions, and hazardous material incidents. The threatening nature of such emergencies has brought about a movement to integrate innovative technology that can replace or reduce human interaction during emergency response.

El Cuerpo de Bomberos de Costa Rica is the national firefighting agency that is responsible for the safety and protection of the land and the citizens of Costa Rica. The Bomberos primarily responds to vegetation fires, bee incidents, hazardous material accidents, electrical and gas emergencies, and search and rescue calls. The number of emergencies per year the Bomberos have been responding to is trending upward, indicating an increasing need for solutions to reduce risk to firefighters. The Bomberos of Costa Rica would greatly benefit from the implementation of a robot program in order to assist first responders during emergencies.

Development of Methodology

The goal of our project was to develop a comprehensive report on the potential benefits and implementation of a robot program for El Cuerpo de Bomberos in an effort to expand their capabilities in emergency situations and reduce risk to emergency personnel. In order to ensure the success of our project in the allotted time, we identified four primary objectives:

1. Gain knowledge of the existing technological and response capabilities and procedures of El Cuerpo de Bomberos, and identify emergencies with the highest frequency or risk;
2. Develop an extensive understanding of existing robotic technologies and development programs;
3. Perform hands-on fieldwork and data collection at various Bomberos stations by interviewing active Bomberos members;

4. Create recommendations regarding potential uses for and implementations of robotic technologies in El Cuerpo de Bomberos.

In order to inform our execution of the project, we first needed to identify the existing technical capabilities and equipment of El Cuerpo de Bomberos. In order to gather this information, we referenced Bomberos archival data, the Manual de Competencias Esenciales para Bomberos Centroamericanos [Essential Skills Manual for Central American Bomberos] (CEBOC) and conducted interviews with administrators and firefighting teams of El Cuerpo de Bomberos. We analyzed the information we gathered and used it to recommend action plans to the Bomberos.

Major Findings

Through evaluation and analysis of Bomberos data and protocols, interviews, and extensive research regarding robot technology advancement programs and existing robots, we developed four main findings.

1. Current Cuerpo de Bomberos Protocols, Technology, and Statistics. El Cuerpo de Bomberos currently uses situation-specific protocols set forth by CEBOC in order to reduce risk to personnel at emergency sites. After consultation with our sponsor, we decided to focus on protocols involving four of the most common or dangerous emergencies: incidents involving bees; vegetation fires; electrical incidents; and hazardous material emergencies. The protocols set forth for these incidents are well detailed in the CEBOC manual and are centered around informed decision making in order to reduce risk to first responders and increase chances of survival for potential victims.

All emergency call information from 2014 to 2019 was analyzed to determine the prevalence of each incidence and identify trends. Through this analysis, we determined that the most common call received each year was incidents involving bees, accounting for nearly 30 percent of the total call volume during the six-year time period. It was apparent that the number of incidents involving bees, rescues and recoveries, and electrical emergencies have increased since 2014, with rescues and recoveries increasing at the greatest rate.

Furthermore, we investigated the well-established Bomberos drone program which began with few drones and several pilots. The program now provides drones to every province and has more than 20 registered pilots within the El Cuerpo de Bomberos. This versatile program allows for more informed decision-making that reduces risk to firefighters by providing clearer or more accurate measurements and observations during emergency situations.

2. Currently Available Firefighting & Rescue Robots. We researched currently available firefighting, rescue, and reconnaissance robots with a specific focus on land-based robots with diverse functionalities. We found several tank-like robots including: Colossus, developed by Shark Robotics; Thermite RS1-T4 and RS3-T1, developed by Howe & Howe; TAF35, developed by EMI Controls; and a reconnaissance Firefighter's Assistance Robot (FAR), developed by Hoya Robot Company. These robots demonstrate the wide range of uses of current technology and have the potential to aid with emergency response situations.

3. Established Rescue Robot Development Programs. A portion of our research focused on existing robotic technology advancement programs such as the Integrated Components for Assisted Rescue and Unmanned Search Operations (ICARUS) project and the Center for Robot-Assisted Search and Rescue (CRASAR). The ICARUS program was established and funded in 2012 by the European Union with the objective of developing data gathering robots in order to reduce risk and impact of crisis on citizens and search and rescue teams. The CRASAR program, created in 2001, promotes the effective use of unmanned air, ground, and marine vehicles by emergency response agencies. In addition, the program provides unmanned vehicle systems training to emergency personnel. Overall, we found that each technology advancement program shares the goal of increasing unmanned robotic integration in first response jobs in an effort to reduce risk to responders and allow for more rapid information gathering.

4. On-Site Interviews. On-site interviews with the Bomberos enabled us to gather pertinent information about which robotic capabilities would be most useful. We visited eleven stations and we conducted interviews at ten. Based on the interviews, we found that the most dangerous emergency call the Bomberos respond to is hazardous material incidents; however, there is only one full Hazmat Unit in Central America, located at the Bomberos station in Tibás. In addition,

all stations interviewed expressed that a versatile robot with cameras and sensors would be helpful for most emergency responses. The prevailing desired capabilities that the Bomberos mentioned for this hypothetical robot were camera or video feed, thermal or infrared camera, and a variety of sensors for temperature and chemicals, as well as potentially an arm or extension for the manipulation of objects.

Recommendations

Based on our findings we identified that the ability to gather information during emergency situations is among the largest challenges facing the Bomberos; in order to address this issue, we produced the following list of recommendations for El Cuerpo de Bomberos.

WE RECOMMEND THAT EL CUERPO DE BOMBEROS ESTABLISH A ROBOTIC DEVELOPMENT PROGRAM. Based on our interviews, we concluded that the Bomberos would benefit significantly from a robot that could aid in information gathering during emergency response situations. Due to the nature of the incidents the Bomberos respond to, it is dangerous for the Bomberos to acquire the relevant emergency data needed to make an informed decision. Therefore, a robot development program should be developed either by El Cuerpo de Bomberos or in collaboration with a local institution, organization, or company.

WE RECOMMEND THAT EL CUERPO DE BOMBEROS DESIGN AND IMPLEMENT A SPECIALIZED CHEMICAL DETECTING ROBOT AT THE TIBÁS STATION. The most dangerous emergencies for the Bomberos are hazardous material, or Hazmat, incidents. Due to this fact, we strongly recommend that the first robot developed as part of the established program be a chemical detecting robot to assist the Bomberos of the Tibás Hazmat Unit. This robot will need to be equipped with chemical sensors that can detect the presence and concentration of many hazardous materials including chlorine gas, hydrogen sulfide, and sarin gas. The robot should also be equipped with a camera for the transmission of live video feed to a Bomberos command center, a thermal camera, and temperature and movement detectors. This specialized robot is the best first step in the implementation of the Bomberos robot program; the chemical-detecting robot would increase firefighting safety and useful in Hazmat application.

WE RECOMMEND THAT AN ASSESSMENT OF THE HAZMAT ROBOT BE CONDUCTED TO INFORM THE FURTHER DEVELOPMENT OF OTHER ROBOTS.

Following the implementation of a Hazmat robot, an analysis should be completed to determine the effectiveness of the robotics program. If it is determined that the Hazmat robot provides benefit to the response efforts of El Cuerpo de Bomberos, the next step would be to develop new types of robots. We recommend that a general reconnaissance robot be developed and distributed to multiple provinces for the widespread implementation and further growth of the Bomberos robot program. This robot would have many of the same functions as the Hazmat robot; however, the chemical sensing abilities would not include the concentration of materials, as this information is less relevant in general emergency situations. This robot would consequently be less expensive to develop, and it would be more plausible to build and distribute several of these robots to Bomberos stations throughout Costa Rica.

Conclusion

Based upon our delve into the protocols, statistics, and narrative experiences of the Bomberos, we created a report on the potential applications and implementation of a robotics development program for El Cuerpo de Bomberos. During our background research and protocol examination we primarily focused on four main types of emergencies: bee emergencies; vegetation fires; electrical emergencies; and Hazmat incidents. Based on our research, we identified that hazardous material emergencies and gas leaks have the most suitable protocols for integrating robot technology. The narrative information gathered during interviews with the Bomberos confirmed that a robot would notably aid with Hazmat and gas leak emergencies. The previously stated suggestions and recommendations, if implemented, would establish a robotic development program at El Cuerpo de Bomberos and improve their emergency response capabilities while also reducing risk to firefighters.

AUTHORSHIP

Section	Primary Authors(s)	Editor(s)
Abstract	Kalani Picho	All
Acknowledgements	Kathryn Nippert	Lisa Spalding, Jake Ciolfi
Executive Summary	Kathryn Nippert	Lisa Spalding, Jake Ciolfi
1. Introduction	All	All
2. Background	All	All
2.1 Global Firefighting Trends and Technology	Jacob Ciolfi, Kathryn Nippert	Kathryn Nippert, Kalani Picho
2.2 El Cuerpo De Bomberos	Kathryn Nippert, Lisa Spalding, Kalani Picho	All
2.3 Primary Emergencies Addressed by El Cuerpo de Bomberos	Kalani Picho	All
2.3.1 Bee-Related Emergencies	Jacob Ciolfi	All
2.3.2 Vegetation Fires	Lisa Spalding	All
2.3.3 Electrical Emergencies	Kalani Picho	All
2.3.4 Hazardous Material Emergencies	Kalani Picho	All
2.4 Current Technology Used By El Cuerpo de Bomberos	Kalani Picho	All
2.5 Current Firefighting and Rescue Robot Technology	Jacob Ciolfi, Kalani Picho	Kathryn Nippert
2.6 Conclusion	Kalani Picho	All
3. Methodology	Kathryn Nippert, Kalani Picho	All
3.1 Establish Existing Capabilities and Emergency Statistics	Kathryn Nippert, Kalani Picho	Kalani Picho, Kathryn Nippert, Lisa Spalding

3.2 Identify Current Robotic Technology and Development Programs	Kalani Picho	Kathryn Nippert, Lisa Spalding
3.3 Perform On-Site Data Collection: Interviews	Kalani Picho, Lisa Spalding	Kalani Picho, Lisa Spalding
3.4 Develop Diverse Action Plans & Recommendations	Jacob Ciolfi, Lisa Spalding	Kalani Picho, Lisa Spalding
3.4.1 Identify Key Benefits of Robotics Program	Jacob Ciolfi	Kalani Picho, Lisa Spalding
3.4.2 Develop Recommendations	Lisa Spalding, Kalani Picho	Jacob Ciolfi
4. Findings	Kathryn Nippert	Jacob Ciolfi
4.1 Finding 1: Current Cuerpo de Bomberos Protocols, Statistics, and Technology	Kalani Picho, Jacob Ciolfi	Jacob Ciolfi
4.1.1 Bomberos Protocols and Equipment	Kalani Picho, Jacob Ciolfi	Lisa Spalding
4.1.2 Bomberos Emergency Statistics	Kathryn Nippert	Jacob Ciolfi, Lisa Spalding
4.1.3 Bomberos Technology	Kathryn Nippert	Jacob Ciolfi, Lisa Spalding
4.2 Finding 2: Currently Available Firefighting & Rescue Robots	Kalani Picho	All
4.2.1 Shark Robotics: Colossus	Jacob Ciolfi	All
4.2.2 Hoya Robot: Firefighters' Assistance Robot	Kalani Picho	All
4.2.3 Howe and Howe: Thermite RS1-T4 and RS3-T1	Lisa Spalding	Kalani Picho
4.2.4 EMI Controls: TAF35	Lisa Spalding	Kalani Picho
4.3 Finding 3: Established Rescue Robot Development Programs	Kathryn Nippert, Kalani Picho	Kalani Picho
4.3.1 The ICARUS Project	Kathryn Nippert	Lisa Spalding
4.3.2 CRASAR	Jacob Ciolfi	Kathryn Nippert

4.4 Finding 4: On-Site Interviews	Jacob Ciolfi, Kalani Picho	Kalani Picho, Lisa Spalidng
4.4.1 Acosta	Kathryn Nippert	Jacob Ciolfi, Lisa Spalidng
4.4.2 Coronado	Jacob Ciolfi	Kalani Picho, Lisa Spalidng
4.4.3 Tibás	Lisa Spalding	Jacob Ciolfi
4.4.4 Puriscal	Kalani Picho	Jacob Ciolfi, Lisa Spalidng
4.4.5 Belén	Jacob Ciolfi	Kalani Picho, Lisa Spalidng
4.4.6 Tres Ríos	Lisa Spalding	Jacob Ciolfi
4.4.7 Cartago	Kathryn Nippert	Jacob Ciolfi, Lisa Spalidng
4.4.8 Paraíso	Lisa Spalding	Jacob Ciolfi, Lisa Spalidng
4.4.9 Aeropuerto Juan Santamaría	Kalani Picho	Jacob Ciolfi, Lisa Spalidng
4.4.10 Sarchí	Lisa Spalding	Jacob Ciolfi
5. Conclusions and Recommendations	Kalani Picho	Jacob Ciolfi
5.1 Summary of Key Findings	All	All
5.1.1 Current Cuerpo de Bomberos Protocols, Technology, and Statistics	Lisa Spalding	Kalani Picho, Kathryn Nippert
5.1.2 Currently Available Firefighting & Rescue Robots	Kalani Picho	Kathryn Nippert, Lisa Spalidng
5.1.3 Established Rescue Robot Development Programs	Kathryn Nippert	Lisa Spalidng
5.1.4 On-Site Interviews	Kathryn Nippert	Kalani Picho
5.2 Recommendations	Kathryn Nippert	Jacob Ciolfi
5.2.1 Suggestions for Future Research	Kahryn Nippert	Kalani Picho,

5.3 Project Conclusions	Jacob Ciolfi, Kalani Picho	Kalani Picho
References	All	All
Tables	Kalani Picho, Kathryn Nippert	All
Appendix A: Resumen Ejecutivo [Translated Executive Summary]	Kalani Picho	All
Appendix B: El Cuerpo de Bomberos Application Detailed Data	Kathryn Nippert	Jacob Ciolfi
Appendix C: Bomberos Interview Questions	Jacob Ciolfi	Kalani Picho
Appendix D: Interview Travel Itinerary	Kathryn Nippert	Jacob Ciolfi
Appendix E: Bomberos Site Interview Transcripts	Jacob Ciolfi, Lisa Spalding, Kalani Picho	Kalani Picho, Jake Ciolfi

TABLE OF CONTENTS

ABSTRACT	i
ACKNOWLEDGEMENTS	ii
EXECUTIVE SUMMARY	iii
AUTHORSHIP	viii
TABLE OF CONTENTS	xii
TABLE OF FIGURES	xiv
TABLE OF TABLES	xv
1. INTRODUCTION	1
2. BACKGROUND	3
2.1 GLOBAL FIREFIGHTING TRENDS AND TECHNOLOGY	3
2.2 EL CUERPO DE BOMBEROS	4
2.3 PRIMARY EMERGENCIAS ADDRESSED BY EL CUERPO DE BOMBEROS	4
2.3.1 Bee-Related Emergencies	5
2.3.2 Vegetation Fires	6
2.3.3 Electrical Emergencies	8
2.3.4 Hazardous Material Emergencies	8
2.4 CURRENT TECHNOLOGY USED BY EL CUERPO DE BOMBEROS	10
2.5 CURRENT FIREFIGHTING AND RESCUE ROBOT TECHNOLOGY	10
2.6 CONCLUSION	13
3. METHODOLOGY	14
3.1 ESTABLISH EXISTING CAPABILITIES AND EMERGENCY STATISTICS	15
3.2 IDENTIFY CURRENT ROBOTIC TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT PROGRAMS	15
3.3 ON-SITE DATA COLLECTION: INTERVIEWS	16
3.4 DEVELOP DIVERSE ACTION PLANS & RECOMMENDATIONS	17
3.4.1 Identify Key Benefits of Robotics Program	18
3.4.2 Develop Recommendations	18
4. FINDINGS	19
4.1 FINDING 1: CURRENT CUERPO DE BOMBEROS PROTOCOLS, STATISTICS, AND TECHNOLOGY	19
4.1.1 Bomberos Protocols and Equipment	19
4.1.2 Bomberos Emergency Statistics	25
4.1.3 Technology	26
4.2 FINDING 2: CURRENTLY AVAILABLE FIREFIGHTING & RESCUE ROBOTS	28
4.2.1 Shark Robotics: Colossus	28
4.2.2 Hoya Robot: Firefighters' Assistance Robot	29
4.2.3 Howe and Howe: Thermite RS1-T4 and RS3-T1	30
4.2.4 EMI Controls: TAF35	30
4.3 FINDING 3: ESTABLISHED RESCUE ROBOT DEVELOPMENT PROGRAMS	31
4.3.1 The ICARUS Project	32
4.3.2 CRASAR	34
4.4 FINDING 4: ON-SITE INTERVIEWS	34
4.4.1 Acosta	34

4.4.2 Coronado	35
4.4.3 Tibás	36
4.4.4 Puriscal	36
4.4.5 Belén	38
4.4.6 Tres Ríos	40
4.4.7 Cartago	40
4.4.8 Paraíso	42
4.4.9 Aeropuerto Juan Santamaría	43
4.4.10 Sarchí	45
5. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	46
5.1 SUMMARY OF KEY FINDINGS	46
5.1.1 Current Cuerpo de Bomberos Protocols, Technology, and Statistics	46
5.1.2 Currently Available Firefighting & Rescue Robots	46
5.1.3 Established Rescue Robot Development Programs	47
5.1.4 On-Site Interviews	48
5.2 RECOMMENDATIONS	49
5.2.1 Suggestions for Future Research	51
5.3 PROJECT CONCLUSIONS	52
REFERENCES	54
APPENDIX A: Resumen Ejecutivo [Translated Executive Summary]	57
APPENDIX B: El Cuerpo de Bomberos Application Detailed Data	63
APPENDIX C: Bomberos Site Interview Questions	66
List of Bomberos Site Interview Questions in English	66
List of Bomberos Site Interview Questions in Spanish	66
APPENDIX D: Interview Travel Itinerary	68
APPENDIX E: Bomberos Site Interview Transcripts	69

TABLE OF FIGURES

FIGURE 1: PHOTOGRAPHY SHOWING AFRICANIZED HONEY BEE.....	5
FIGURE 2: SATELLITE IMAGE OF FIRE DISTRIBUTION OVER CENTRAL AMERICA. .	6
FIGURE 3: PHOTOGRAPH DEMONSTRATING THE TYPES OF WILDLAND FIRES.....	7
FIGURE 4: BOMBEROS FIREFIGHTING MOTORCYCLES.....	10
FIGURE 5: PHOTOGRAPH SHOWING COLOSSUS IN ACTION.	12
FIGURE 6: PHOTOGRAPH SHOWING THE SAFFIR ROBOT.	12
FIGURE 7: BOMBEROS STATION LOCATIONS WE VISITED.	16
FIGURE 8: BOMBEROS PORTABLE BEE VACUUM.....	20
FIGURE 9: BOMBEROS 4X4 BUGGY AND ATV.....	22
FIGURE 11: BOMBEROS HAZMAT TRUCK.	25
FIGURE 12: GRAPH OF FREQUENCY OF MOST COMMON EMERGENCIES OVER A 6- YEAR PERIOD.	26
FIGURE 13: DRONE IN USE BY BOMBEROS.....	27
FIGURE 14: BRIGADE DE SAPEURS-POMPIERS DE PARIS.....	29
FIGURE 15: HOYA ROBOT.....	29
FIGURE 16: THERMITE RS1-T4.....	30
FIGURE 17: TAF35 FIREFIGHTING ROBOT.....	31
FIGURE 18: 4X4 VEHICLE USED FOR LOW ACCESS ROADS.....	37
FIGURE 19: CUSTOM BACKPACK BEE VACUUM.....	39
FIGURE 20: BOMBEROS BEE PROTECTION SUIT.....	41
FIGURE 21: HANDHELD CHEMICAL SENSOR.....	41
FIGURE 22: SPECIALIZED FIRE TRUCKS AT SJO INTERNATIONAL.....	44

TABLE OF TABLES

TABLE 1: EMERGENCY REFERENCE NUMBERS AND CORRESPONDING EMERGENCIES.....	63
TABLE 2: EMERGENCY FREQUENCIES OVER 6-YEAR PERIOD AND PERCENTAGE OF TOTAL EMERGENCIES	64

1. INTRODUCTION

Costa Rica is internationally recognized as a country dedicated to preserving its natural resources, national rainforests, and incredible diversity of flora and fauna. Costa Rica has a tropical climate and copious amounts of rainfall for most of the year; however, this rainfall is accompanied by a dry season each year in about half the country, ranging from mid-November to April (Things to do in costa rica.). In the regions with a dry season, wildfires are common (Central Intelligence Agency). Wildfires may spread quickly and destroy everything in their path. In addition to wildfires, Costa Rica has a pressing issue involving Africanized Honey Bees, more commonly known as killer bees. Causing the highest number of emergency calls each year, Africanized Honey Bees are dealt with via capture and relocation whenever possible. The Costa Rican Fire Department, known as El Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, is a national agency that primarily responds to incidents involving fire relief and rescue. In Costa Rica, firefighters are known as “Bomberos” and are the first responders to emergencies that threaten the security of both citizens and the environment. In addition to fire emergencies, they are responsible for hazardous material accidents, search and rescue after floods, collapsed buildings, vehicle accidents, and even bee attacks or swarms (Bomberos de Costa Rica, 2019).

Responding to these emergencies can be slow and dangerous without appropriate knowledge of the severity of the incident. While the department has been effectively handling these emergencies, they recognize that technology could help them resolve issues more efficiently and with less danger to both the Bomberos and the citizens they serve. Fighting fires or responding to any emergency is dangerous work. The Bomberos are interested in a preliminary inquiry into how terrestrial robots could assist firefighters in performing difficult, high-risk endeavors.

Due to the high-risk nature of firefighting, there has recently been a movement across various countries to incorporate contemporary technology into the profession. Robots can be used to perform dangerous and challenging tasks in order to keep humans out of harm’s way; to this end, the use of robots in firefighting applications presents a wide range of opportunities to improve firefighting techniques and safety. In order to be effective, firefighting support robots should be able to perform tasks such as fighting fires, surveying the environment for hazards, providing medical supplies to victims, and assisting with emergency situations. New rover technology has

the capability to gather real-time information during emergency situations, to increase safety in fire response, and to potentially reach victims and incidents before firefighters are able to do so.

The Santo Domingo technical branch of El Cuerpo de Bomberos de Costa Rica has begun a preliminary investigation into robot technology that could assist firefighters in the field. The objective is to identify robotic technology and technology development programs that, if implemented by El Cuerpo de Bomberos, could improve emergency identification and information gathering and reduce risk to firefighters. Our team researched current firefighting robot technology and obtained a detailed understanding of its uses, capabilities, and plausible implementations and applications for the Bomberos. We collaborated with the Bomberos and Costa Rican Fire Department officials and administrators in order to gain access to relevant data, including emergency classification, incident statistics, and coordinate visits to 11 different Bomberos stations. An analysis of the above-mentioned data was conducted in order to determine which capabilities would be most advantageous for the Bomberos. Ultimately, our team gathered information on uses for robots, the state of fire-fighting robotic technology, and the challenges facing the Costa Rican firefighters in order to provide recommendations on how to integrate robotic technology in order to increase the efficiency and safety of firefighters.

2. BACKGROUND

This section gives an overview of the research conducted in order to gain a better understand the nature of emergency situations globally and in Costa Rica, the responsibilities and structure of El Cuerpo de Bomberos, the Bomberos' current use of robotics, and the current and prospective use of robot technology to improve firefighting capabilities.

2.1 GLOBAL FIREFIGHTING TRENDS AND TECHNOLOGY

Firefighting is a longstanding practice, with the first organized group recognized to have begun in 24 BC under emperor Augustus in Ancient Rome. Fires were extinguished by rows of people passing buckets of water towards the blaze, while using axes to separate burning fuel from potential fuel in order to prevent fires from spreading. In very large blazes, sometimes buildings in the path of fires would be leveled to prevent the fire from continuing to spread (National Academy of Emergency Dispatch). While destroying buildings to starve fires of fuel is certainly extreme, it was a necessary tactic when the only available technology to extinguish fires was buckets of water.

Fire engines were one of the first major technological advancements for fighting fires. They first appeared as large water tubs wheeled to the site of fires in the 1600's and were replaced by steam engines during the 1800's. Hoses were first used for fighting fires in the late 1600's and, coupled with newly-invented pumping devices, greatly increased firefighting capabilities in comparison to water buckets. Internal combustion engines and motorized pumps were introduced in the early 1900's and were the most significant advancement in firefighting technology before modern times (National Academy of Emergency Dispatch).

In the late 1900's, numerous new technologies made firefighting safer and more effective. These advancements include the use of a self-contained breathing apparatus to protect and monitor a firefighter's respiratory system, and thermal imaging cameras to locate hot spots and assist in rescue operations (FireRescueOne Staff, 2014). The now standard use of these devices in modern fire departments shows the adaptation of advanced technology and electronics in firefighting. One of the next major opportunities for the advancement of firefighting technology is the use of robots to assist and protect firefighters.

2.2 EL CUERPO DE BOMBEROS

El Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, the Costa Rican Fire Department, was established in 1865 and functions as the first response body to provide prevention and protection resources to increase security of life, property, and the environment. El Cuerpo de Bomberos has 76 fire stations across the country, which collectively respond to over 60 million emergencies annually (Bomberos de Costa Rica, 2019). The “Bomberos”, firefighters of El Cuerpo de Bomberos, are the first responders to emergencies that threaten the security of the environment or any citizen. In addition to responding to fire emergencies, the Bomberos respond to search and rescue missions, electrical problems, and even insect swarms such as “killer” or Africanized Honey Bees (Bomberos de Costa Rica, 2019). The nature of the dangers presented by electrical emergencies and Africanized Honey Bees will be elaborated on in Section 2.3.

As previously mentioned, the Bomberos respond to many types of incidents. In addition to wildfires, Costa Rica also experiences building fires that pose a serious threat to civilians living in affected areas making response protocols a top priority of the Bomberos. In 2018, the central emergency dispatch of Costa Rica (OCO) responded to 1,126 structural fires (Bomberos de Costa Rica, 2019). Gathering information on the layout of a building and where the fire originated or is burning can be challenging without sending firefighters into the building, which is a large risk as the conditions inside of a burning building can be extremely dangerous. Moreover, identifying the location of civilians within a burning building may present difficulties and this is pertinent information for firefighters.

2.3 PRIMARY EMERGENCIES ADDRESSED BY EL CUERPO DE BOMBEROS

El Cuerpo de Bomberos responds to a variety of different emergencies across Costa Rica. In the following sections, we will provide information about four emergency situations addressed by El Cuerpo de Bomberos: bee-related emergencies, vegetation fires, electrical emergencies, and gas and chemical emergencies. These categories will be the focus of efforts to improve the safety and efficiency of the Bomberos.

2.3.1 Bee-Related Emergencies

Bee-related emergencies represent one of the most frequent emergencies addressed nationally by El Cuerpo de Bomberos. In the past six years, the Bomberos have responded to 95,128 emergency calls pertaining to bees, which account for nearly 25 percent of total emergencies responded to during that time (Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, 2019). Costa Rica has a prominent and growing problem with Africanized Honey Bees, colloquially known as killer bees.

Africanized Honey Bees are not native to Costa Rica and are closely related to the European Honey Bee. The European Honey Bee, commonly referred to simply as a honey bee, is the most geographically distributed honey. This honey bee is native to Eastern Europe but is now found across all continents except Antarctica due to humans spreading it for honey production. The European Honey Bee is preferred for honey production because it creates a large and harvestable honey store to survive through winter or periods of heavy rain, while other honey bee species, such as the stingless honey bees native to Costa Rica, do not create such a store. The European Honey Bee was brought to Central America in the 1600s for honey production and flourished; however, they struggled in South America due to harsher climate. African Honey Bees were imported to Brazil in the mid 1900's to crossbreed with European Honey Bees in an attempt to create a species with the temperament and honey production of European Honey Bees, and the African Honey Bee's ability to thrive in the tropical climate. Some of these African Honey Bee swarms escaped, and after crossbreeding with European Honey Bees in the wild to produce Africanized Honey Bees they quickly spread as far north as the southern United States by 1990 (Requier, 2019).



Figure 1: Photography Showing Africanized Honey Bee, (Jeffrey W. Lotz).

Africanized Honey Bees have taken over the majority of other local bee populations by interbreeding with them and producing Africanized queen bees and are the cause of many more bee attacks than their European relatives due to their territorial and defensive nature. As a result of these tendencies, Africanized Honey Bees have gained a reputation as “killer bees,” which has

come with a number of misconceptions. First, Africanized Honey Bees are not entirely different from the well-known European honey bees as these Africanized colonies are most often the result of Africanized bees breeding with European bees. The Africanized Honey Bee offspring have a slightly shorter development period, by one day, resulting in them being able to outcompete the European bees and take over the hive. Second, Africanized bees are not inherently more dangerous in that their sting is not worse than European stings and they do not actively seek out targets to attack. Physically, Africanized Honey Bees are slightly smaller than their European counterparts. The perceived increased danger is due to the Africanized bees' tendency to become provoked more easily, and increased willingness to follow targets greater distances and attack in larger numbers. (Confederación De Cuerpos De Bomberos Del Istmo Centroamericano, 2017a). This causes problems when trying to remove nests and suppress swarms, a responsibility which falls on the Bomberos.

2.3.2 Vegetation Fires

Forest fires are a leading danger that firefighters face, primarily during Costa Rica's dry season. Wildfires can span miles of forest and are largely unpredictable regarding speed and direction, especially in a mountainous country like Costa Rica. The containment of wildfires is difficult but necessary in order to prevent damage to the land and mitigate risk to residents and their property.

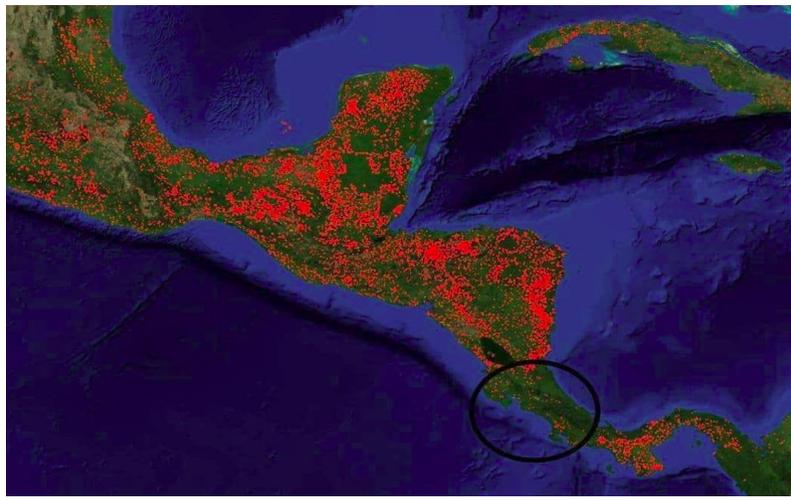


Figure 2: Satellite Image of Fire Distribution Over Central America, (Zúñiga, 2019).

Since 2014, the Bomberos have responded to nearly 60,000 vegetation and forest fires (Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, 2019). Due to the efforts of the Bomberos, Costa Rica has a strong record of effectively fighting forest fires in comparison to surrounding countries.

There is a large variety of vegetation fires, typically classified by what material is burning. The six types of fires recognized by the Bomberos as vegetation fires are grass, grass and bush, scrub, forest or undergrowth, forest waste, and waste. The Bomberos' response is dictated by how the fire behaves, including the size of the fire and rate of travel across land. The fire behavior is greatly affected by the weather, especially humidity, wind patterns, and rain. In addition, the topography of the land can influence the direction in which the fire moves. For example, fires move more quickly when traveling uphill than when moving downhill, so the mountainous terrain of Costa Rica can greatly influence where and how quickly a wildfire spreads.

There are three layers of the forest where fires can burn. The first is a surface fire, which burns along the surface and in the lower level of the trees. This is typically the layer where forest fires start and is also the most common type. The next layer where fires burn is the crowns or tops of trees. There are two types of crown fires: the first type moves with the ground fire and can be extinguished when the ground fire is put out, and the other type advances rapidly and independently of the lower-level fire, often propelled by the wind. The behavior of these crown fires is rare yet very dangerous, making them difficult to suppress. A fire in the third layer of

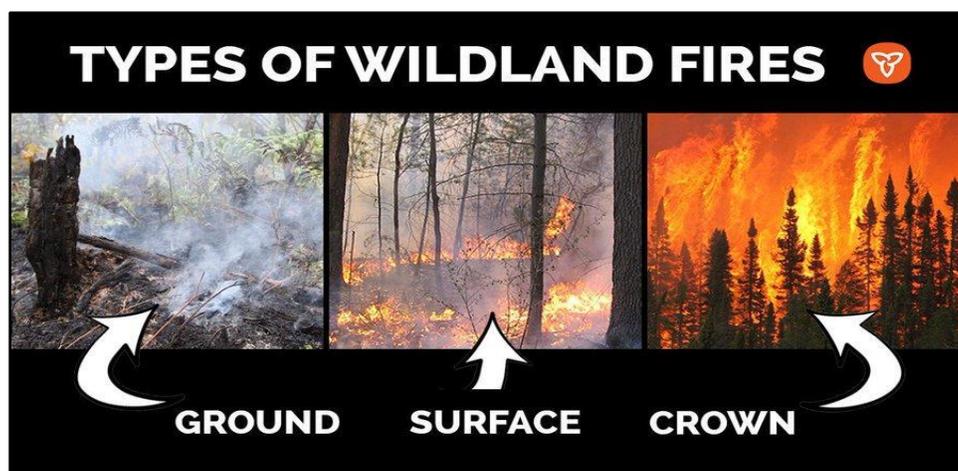


Figure 3: Photograph Demonstrating the Types of Wildland Fires, (Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry, 2019).

forest is called a ground fire or underburn. This type of fire burns beneath the surface layer of the forest without any flames and can remain undetected if no other layer of the forest is on fire. This type of fire also poses a risk of igniting other layers of the forest (Confederación De Cuerpos De Bomberos Del Istmo Centroamericano, 2017).

2.3.3 Electrical Emergencies

El Cuerpo de Bomberos also responds to numerous emergencies involving electrical hazards. Electrical emergencies account for over 10% of the total emergencies addressed by the Bomberos in the six-year period from 2014 to 2019 (Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, 2019). Emergencies involving electricity can be extremely dangerous to both civilians and firefighters because, unlike flames, electricity cannot be seen, heard, or smelled. As such, electrical hazards are often not identified soon enough to prevent injury. Electrical accidents have three main causes: 34.5% are caused by direct contact, 17.5% are caused by indirect contact, and 48% are caused by electrical arc, electric current that passes through the air between two ungrounded conductors (Confederación De Cuerpos De Bomberos Del Istmo Centroamericano, 2017a).

Some of the most common electrical failures attended to by the Bomberos include short circuits, insufficient electrical grounding, electrical overload, and damaged electrical installations. In addition, fallen electrical cables represent a significant risk to firefighters and civilians. A fallen cable can transmit electricity to nearby metal objects and, when touching the ground, disperses current through the ground in a wide radius around the cable. This means that nearby civilians and firefighters are in danger even if they do not make direct contact with the cable. These types of electrical emergencies, which present significant hazards to humans, present an opportunity for the use of robotics to reduce the risk of electrical injuries.

2.3.4 Hazardous Material Emergencies

El Cuerpo de Bomberos is also responsible for responding to emergencies involving hazardous materials. The organization defines a “Material Peligroso” [Hazardous Material] as any chemical element, compound, or mixture that can cause harm to people, property, or the environment if not properly contained (Confederación De Cuerpos De Bomberos Del Istmo Centroamericano,

2017). The material can be a solid, a liquid, or a gas, and can be either in a natural or processed form. El Cuerpo de Bomberos considers weapons of mass destruction under the classification of hazardous materials; these include devices that release hazardous poisons, chemicals, or radiation into the surrounding area. The toxins released by these devices are classified into two categories: chemical agents (chemical compounds or elements) and biological elements (living organisms or their by-products).

El Cuerpo de Bomberos uses three levels of classification to denote the extent of hazardous material incident:

1. **Low Risk:** These incidents only require evacuation of the immediately affected building or area. No immediate threat to life or property is present, and the incident can be quickly handled by first responders;
2. **Medium Risk:** These incidents require the assistance of a specialized Hazardous Material Unit. Response personnel must define protection zones around the incident, as the situation has the potential to evolve into one that causes detrimental effects on human health and property;
3. **High Risk:** These incidents affect extensive areas and present great risk to life and property. Response efforts require a Hazardous Material Unit and the use of large amounts of resources. In addition, these emergencies necessitate involvement at the state level in order to gather and coordinate resources.

These categories enable the Bomberos to formulate the proper response strategy for each hazardous material incident and effectively coordinate available resources.

2.4 CURRENT TECHNOLOGY USED BY EL CUERPO DE BOMBEROS



Figure 4: Bomberos Firefighting Motorcycles, from Barrio México Bomberos Station, San Jose, Costa Rica. February 21, 2020.

El Cuerpo de Bomberos is currently using numerous new technologies to improve the safety and efficiency of their firefighters. In 2017, the San Jose branch of El Cuerpo de Bomberos acquired four “firefighting motorbikes”: BMW motorcycles specially outfitted for use by firefighters.

Each motorcycle has side-mounted tanks that carry 50 liters of water, with a 30-meter hose capable of shooting water at 300 PSI (Rico, 2018). The main benefit of these motorbikes is that they enable firefighters to reach fire sites quicker than they would be able to with traditional

firefighting vehicles. The bikes allow firefighters to easily navigate the traffic in San Jose and decrease the time it takes for firefighting personnel to provide life-saving aid, as firefighters mounted on these motorcycles can reach the scene of a fire in half the time of a firetruck (Rico, 2018).

In addition, students from the University of Costa Rica began designing a prototype robot that would assist the Hazardous Material Unit of El Cuerpo de Bomberos. Unfortunately, the project was never completed; however, the original concept was to develop a chemical-sensing robot that would enable firefighters to evaluate an area before entering, resulting in less risk for first responders (Mora Rojas, 2016). This investigation into a chemical sensing robot demonstrates that the Bomberos are open to expanding their robotic arsenal.

2.5 CURRENT FIREFIGHTING AND RESCUE ROBOT TECHNOLOGY

According to the Institute of Electrical and Electronics Engineers, “A robot is an autonomous machine capable of sensing its environment, carrying out computations to make decisions, and performing actions in the real world” (Erico Guizzo). However, for the purposes of this project a robot is a machine with sensor driven, semi-autonomous operation. This includes remote-controlled vehicles that are driven by a human operator from a safe distance. Robots are primarily used to do tasks deemed unfit for humans. These tasks include dirty jobs in poor

conditions, dull jobs with high repetition and little thinking, and dangerous jobs in hazardous conditions which present a high risk to humans (Hangar Technology, 2018).

Firefighting is a dangerous job as it requires putting one's life on the line to save others. Firefighters often enter buildings that are on fire, filled with smoke, or structurally unstable. The precise conditions of emergencies are often unknown, but firefighters enter regardless in order to help victims. Robots could make this job less dangerous by entering the building on behalf of firefighters, either to directly address the fire and assist victims, by bringing them oxygen for example, or to gather more information for firefighters to better prepare before entering the blaze. The threatening nature of these disasters has brought about a movement to integrate innovative technology that can replace or reduce human interaction during emergency response. Robot technology identified in this project is not meant to replace the need for firefighters, but instead is intended as a tool to decrease the risks associated with firefighting.

There is a wide variety of robots in use today designed for rescue and reconnaissance during emergency situations. The primary function of these robots is to reduce the need for first responders to enter unsafe conditions, the injuries and deaths caused by incidents, and to gather more information regarding the emergency so responders can better plan how to tackle the incident. Many firefighting robots are capable of core tasks such as locating and controlling fires, analyzing hazards, and providing search and rescue support. These rovers are often semi-autonomous and can be remotely controlled, sometimes from up to 200 miles away (EKU Online, 2017). The robots rely on multiple sensors to navigate and gain information from their environment and relay this information back to their human controllers. As each firefighting robot is created to work in different situations, the designs vary from humanoid robots capable of climbing ladders and using valves or doorknobs to large tank-like vehicles with a connection to a fire hose or water source.

One example of a firefighting robot currently in use is “Colossus,” a robot designed by Shark Robotics for the French fire department. This 1100-pound tank-like behemoth launches over 660 gallons of water per minute through a motorized fire hose. Colossus can access dangerous areas unfit for humans, and helped firefighters prevent the complete collapse of the Notre Dame Cathedral in France during the fire in April 2019 (Holley, 2019).



Figure 5: Photograph Showing Colossus in Action, (Holley, 2019).

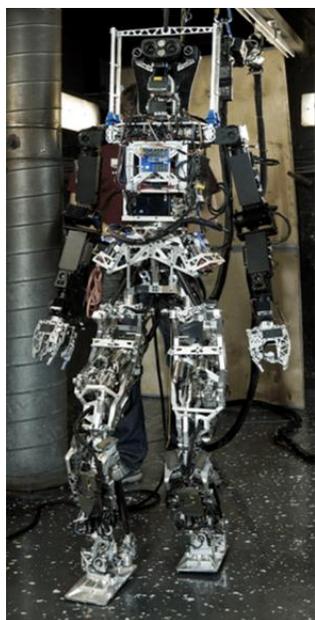


Figure 6: Photograph Showing the SAFFiR Robot, (U.S. Navy, 2015).

SAFFiR, another fire fighting robot, is a 5 '10", 143 lb humanoid that the US Navy is developing to extinguish shipboard fires (Shadbolt, 2015). In contrast to Colossus, SAFFiR was built to navigate the tight passageways of Navy ships, which would be difficult for a traditional rover to traverse. Both robots were designed with the specific location and needs of the local fire-fighting force in mind.

Among all firefighting robots, there are several central systems and functionalities that effective rovers share. First, these robots can navigate a dynamic environment while simultaneously inspecting their surroundings and relaying information back to a user. Firefighting and rescue robots can also be capable of evaluating hazards in the environment and finding optimal paths for rescuers to reach survivors (M. & Bhide, 2014). These capabilities enable firefighting and rescue robots to assist first responders in a variety of emergency situations.

2.6 CONCLUSION

The background section provides an overview of the research that our team conducted in order to better understand the needs of our sponsor, El Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, and the state of current firefighting rover technology. Based on this research, our group gained an understanding of the core problems we will address and the feasibility of potential solutions. This information will enable us to develop a clear and focused methodology that expands upon our research and aids in the formulation of our recommendations to El Cuerpo de Bomberos.

3. METHODOLOGY

The goal of our project was to develop a comprehensive report on the potential benefits and implementation of a robot program for the Bomberos of Costa Rica in an effort to expand their capabilities in emergency situations and reduce risk to emergency personnel. We employed several qualitative and quantitative methods to gather the knowledge and information required to achieve this goal. The following was our list of objectives set forth in order to break the project down into several parts:

1. Gain knowledge regarding the existing technological and response capabilities and procedures of El Cuerpo de Bomberos, and identify emergencies with the highest frequency and/or risk;
2. Develop an extensive understanding of existing robotic technologies and development programs;
3. Perform hands-on fieldwork and data collection at various Cuerpo de Bomberos stations by interviewing active Bomberos members;
4. Create recommendations for action plans regarding potential uses, options, and implementations of robotic technologies for El Cuerpo de Bomberos.

In order to inform our execution of the project, we needed to understand the current conditions within El Cuerpo de Bomberos. This included two areas of knowledge: identifying existing technical capabilities and equipment of the Bomberos and learning about the types and frequency of emergencies that they service. We collected information about these topics using quantitative and qualitative methods. We consulted El Cuerpo de Bomberos archives, the BomberosCR phone application, and the Manual de Competencias Esenciales para Bomberos [Essential Skills Manual for Central American Bomberos] (CEBOC) and conducted interviews with Bombero administrators and firefighting teams. This data helped us to develop our action plan and identify key stakeholders, such as those who would operate the rover, and the Bomberos that would directly benefit from robot usage.

This chapter describes the approach and methods employed in order to achieve the four goals identified above. Throughout the data collection process, we did not collect any sensitive data, and all identifying responses were gathered with informed consent from the source.

3.1 ESTABLISH EXISTING CAPABILITIES AND EMERGENCY STATISTICS

In order to establish the most effective uses of potential robots, we evaluated and analyzed emergency response statistics and protocols of El Cuerpo de Bomberos. We collected statistics regarding the most common emergencies warranting a response from the Bomberos, as well as the resources and protocols used to respond to each situation. The BomberosCR cell phone application is software that the public can download free of charge and is updated by the Bomberos with emergency response data. This application was used to gather and analyze statistics pertaining to the classification and frequency of emergencies. Furthermore, a six-year incidence report was created in order to identify emergency call trends by time and location. This analysis included the total number of all incidents from January 1st, 2014, to December 31st, 2019, as well as a breakdown by province and emergency by type. This report was further broken down by year to indicate trends of each emergency.

Additionally, protocol information was collected from the CEBOC Manual of Essential Skills for Central American Firefighters regarding:

- Control and extinction of structural fires and forest fires;
- Personal protection equipment for Bomberos;
- Search and rescue operations;
- Hazardous material incidents;
- Electrical incidents;
- Africanized bee incidents.

Evaluating current response protocols and emergency response statistics regarding each of the above-mentioned emergencies allowed us to specify in which situations and in what ways a rover would be able to assist the Bomberos.

3.2 IDENTIFY CURRENT ROBOTIC TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT PROGRAMS

Once we established the current resources and protocols in use by El Cuerpo de Bomberos, we conducted detailed research concerning available robot technology. We originally identified two options for integrating firefighting rovers into El Cuerpo de Bomberos forces: purchasing robots from external suppliers; or developing robots in-house. However, after conversation with our

sponsor we were informed that because El Cuerpo de Bomberos is a government agency, they are unable to collaborate with or purchase items from companies or organizations that are not based in Costa Rica. Nevertheless, we thoroughly investigated current robot technology around the world alongside robot development programs while acknowledging that any robotic technology research would be presented exclusively as informative findings. During our online research, we collected information about firefighting robots; this includes currently available robots and their capabilities, and pre-existing firefighting robot programs. This information provided us with an extensive understanding of the implementation and usage of robots and potential fire fighting applications, which allowed us to present the Bomberos with practical recommendations of how to best implement a robotics program.

3.3 ON-SITE DATA COLLECTION: INTERVIEWS

In order to gain further insight into the benefits of a robotics program for El Cuerpo de Bomberos and develop an implementation plan, we conducted data collection on-site at the following stations: Acosta; Coronado; Tibás; Tres Ríos; Paraíso; Cartago; Puriscal; Belén; Aeropuerto Juan Santamaría; and Sarchí. An itinerary of our travels can be found in Appendix D. The research previously conducted about robotics programs and potential rovers gave us a general understanding of the options available for robot development and usage at Bomberos locations. This information guided our interviews when visiting sites and collecting data.

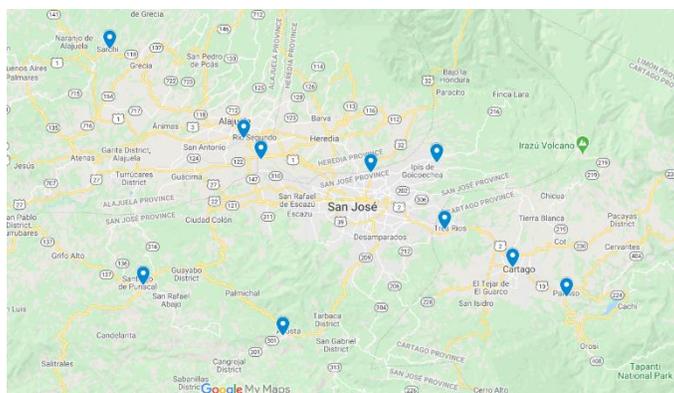


Figure 7: Bomberos Station Locations We Visited.

In order to learn more about common emergencies and response practices, we conducted interviews with on-site personnel regarding station responses to emergencies, frequency and danger of different incidents, and how a robot could assist with emergency response. Our team used a semi-structured interview format, and the questions used during the interviews can be

found in Appendix C. We chose this interview style because it enabled us to deviate from the script in order to gain the most relevant information at each station and allowed the conversation to flow naturally. Our group took notes during the interviews, and audio-recorded and transcribed each session for reference. The transcriptions of these interviews can be found in Appendix D. In addition, we requested that each interviewee sign a release form prior to the interview and informed them of the purpose of our project and how we would use the information collected. The release form indicated that each interview would be recorded, and all responses collected could be referenced for our project.

We spoke with Bomberos members in various positions, including administrators and first responders, in order to obtain a wide range of perspectives. We collected the results of the interviews, reviewed the responses, and organized the common trends and themes throughout. These interviews provided insight into Bomberos' responsibilities, common and dangerous emergencies, what can occur during these emergencies, and the areas in which the Bomberos believe a robot could improve or aid their capabilities and reduce risk. A summary of each interview can be found in Section 4.4.

3.4 DEVELOP DIVERSE ACTION PLANS & RECOMMENDATIONS

Once we established the existing capabilities of El Cuerpo de Bomberos and current fire fighting robot technology and programs, our group developed multiple action plans that served as our main deliverable. Based on the data gathered through archival analysis, online research, and interviews, these action plans outlined how a robotics program could be implemented into pre-existing Cuerpo de Bomberos forces and protocols. We developed multiple plans of action in order to present the Bomberos with a variety of approaches for creating a robotics program that will suit their needs. In addition, we provided multiple options for robot functionality, as no one robot can adequately address all required applications. Along with these action plans, we provided recommendations detailing the most feasible options moving forward for the Bomberos.

3.4.1 Identify Key Benefits of Robotics Program

Using the methods described above, we determined the situations that could benefit the most from the assistance of a robot. In researching the capabilities of current terrestrial and firefighting robots, we determined the tasks that modern robotic technology can accomplish. By comparing current robot capabilities with the requirements of each emergency the Bomberos respond to, we were able to determine which situations could be resolved with less danger or more efficiently with the use of a robot.

3.4.2 Develop Recommendations

After identifying key benefits, our group developed multiple action plans and recommendations detailing options for the implementation of a robotics program. Our goal was to provide different options that show a clear path forward for the firefighters to implement robotics in Cuerpo de Bomberos response services. The action plans outline the different steps needed in order to develop a robotics program and deploy effective robots in current Bomberos response efforts.

These recommendations were developed based on the results of both our research and interviews with the Bomberos. Using information from sources both internal and external to El Cuerpo de Bomberos enabled us to make recommendations based on a broad view of robotics in firefighting. In addition, these action plans are customized to the specific organization and needs of El Cuerpo de Bomberos. These recommendations were provided to the Bomberos at the end of the project as a key deliverable to advise the future implementation of a robotics program.

4. FINDINGS

This chapter begins with the findings of our investigations and of current technology, protocols, and Bomberos data pertaining to different emergency situations. Through analysis of the data collected, we made several findings that guided our recommendations and conclusions. After reviewing this data, we attempted to find currently available robot technology compatible with the Bomberos, bearing in mind the current protocols, technology, and findings of the Bomberos data analysis. Aside from researching specific commercially available robots, our research aimed to determine how robot development programs operate and were established. The commercially available robots that we researched cannot be bought by El Cuerpo de Bomberos due to purchasing restrictions preventing the Bomberos, as a governmental agency, from importing equipment. However, these robots still give a sense of the capabilities of current firefighting robot technology. This chapter concludes with several interviews with Bomberos personnel that allowed for further insight into the different types of calls the Bomberos respond to, and prospective uses for a robot.

4.1 FINDING 1: CURRENT CUERPO DE BOMBEROS PROTOCOLS, STATISTICS, AND TECHNOLOGY

4.1.1 Bomberos Protocols and Equipment

El Cuerpo de Bomberos currently uses situation-specific protocols to direct firefighting personnel and reduce risk at emergency sites. It was critical for our group to understand the strategies currently used by the Bomberos in order to identify the ways in which robots could be incorporated and provide benefit to firefighting personnel. After consultation with our sponsor, we chose to focus on protocols involving four of the most common or dangerous emergencies addressed by the Bomberos: incidents involving bees, vegetation fires or wildfires, electrical incidents, and gas leaks. Of the desired protocol data mentioned in Section 3.1 of our Methodology, we chose to focus on gathering information about these emergencies because we felt that they were most relevant to the scope of our project. The majority of the information gathered about these protocols came from the “Manual De Competencias Esenciales Para Bomberos Centroamericanos”, or “Manual CEBOC”, written by the Confederación De Cuerpos De Bomberos Del Istmo Centroamericano, a confederation of nine different Central American

firefighting companies that worked together to develop a common recommended operational protocol and published it in this CEBOC Manual.

Bee-Related Emergencies

Depending on any number of situational factors, the CEBOC Manual dictates two main courses of action for Bomberos responding to incidents involving bees: either capture and relocate the bees or kill them. Capturing and relocating the bees is the highly preferred and recommended action due to the ecological importance of the bees as pollinators. The only scenario in which bees may be killed is if it is necessary to preserve human life. When responding to incidents involving bees, Bomberos are instructed to refrain from the use of lights or sirens and limit noise, lights, and strong odors to avoid agitating the bees. The Bomberos must also take care to avoid crushing any bees, as this releases a pheromone that attracts other bees. If the bees can be captured securely and safely, transportation for them is available, and there is a beekeeper willing and able to accept them, the bees can be captured with the intent to relocate. Several methods of capturing bees include the use of a vacuum cleaner, leaf blower, bag, or box. Both vacuum cleaner and leaf blower are configured to provide suction into a bee-safe container. Any kind of filter that may be traditionally installed on the vacuum cleaner to collect dust or debris must first be removed. The bees are sucked into the container, where they can be delivered to or picked up by a beekeeper. The most commonly used method to collect bees is a modified vacuum, such as the one in Figure 8 below that is in use by the Belén Bomberos Station. The



Figure 8: Bomberos portable bee vacuum, from Belén Bomberos Station, Belén, Costa Rica. February 21, 2020.

above pictured vacuum in Figure 8 was created by the firefighters at the station to use when responding to bee emergencies. The large box allows an entire bee swarm to be safely contained, while the backpack style allows the Bombero to maneuver to the hive and adapt to the situation, such as climbing a tree to reach the bees (Belén Station Bomberos, personal communication, February 21, 2020).

The concept of using a bag or box is simple. The difficult part is making sure there are no gaps large enough for a bee to escape while allowing enough air in that the bees will not suffocate. The container is used by carefully getting the entirety of the bee hive or swarm into it and sealing it, while taking care not to agitate the bees with excessive vibration or noise during the process. This method can be very effective when the hive is easily accessible, such as hanging from a tree branch, and the bees are not attacking.

For both vacuuming and trapping the hive, a smoker can be used to mimic the presence of a wildfire, prompting nearby bees to retreat into the hive and begin loading up on honey while preparing to potentially abandon the hive. The smoke can also inhibit chemical communication between the bees, reducing their ability to coordinate an attack. However, the smoker should only be used carefully and after sufficient training, as excessive use can provoke the bees to flee. If bee capture is not practical and the bees must be killed, a pressurized fire extinguisher, hose, or backpack/handheld water pump can be used to spray soapy water on the bees. The soapy water causes the bees to drown, as the soap in the solution reduces the surface tension of the water enough that it gets past the small hairs on the bees and enters their respiratory system. (Confederación De Cuerpos De Bomberos Del Istmo Centroamericano, 2017). From the bee protocol information gathered, we determined robotic integration is less applicable for this emergency. This is due to the nature of bees, which fly and nest at a height exceeding that of a robot, and the preservation of bees in the protocols.

Vegetation Fires

Vegetation fires, also known as wildfires or forest fires, pose unique and dangerous risks and challenges. Often occurring away from roads and houses, these fires can be hard to detect and very difficult to reach. This means that the fires can sometimes grow to very dangerous sizes before Bomberos are able to respond. Due to the difficulty in reaching these fires with traditional fire trucks, Bomberos stations located near more remote areas often have modified all-wheel drive trucks that can be used when there are insufficient roads to use full fire trucks. In Figure 9 below is an all wheel drive buggy next to a 4x4 all terrain vehicle, both used by the Bomberos



Figure 9: Bomberos 4x4 Buggy and ATV, from Acosta Bomberos Station, Acosta, Costa Rica. February 20, 2020.

station in Acosta to access difficult to reach fires.

Costa Rica has various rich ecosystems and biodiversity, which can make the effects of forest fires even more devastating. Many fires are started accidentally by people, but they can also be ignited by lightning strikes, volcanic eruptions, or spontaneous combustion.

There are two main methods used to control forest fires. The first method is a direct attack, by fighting the fire directly through use of water or chemicals. With smaller fires, this allows for more control of the situation and minimizes the area burned. The perimeter of the fires sets the lines of defense. However, it is not always possible to reach the perimeter of the fire, and if something goes wrong, the fire can easily breach the defense line. The second method of controlling fires is an indirect attack. This is when firefighters attempt to prevent the spread of the fire through a variety of different methods. Indirect attacks are advised for most larger fires. The height of the fire can determine whether a direct or indirect attack is advised, while the speed of the fire can determine where intervention efforts are best spent. This vast array of factors affecting vegetation fires make them very hard to predict and difficult to fight (Confederación De Cuerpos De Bomberos Del Istmo Centroamericano, 2017). One common method is to dig a fire break, creating a gap in the forest that the fire will not be able to jump. Another method is to set a back burn, a carefully controlled fire that will burn up the fuel in a small area, preventing the spread of the larger fire. Firefighters can also use barriers such as

roads or naturally occurring topography to limit the spread of the fire (Confederación De Cuerpos De Bomberos Del Istmo Centroamericano, 2017b).

One tool used to coordinate firefighting efforts is the OCES system. OCES stands for observation, communication, escape routes and safe zones. Essentially, the team leader or another designated person makes sure that everyone is safe and keeps an eye on the fire while communicating information with other teams. When working in dense forest, it is important to have a constantly updated route of escape, based on the position of the line and changing conditions of the fire. A safe zone is somewhere the firefighters can shelter in case of evacuation. This can be an area where the fire has already burned. Overall, fighting forest fires is dangerous and requires clear communication and coordination between many teams and technologies (Confederación De Cuerpos De Bomberos Del Istmo Centroamericano, 2017). Vegetation fires can be large and require a vast amount of water or distance traveling to contain. From this protocol information, we determined that terrestrial robotic technology would be difficult to integrate into these responses.

Electrical Emergencies

When responding to emergencies involving electrical hazards, the number one consideration for El Cuerpo de Bomberos is the safety of firefighting personnel; all response strategies are chosen based on minimizing risk to firefighters. In order to identify areas of high voltage, firefighters use a handheld device to detect the presence of alternating current and avoid electricity-related injury. In the case of fallen electrical wires, firefighters first establish a circular perimeter around the cable in order to keep civilians a safe distance away from electrified objects and ground. El Cuerpo de Bomberos personnel then contacted the electrical company responsible for the cable in order to have the electricity in the cable turned off. If civilians are trapped in cars near the fallen cable, firefighters instruct them to remain in their vehicles until the area is safe. If it is unsafe for civilians to remain in their cars, such as in the case of a vehicular fire, firefighters will direct the civilians as to the safest route of escape from the electrified area (Confederación De Cuerpos De Bomberos Del Istmo Centroamericano, 2017). Fallen electrical cables are the most common type of electrical emergency. Due to the nature of these emergencies, it would be difficult to implement robot technology into the protocols we identified. However, a robot could

be used to test voltage of power lines; but the most delicate work with power lines unfortunately requires a human with adequate training.

Hazardous Material Emergencies

Similar to electrical emergencies, the health and safety of emergency personnel is the main concern of El Cuerpo de Bomberos when responding to hazardous material emergencies. Response efforts focus on preventing and mitigating loss of life and damage to property and the environment. Action plans for handling hazardous material emergencies are heavily based on predetermined procedures and protocols, as this creates consistency in response efforts and minimizes the risks to firefighting personnel.

El Cuerpo de Bomberos has developed a comprehensive strategy for hazardous material incident management known as “el Proceso de los Ocho Pasos” [The Eight Step Process] (Confederación De Cuerpos De Bomberos Del Istmo Centroamericano, 2017). This process is not a set of rigid rules but should be used as a guide that can be adapted by the team using it. The eight steps are:

1. Arrive at emergency site and establish control of situation;
2. Identify problem;
3. Evaluate danger present, eliminate risk, and develop action plan;
4. Select personal protection equipment (PPE) for emergency personnel;
5. Manage information communication and coordinate resources;
6. Implement objectives;
7. Perform decontamination and cleaning operations;
8. Finalize and complete emergency operations.

These steps provide firefighters with a clear set of guidelines for responding to hazardous material emergencies and ensure that each situation is fully addressed from onset to completion. While on site at the emergency, the Bomberos use handheld sensors to measure levels of different gases in the air. This allows them to ensure the area is safe and alerts them when they

need to evacuate. In addition to these handheld sensors used by many stations, there is also a full



Figure 10: Bomberos Hazmat Truck, from Bomberos Station in Tibás, Costa Rica. February 21, 2020.

Hazmat response team, including a specialized Hazmat truck (Figure 11, left), stationed at Tibás. This Hazmat truck is the only one in Central America or the Caribbean and responds to hazardous material emergencies all over Costa Rica as well as assisting neighboring countries if needed (Tibás Station Bomberos, personal communication, February 21, 2020).

4.1.2 Bomberos Emergency Statistics

In order to determine the most common emergencies warranting a response from the Bomberos, we collected and analyzed data from the BomberosCR cell phone application. First, an analysis of the reference numbering system was completed, which can be found along with the emergency situations and corresponding references numbers in List 1 of Appendix B.

An analysis of the frequency of each incident was conducted by examining data for each emergency from January 1st, 2014, to December 31st, 2019. Table 2 includes a breakdown of the number of calls for each emergency by year and by province. Using data collected from the BomberosCR application, the graph below in Figure 12 was created to identify trends in the frequency of each emergency. Furthermore, a six-year incidence report was created to track trends in the overall number of calls for all emergencies combined. These analyses were conducted in order to acquire a better understanding of where the majority of the Bomberos responsibilities lie in order to give them the best recommendations for a robot program.

Through our analysis we determined that the most common call received by the Bomberos every year was incidents involving bees, totaling over 95,000 calls in the six-year time frame from 2014 to 2019: nearly 25 percent of the total calls (see Table 2). As shown in Figure 12, the number of bee emergencies has been generally increasing yearly since 2014 and is consistently the most frequently attended emergency annually. With 40 percent less calls than those involving bee emergencies, vegetation fires totaled the next most frequent emergency; however, this only

accounted for 16 percent of the total number of calls received. Following closely behind vegetation fires, search and rescue tallied 55,614 of the emergency calls received, accounting for

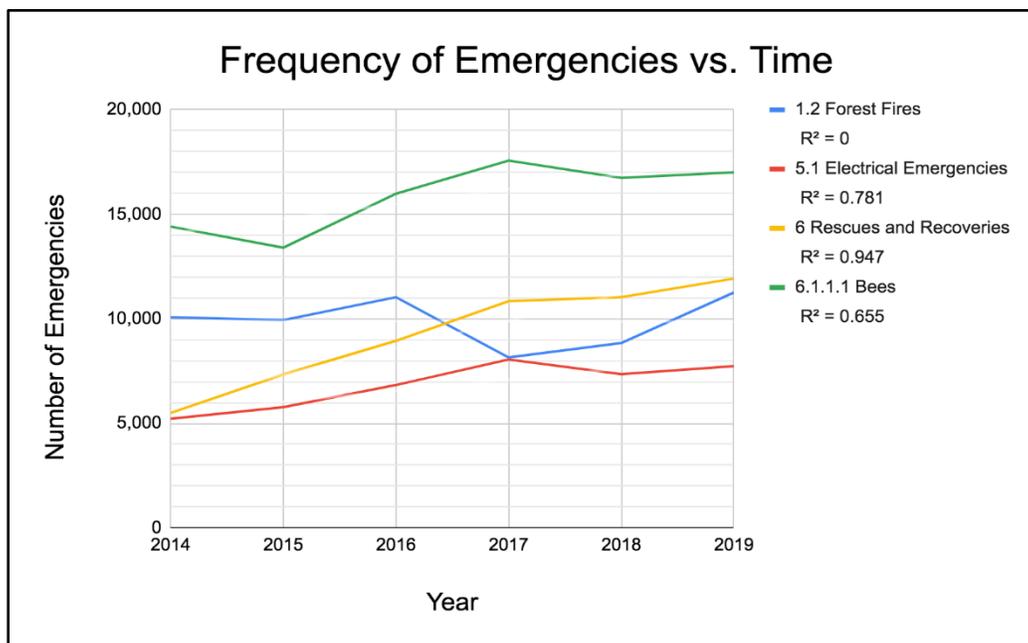


Figure 11: Graph of frequency of most common emergencies over a 6-year period. The R2 values indicate the average slope of each line; a higher R2 value indicates a sharper increase in frequency (Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, 2019).

14.5 percent of the total. As shown above in Figure 12, rescues and recoveries have increased at the greatest rate since 2014. The fourth most prevalent emergency, electrical emergencies, has increased steadily as well (Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, 2019).

4.1.3 Technology

Drone Program

One area of investigation was to determine what, if any, robotic technology El Cuerpo de Bomberos has already been using. After learning about a well-established and still expanding drone program the team set up an interview with Herbert Vargas Miranda, the coordinator of the Bomberos drone program, to learn more. He told us that the program was started about 5 years ago with just a few people and a couple drones. It has since become a large program with drones in every province, including 30 drones and 26 registered pilots within the Bomberos across the country (H. Vargas Miranda, personal communication, February 3, 2020).

The drone program has proven very valuable to the Bomberos by providing them with vital information during emergencies. The process of fighting fires is very dangerous, and more information about the situation allows for better, more informed decisions that reduce risk to the firefighters. According to Vargas, the main use of these drones is to get another point of view on a situation. If a building is on fire, but one or more sides are blocked by other structures, a drone can fly above the structure and provide a clear view of the scene. If the drone is equipped with a thermal camera, it can also provide valuable information on the temperature of different zones and help identify the risks associated with entering a burning building from different points (H. Vargas Miranda, personal communication, February 3, 2020).

Drones have also proven useful in sylvan regions. One challenge associated with fighting forest fires is the hindered physical access to these arboreal areas. In addition, it is difficult to determine exactly where the fire is located and the overall shape of the fire. A drone can provide the ability to see a more complete picture of the situation. The Bomberos also use drones to communicate with people trapped in emergency situations. One model of drone in use by El Cuerpo de Bomberos, a DJI Mavic 2 Enterprise, has an accessory speaker that can be added. Audible from 100m away, the drone pilot can talk to a person that the Bomberos might not be able to reach on foot (H. Vargas Miranda, personal communication, February 3, 2020).



Figure 12: Drone in use by Bomberos, from Bomberos Center of Operations F5 in San Jose, Costa Rica. February 3, 2020.

The program provides benefit by enabling information gathering that allows the firefighters to save lives and better evaluate risks. According to Vargas, the drones used by the Bomberos are viewed very positively by the general public. In order to fly a drone in Costa Rica, the government requires a one-week course to obtain a drone pilot license. The Bomberos' drones are used at least once a month for practice, and typically 3 to 4

times a month for emergencies. As the Bomberos' drone program continues to develop, the Bomberos hope to include more features of automation in the drones so they can do reconnaissance more independently and require less training to operate (H. Vargas Miranda,

personal communication, February 3, 2020). The structure and development of the drone program provides a suggestion of how a rover program could be implemented by the Bomberos

4.2 FINDING 2: CURRENTLY AVAILABLE FIREFIGHTING & RESCUE ROBOTS

After establishing current Bomberos protocols and identifying common emergencies, our group gained a clear understanding of the ways that robots could benefit Bomberos efforts. One potential course of action to incorporate robots into Bomberos forces is to outsource robotic development to external vendors. We researched various pre-existing robots and companies in order to present the Bomberos with a wide range of examples of currently existing firefighting robots. When researching robots, we decided to focus on land-based robots with diverse functionalities and potential benefits to firefighters. In the following sections we will discuss four of the most feasible robots encountered through our research.

While the robots presented in the following sections are excellent examples of the capabilities of current firefighting and rescue robot technology, El Cuerpo de Bomberos are unable to purchase these robots directly. This is because, as a government agency of Costa Rica, El Cuerpo de Bomberos is restricted to purchasing from organizations based in Costa Rica. However, these robots provide examples of the kinds of capabilities and designs that El Cuerpo de Bomberos could feasibly implement based on current technological advancements.

4.2.1 Shark Robotics: Colossus

First announced in 2017 by Shark Robotics, Colossus is a tank-style robot. It was designed to reduce risk to firefighters by assessing environments to gain information, fight fires, and even rescue victims, all while being remote-controlled from up to 300 meters away. Colossus is a potent weapon in emergency situations: this robot can shoot water up to 250 meters, climb stairs or slopes up to 45 degrees, lift a hose that would take 3 human firefighters, and last over 10 hours without upkeep or recharge. This rover costs between \$150,000 and \$225,000 depending on options, as it also has a high degree of customizability (Pescoe-Yang, 2019).



Figure 13: Brigade de sapeurs-pompiers de Paris.

Colossus made international headlines in April of 2019 when it was deployed by the Paris Firefighter Brigade to help combat the Notre Dame fire. During this emergency, a Colossus robot was driven into the center of the cathedral and used to spray water on the blaze after all human firefighters were evacuated for fear of building collapse. Able to spray over 660 gallons per minute and carry 1,200 pounds, Colossus is credited with helping prevent the complete collapse of the

cathedral (Holley, 2019). In this situation, Colossus demonstrated one of the greatest advantages of robots in firefighting: the ability to fight fire without endangering human firefighters.

4.2.2 Hoya Robot: Firefighters' Assistance Robot



Figure 14: Hoya Robot, 2009.

The Firefighters' Assistance Robot (FAR), developed by Hoya Robot of South Korea, is a small two-wheeled robot designed to assist firefighters with reconnaissance of burning buildings. The robot only weighs three pounds [1.4kg] and is small enough to be held in one hand, yet the robot is strong enough to withstand falls from up to six feet [1.8 m] and temperatures reaching 320 degrees Fahrenheit [160 degrees Celsius]. The FAR can be remote-controlled by emergency personnel and can be continuously used for thirty minutes at a time. The robot

travels at a speed of one foot per second [0.3 m/s] and has an operating range of 54 yards [49 m] (Hornyak, 2009).

The main function of the FAR is to provide emergency personnel with important data about burning structures before firefighters make decisions about entering the buildings. The FAR is equipped with numerous sensors that transmit images, sounds and information about temperature, smoke, and gas present in the building (Edwards, 2009). This data assists

firefighters with identifying entry and escape routes without the need for personnel to enter the compromised structure. In addition, the on-board light and live video camera enable firefighters to remotely search the structure for survivors.

4.2.3 Howe and Howe: Thermite RS1-T4 and RS3-T1

Thermite RS1-T4 is a remote-controlled, diesel-powered fire fighting robot. This robot can move at speeds up to ten miles per hour [16 kilometers per hour] and can push cars out of its path. RS1-T4 is capable of climbing stairs and navigating adverse terrain using industrial-grade treads. It also has a zero-degree turning radius, meaning that it can rotate in place in order to make turns in tight spaces. In addition, RS1-T4 can spray up to 1250 gallons of water per minute (Thermite fire fighting robot).

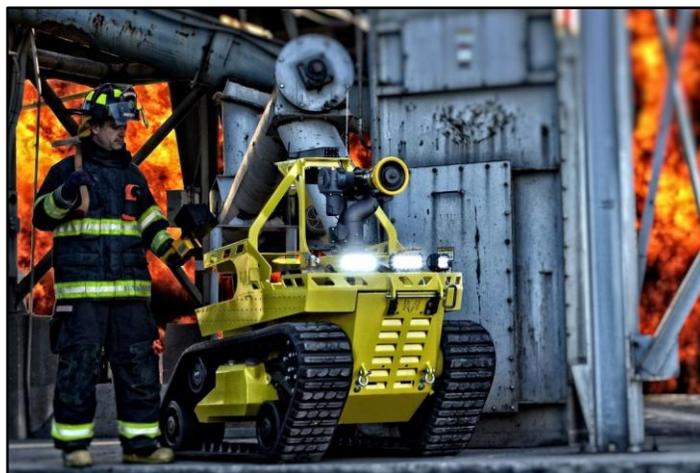


Figure 15: Thermite RS1-T4.

Thermite RS1-T4 weighs 1450 lbs and has a ground clearance of 8 inches, enabling it to maneuver over large obstacles. This robot can operate for up to 20 hours before needing to refuel. The robot also features a 5000 lb winch and uses cameras to provide live video feed in both visible and infrared spectrums. This robot can also be equipped with a robotic arm that can open doors, press elevator buttons, and turn valves. Thermite RS3-T1 is similar in design to RS1-T4 but features a larger chassis and is and is consequently capable of lifting larger loads (Thermite fire fighting robot).

4.2.4 EMI Controls: TAF35

The Emi Controls TAF35 is a firefighting robot that can spray a focused stream of mist at a blaze up to 80 meters away. This robot weighs 3850 kilograms and can be remote-controlled from up to 300 meters away. The TAF35 chassis is mounted on tank treads and is able to push cars out of

its path. In addition, the robot can be placed on the back of a pickup truck in order to provide increased mobility when fighting forest fires (TAF35 firefighting robot).



Figure 16: TAF35 firefighting robot, 2018.

The advantage of using mist instead of water when fighting fires is that less water is expended while producing an equal effect. When mixed with firefighting foam, this mist can also be used for other purposes, such as capturing chemicals suspended in the air. This allows for a wider range of applications than the standard use of water to combat fires. EMI Controls is also willing to collaborate with customers in order to develop customizable robotic solutions.

4.3 FINDING 3: ESTABLISHED RESCUE ROBOT DEVELOPMENT PROGRAMS

Following our detailed research into various terrestrial rovers, we explored the possibility of the Cuerpo de Bomberos establishing a robotic development program. Our research focused on gathering data about the resources and time required for the Cuerpo to develop and perform maintenance on its own robots. We investigated the establishment and utilization of several established robotics advancement programs, including the Integrated Components for Assisted Rescue and Unmanned Search Operations (ICARUS) project and the Center for Robot-Assisted Search and Rescue (CRASAR). Gathering information regarding the implementation of these programs allowed us to suggest future research ideas and action plans toward the creation of a rescue robot program for El Cuerpo de Bomberos. In addition, these findings provided the basis for comparing the benefits and downsides of creating a robotics development program in comparison to purchasing robots from external companies.

4.3.1 The ICARUS Project

Program Creation & Information

The Integrated Components for Assisted Rescue and Unmanned Search Operations (ICARUS) research project was established in 2012 and is funded by the European Commission. The Commission observed a disparity between robotic technology that was being developed in laboratories and the use of these technologies for crisis management. In other words, the ICARUS project aims to develop robotic technology that can assist humans by gathering data during Search and Rescue (SAR) operations in order to bridge the gap between the research community and end-users of these technologies. The ICARUS project is a large commission supported by 24 partners spanning 10 countries in the European Union including the Belgian First-aid and Support Team (B-FAST) and the Portuguese Navy (Edwards, 2009). The Autonomous Systems group at Eurecat, the Technology Centre of Catalonia, led the initial development of robotic platforms for the ICARUS project. A primary task of crisis responders is to search for survivors, which can be complex and dangerous for first responders. The objective of the ICARUS project is to develop robots that gather data in order to reduce risk and impact of crisis on citizens and search and rescue teams.

Technology Development

When ICARUS was established, the Autonomous Systems group at the Eurecat Technology Centre was responsible for the initial development of the robotic platforms. The first project was the development of 10 aerial, ground or marine vehicles with the ability to detect humans. The focus of this project was to develop unmanned search and rescue technology that would gather data regarding emergencies and transmit that data for processing by human personnel in order to increase awareness and knowledge of each emergency (ICARUS FP7 project overview, 2012). Upon its establishment, the ICARUS project identified eight main objectives to work toward their overall goals. The objectives are as follows:

- Development of a light sensor capable of detecting human beings;
- Development of Unmanned Aerial System (UAS) tools for unmanned Search and Rescue (SAR);
- Development of cooperative Unmanned Ground Vehicle (UGV) tools for unmanned SAR;

- Development of cooperative Unmanned Surface Vehicle (USV) tools for unmanned SAR;
- Heterogeneous robot collaboration between Unmanned Search and Rescue devices;
- Development of self-organizing cognitive wireless communication network;
- Integration of unmanned SAR tools in command and control systems of Human Search and Rescue forces;
- Development of a training and support system for the developed unmanned SAR tools for Human Search and Rescue teams.

These objectives led ICARUS toward increased safety for victims and Search and Rescue during the crisis. ICARUS has had success with these objectives and many of the technologies have been used in the field (ICARUS - Assisted rescue and unmanned search operations.). The creation of the Large Unmanned Ground Vehicle (LUGV), built by METALLIANCE of France, has proven useful for detection of survivors and building manipulation in order to search through wreckage. All tools created by ICARUS are capable of navigating emergency areas autonomously while following directions via wireless connection to a base station. Each robot can detect the presence of humans and can gather data that is sent to a base for analysis of how to proceed in emergency situations (*Final report summary - ICARUS .2016*).

Funding & Resources

The ICARUS Project was mainly funded by the European Union. From February 1st, 2012 to January 31st, 2016 the project received €12.584.933,45 [~13,609,032.41 USD] in funding from the EU's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration which was in operation from 2007 to 2013. They received additional funding from a number of external benefactors, making their actual budget over the four-year period €17.306.992,64 [~18,711,887.77 USD] (ICARUS FP7 Project Overview, 2012).

4.3.2 CRASAR

Program Creation & Information

The Center for Robot-Assisted Search and Rescue (CRASAR) was created in 2001, towards the goal of promoting the effective use of unmanned air, ground, and marine vehicles by established emergency response agencies. Since then, CRASAR promotes unmanned vehicle use by offering volunteer unmanned vehicle services, such as information gathering, at the site of emergencies within 12 hours of the event. CRASAR also will provide training to emergency professionals to teach how to best deploy unmanned systems themselves (CRASAR: Our mission). The organization recognizes that unmanned vehicles, whether air, ground, or marine, are able to speed up both response and recovery from disasters, resulting in reduced human injuries and damage costs. The use of unmanned vehicles also reduces the risk to first responders, as they are able to gather information and search for survivors from a location of physical safety.

4.4 FINDING 4: ON-SITE INTERVIEWS

In conjunction with researching current robots and robotic development programs, our team conducted personal interviews at the ten different Bomberos stations mentioned in Section 3.3. The goal of these interviews was to gather qualitative data regarding which emergencies firefighting personnel believe are the most challenging or dangerous, as well as ways that El Cuerpo de Bomberos efforts could benefit from robotic assistance. In these semi-structured interviews, we focused on asking the Bomberos about their professional experience and opinions on which types of calls are the most common or dangerous. We also inquired about which robot capabilities they believed would be the most beneficial to their station. The results of these interviews provided us with a general concept of what active Bomberos personnel would value in a robot or robotics program, and guided our recommendations concerning robots and desired capabilities.

4.4.1 Acosta

Acosta is located in a mountain range approximately one hour outside of downtown San José. We gathered the relevant emergency response information for Acosta by interviewing two Bomberos from the Acosta station. The most common emergency call in the area is vegetation fires, which occur daily. We were informed that accessibility to these fires makes them more

difficult to resolve. In Acosta, the roads are often narrow, winding, and mountainous, making it challenging to get the correct equipment, such as fire trucks, to the scene of the emergency. We inquired about the main risks of fighting vegetation fires and the interviewed bomberos responded indicating that they are as follows: the heat of the fire; long-term exposure to the sun increasing the possibility of heat stroke; and sudden changes in wind causing the fires to change direction, which could entrap a Bombero. While responding to vegetation fires is risky, the most dangerous emergency the Bomberos in Acosta encounter is the rescue of persons in the mountains. The bomberos asserted that driving accidents where cars spin off the curving mountain roads are not uncommon and are highly complicated emergencies for the Bomberos due to difficult accessibility of the emergency area, much like similar challenges when fighting vegetation fires in similar areas (Acosta Station Bomberos, personal communication, February 20, 2020).

Those interviewed concurred that a robot would be helpful in these situations, but only if the robot could access terrain that typical Bomberos vehicles are unable to. Ideally, the robot would help Bomberos carry equipment to the site of an incident. In Acosta, the Bomberos often need to travel carrying gear for two or three hours before arriving at the incident site; a robot could help by alleviating some of the load. However, due to the lengthy and time-consuming nature of some emergencies, the robot would need to be able to be active for longer than the time span of calls. The Bomberos at Acosta seemed most interested in a robot that would be able to carry heavy loads over difficult terrain for extended periods of time (Acosta Station Bomberos, personal communication, February 20, 2020).

4.4.2 Coronado

Coronado is one of the larger Bomberos stations and deals with a great variety of calls every day. The most common call is gas leaks, followed by electrical incidents, bees, and vegetation fires. Apart from vegetation fires, these kinds of emergencies occur daily. Vegetation fires only occur daily from November to May and occur rarely during the remainder of the year due to heavy rainfall. Structural fires do occur but are far less common than the aforementioned emergencies. Dangerous materials accidents are also rare. Opinions on the most dangerous types of incidents were divided between dangerous materials and structural fires. Dangerous materials seemed to

pose the highest risk, but the most serious injuries came from structural fires. The Bomberos believe that a robot would be helpful for a wide range of activities if it were able to explore dangerous materials incidents or structural fires and gather information. A bombero interviewed also believed that some form of exoskeleton could be extremely useful to help Bomberos carry their gear with greater ease, as the heavy fire gear can weigh 30 kg (Coronado Station Bomberos, personal communication, February 20, 2020).

4.4.3 Tibás

In Tibás, we interviewed members of the dedicated Hazmat team that deals with dangerous materials. They are the only fully equipped hazmat truck in Central America, responding to incidents throughout Costa Rica and sometimes responding to incidents in neighboring countries. The most common type of call for this team is gas emergencies, called 'escapas de gas'. These are often caused when people leave a gas stove on after cooking or another malfunction with cooking gas inside houses. There are also emergencies with other types of chemicals, which can occur in factories or when trucks transporting chemicals crash. Currently, the procedure for these incidents involves a firefighter suiting up in Hazmat gear and walking into the incident area to collect information with handheld sensors. The Bomberos believe that the ideal robot for the hazmat team would have multiple types of gas sensors to be able to identify various types of dangerous materials present and be able to provide thermal and regular video feeds to the operator. This robot would be able to provide information to the bomberos about the situation in order to assist them with making decisions about how to proceed without risking harm to bomberos (Tibás Station Bomberos, personal communication, February 21, 2020).

4.4.4 Puriscal

The Puriscal station is in a hilly region approximately an hour away from San Jose by car. We spoke with two bomberos and the “jefe,” or boss of the station. They identified forest and bush fires as the most common emergency their station addresses. The firefighters explained that, during the dry summers, the Puriscal station responds to about 10 to 20 forest fires daily. The main challenge the Puriscal bomberos face when responding to these forest fires is accessibility. They compared the topography of the surrounding region to that of Colorado: very mountainous, with many areas that are challenging for the firefighters to reach. In order to better navigate the

hilly terrain, the Puriscal station has smaller 4x4 vehicles that the firefighters use to reach locations that would be inaccessible with a regular fire truck. They believed that a robot would have difficulty with effectively traversing the mountainous terrain, and thus would have to be a large rover in order to assist the bomberos. The Puriscal bomberos teams currently use drones to gather information about forest fires, which can avoid terrain challenges altogether, and they suggested that a reconnaissance robot would be redundant in these situations.

The Puriscal station also frequently responds to bee-related emergencies, attending about two or three of these calls per week. The firefighters explained that they currently use a vacuum system to collect the bees and release them in a remote location. They also explained that drones are currently used to spray water on swarms of bees in order to non-lethally calm the bees and facilitate capture. The bomberos noted that, unlike wasps, Africanized Honey Bees are extremely territorial, and thus almost all bee-related calls pertain to Africanized Honey Bees rather than wasps or any other form of stinging insects. They also believed that robots could be useful in responding to these emergencies. They suggested that a small robot equipped with thermal cameras and sensors could be used in order to identify the location and number of bee swarms. Dense swarms of bees generate areas of higher temperature, and thus a robot could be sent out to locate swarms and take photos using a thermal camera (Puriscal Station Bomberos, personal communication, February 21, 2020).



Figure 17: 4x4 vehicle used for low access roads from Puriscal Bomberos Station, Puriscal, Costa Rica. February 21, 2020.

The bomberos explained that emergencies dealing with hazardous materials pose the most danger to firefighters, and therefore present a significant opportunity for robots to be used to protect human life. The station responds to hazardous material emergencies infrequently, about once or twice per year, but regularly responds to gas leaks, which pose similar dangers to firefighters and could be similarly assisted by a robot. The firefighters described the ideal robot for helping with hazardous materials as one with a variety of sensors, including live video feed,

thermal cameras, and chemical sensors. In addition, they mentioned that it would be useful for the robot to have an arm with the ability to perform basic tasks, such as using keys and turning valves. This could increase firefighter safety by preventing firefighters from having to enter dangerous locations to identify leaks or turn off gas supplies, allowing situations to be resolved without any human entering danger. The firefighters also explained that they would prefer to have one kind of robot with the ability to respond to multiple emergencies, due to the limited amount of storage space and resources at each station (Puriscal Station Bomberos, personal communication, February 21, 2020).

4.4.5 Belén

The Bomberos station we visited at Belén was relatively large and has jurisdiction over an area including regions of both remote mountain areas and more heavily populated sections. The Bomberos at the station indicated that the most common emergency the Belén station responds to is by far small bush fires, known as “charrales”, followed by bee incidents, other animal calls, gas leaks, and fallen electrical lines. In the summer, it is not uncommon for the department to respond to 10-12 charrales each day. In the winter, the number of charrales decreases significantly due to the increased rainfall, but the number of fallen electrical lines increases. The charrales typically occur in areas away from buildings, and so while smaller charrales may be fought directly, larger charrales are generally fought by trapping the fire with fire breaks and letting it burn itself out. The Bomberos usually do not need to worry about the fire growing and spreading quickly because the types of vegetation in the area are not prone to this. The firefighters mentioned that greatest danger when fighting charrales is usually due to animals, such as venomous snakes, that are in the affected area and sometimes become very agitated and attempt to flee. The terrain in the mountains can also be difficult to traverse due to large crevices and hills. Finally, risks of sun exposure and long amounts of time in gear outside also mean that the bomberos must be wary of sunstroke and dehydration. The bomberos doubted that a robot would be able to help with these situations, as they already use drones to gain a bird’s eye view of the situation and tractors to assist with creating fire breaks (Belén Station Bomberos, personal communication, February 21, 2020).



Figure 18: Custom backpack bee vacuum from Bomberos station in Belén, Costa Rica. February 21, 2020.

The majority of bee calls at the Belén station are for bee swarms, during which the bees gather together in an outside area while a few bees search for a new hive location. In these situations, the bomberos use a custom vacuum backpack to collect the bees and give them to a beekeeper or release them into the wild in another location (Belén Station Bomberos, personal communication, February 21, 2020).

The bomberos doubted that a robot would be helpful with these calls because the bee swarms could be located in many different places, commonly high up in trees that that would be difficult for a robot to access. In addition, the captured bees need sufficient ventilation in the bee containment box to ensure that the bees do not overheat due to the motor, the vacuum, the sun, or their own agitated movements (Belén Station Bomberos, personal communication, February 21, 2020).

While much less common, the Bomberos at Belén agreed that structural fires and hazardous material incidents were the two most dangerous types of incidents. They explained that structural fires are dangerous because the bomberos need to enter the compromised building. If the structure suddenly becomes ventilated and fresh air and oxygen rushes in, the resulting flare up or explosion is extremely dangerous, especially if there are firefighters inside. Hazardous material incidents are very dangerous both by the nature of the materials and because the Bomberos may not know exactly what materials are present when they arrive on scene.

While the Belén bomberos do not believe a robot would be very helpful for bee emergencies or charrales, they said that a remote-controlled robot with cameras, thermal cameras, and multiple kinds of gas sensors could be very useful for structural fires, search and rescue, gas leaks, and hazardous material emergencies. This kind of robot could help Bomberos in rescue and structural fire situations to search for victims and learn more about the situation before sending Bomberos in-person. For gas leaks and hazardous material emergencies, a robot could gain more information about the types of materials present and where they are concentrated. However, the

Bomberos also stressed that it is very important that the robot not create any kind of spark or static, either on its own or through contact with the different surfaces, as this could ignite gases at the emergency site and cause an explosion (Belén Station Bomberos, personal communication, February 21, 2020).

4.4.6 Tres Ríos

The Tres Ríos station was one of the larger stations we visited and was located in an urban area. The most common emergency they attend is gas leaks, which occur daily. The bomberos often only need to enter and push a button or turn a valve to turn off the gas, and then wait for the house to ventilate and the gas to clear before occupants re-enter. The greatest risk in these emergencies is that of friction causing a spark, which could result in a fire or explosion. They believe a robot with cameras and gas sensors could be useful to explore the home and locate the source of the leak or find where the bomberos would need to go to turn off the gas. This robot would reduce the amount of time a bombero needs to be in the house to resolve the situation. It would be helpful if the robot could close/turn off the gas on its own, but the bomberos of Tres Ríos believe this would be difficult because different houses have different equipment and the ways to turn off the gas can vary (Tres Ríos Station Bomberos, personal communication, February 24, 2020).

The bomberos told us that the most dangerous calls are the hazardous material emergencies, which occur rarely but have a great amount of risk. A similar robot would be useful for these emergencies to enter the situation and gather information without exposing bomberos operatives to the materials. The Tres Ríos bomberos generally believed a remote-controlled robot equipped with adequate sensors and cameras would be helpful in most emergencies, as it would allow them to gain information without needing bomberos to physically enter the dangerous area (Tres Ríos Station Bomberos, personal communication, February 24, 2020).

4.4.7 Cartago

Cartago is located about half an hour southeast of San José in Cartago Province. We interviewed three Bomberos at this station, who were all mechanics or responders. The most common emergency call the Cartago station receives is for bees, followed by gas leaks. The bee incidents

are not always bee attacks, as we previously assumed, but are more frequently a nest or swarm. The Bomberos at Cartago typically respond to bee incidents with a vacuum in order to relocate them. In order to respond to bee swarms and hives, the Bomberos in Cartago frequently wear a bee-keeping uniform. They were able to show us this uniform along with several handheld chemical sensors used at the station (Cartago Station Bomberos, personal communication, February 24, 2020).



Figure 20: Handheld Chemical Sensor from Cartago Bomberos Station, Cartago, Costa Rica. February 24, 2020.



Figure 19: Bomberos Bee Protection Suit, Cartago, Costa Rica. February 24, 2020.

When asked what the most dangerous emergency response call is, the Cartago Bomberos group replied with venomous animals and hazardous material incidents. They indicated that Hazmat accidents are very rare while venomous animal encounters are frequent. Hazmat incidents typically occur at industrial zones, which Cartago has many of including a firework processing plant, cement factory, and chlorine plant (Cartago Station Bomberos, personal communication, February 24, 2020).

The Cartago Bomberos confirmed that a robot would be helpful in response to these emergencies, especially a robot with hazmat capabilities. Optimally, the robot would contain sensors to detect different types of gas and quantities of gas and could be remote controlled from a safe distance. This would allow the Bomberos to evaluate the risks before getting dangerously close to a chemical spill. With regards to bee emergencies, the bomberos were unsure if a land

robot would be applicable. The main issue they identified was accessibility due to the flying nature of bees. However, they expressed that if a robot could help in bee response protocols that would be celebrated. Overall, the Bomberos in Cartago conveyed that they were most interested in a robot with sensor and multi-terrain accessibility allowing the responders to maintain a safe distance to gather information (Cartago Station Bomberos, personal communication, February 24, 2020).

4.4.8 Paraíso

The bomberos at the Paraíso station noted that the most frequent emergencies they respond to include charrales, bee emergencies, and gas leaks. The charrales are often not easy to access, and bomberos may need to reach them on foot. The greatest dangers in these emergencies are the weather and the environment. The weather can change quickly, rapidly altering the conditions and behavior of the fire. The environment is difficult to traverse, as it is frequently mountainous, steep, and contains wildlife including venomous snakes. It would be difficult to have a robot assist with these charrales, as the robot would need to be able to move confidently on this difficult terrain. In addition, the robot would need to either be mobile enough to quickly reach the emergency under its own power if the roads do not reach the fire, or light enough for the bomberos to carry it (Paraíso Station Bomberos, personal communication, February 24, 2020).

Bee calls are frequent and are often the result of people noticing a swarm of bees in their home or garden. The bomberos usually try to collect the bees with a vacuum to give them to a beekeeper, but sometimes they end up needing to kill them if there is a great risk of the bees becoming much more agitated and stinging many more people. These bomberos believe it would be difficult to have a robot help in these situations, as even if it could competently wield a vacuum and store the bees, the bees are often spread out on flowers, around the area, and even in trees (Paraíso Station Bomberos, personal communication, February 24, 2020).

Gas leaks are common because people use gas for cooking. The gas cylinder is also often stored inside the home and can leak or be left on accidentally. When there is a gas emergency, the bomberos enter the home and use a handheld sensor to find and resolve the leak. The bomberos usually do not know how concentrated the gas is inside the house or where the issue is when they

enter, meaning they are always risking an explosion. They believe a robot could help in gas escapes by searching for where the gas is concentrated and discovering how much there is (Paraíso Station Bomberos, personal communication, February 24, 2020).

While these bomberos emphasized that no emergency is without danger, in their opinion dangerous materials emergencies and building fires pose the greatest risk. The bomberos said dangerous materials incidents could be greatly helped by a robot able to investigate the types and concentrations of the different materials present (Paraíso Station Bomberos, personal communication, February 24, 2020).

The bomberos of Paraíso believe a robot would not be helpful for charrales due to the difficulty accessing the fire or for bee emergencies due to their varied nature and different places the bees are located. They believe a robot with sufficient sensors would be useful for gas escapes and dangerous materials to determine which gases are present, where, and in what concentrations, all without needing to expose humans to the situation (Paraíso Station Bomberos, personal communication, February 24, 2020).

4.4.9 Aeropuerto Juan Santamaría

In addition to independent stations, we visited the Bomberos station at the Aeropuerto Juan Santamaría [San Jose Airport] and spoke with four of the firefighters stationed there. Before the interview, we took a small tour of the facility and learned that the station uses a variety of specialized equipment that is regulated by the airport in compliance with international regulations. The station has specially equipped fire trucks that are much larger in size than a standard fire truck. Each truck has a front-mounted hose that can be controlled from within the truck cabin, and one has a large spike that can be used to puncture an airplane fuselage and spray water within if needed. The firefighters also have specialized clothing that can withstand much higher temperatures than traditional firefighting gear, as airplane fires can potentially reach temperatures that greatly exceed that of fires typically encountered by firefighters (San Jose Airport Bomberos, personal communication, February 25, 2020).

While the station assists with emergencies in the surrounding area, the main priority of the



Figure 21: Specialized Fire Trucks at SJO International Airport, San Jose, Costa Rica. February 25, 2020.

station is to respond to emergencies in the San Jose airport. The firefighters explained that airplane fires are rare, as the station focuses on quickly addressing small concerns in order to prevent fires altogether. The majority of calls that the firefighters respond to are aircraft operational issues and technical problems. An example of this is airplane brakes; the firefighters use a handheld heat gun to measure the temperature of aircraft

brakes and take measures to cool down unsafe temperatures in order to prevent a fire (San Jose Airport Bomberos, personal communication, February 25, 2020).

The firefighters at the station consider all types of emergencies at the airport to be extremely dangerous. They explained that, within the airport, all emergencies are treated as hazardous material incidents due to the highly toxic nature of airplane materials. In addition, firefighters can unknowingly be exposed to carcinogens, which are undetectable using standard chemical detectors and can cause long-term health issues. The firefighters also mentioned that incidents requiring rescues from airplanes on the ground are extremely difficult and dangerous for firefighters. The airplane cabin traps heat and smoke during fires, and it is easy for victims and firefighters to become trapped in the confined space (San Jose Airport Bomberos, personal communication, February 25, 2020).

The firefighters believe that the most helpful robot would be a reconnaissance robot-- one that can be sent into dangerous areas to collect information rather than sending firefighters. The robot should have sensors to detect chemicals and carcinogens, as well as thermal cameras for locating victims. In addition, the robot must be very durable and able to operate at extremely high temperatures. The firefighters also suggested that the robot be small and relatively lightweight, as the firefighters need to be able to quickly and easily move the robot to the emergency site (San Jose Airport Bomberos, personal communication, February 25, 2020).

4.4.10 Sarchí

The most common emergencies at Sarchí are those involving bees and wildfires. These wildfires are common occurrences during the summer, while bee emergencies are common the entirety of the year. The firefighters believe that the most dangerous incidents were hazardous material emergencies and structural fires. Hazardous material emergencies were reported to be very rare, and serious structural fires occur about twice a year. Bee attacks are also rare, estimated at 1 attack in every 50 bee emergencies. Most bee calls occur when bees have moved into someone's garden and they want to be rid of them. Bees located near homes can be a risk to health and safety due to the aggressiveness of the Africanized bees. The bomberos mentioned that a robot, potentially with the ability to produce pheromones to attract and trap bees, could be useful in situations involving bees. They did not think a robot would be very helpful for wildfires, and the bomberos mentioned they already use drones in these situations. However, a robot would be very helpful for cases involving hazardous materials and gas leaks, as it would be able to gather information without sending a bombero into the area. The Sarchí bomberos said that the ideal robot would have sensors, cameras, thermal cameras, and be able to manipulate gas valves and door handles (Sarchí, personal communication, February 25, 2020).

5. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In this section, we will present a summary of the main conclusions that our group formed based on the findings presented previously. First, we will discuss the key takeaways from each of the four findings of our research and interviews. We will then present our recommendations for the best courses of action for El Cuerpo de Bomberos to follow in order to incorporate robots into pre-existing emergency response efforts. These recommendations are followed by suggestions for future research and considerations that El Cuerpo de Bomberos could follow in order to expand upon and implement our findings. The key deliverables of our project are the recommendations and action plans that our group developed in order to guide El Cuerpo de Bomberos in the implementation of an effective robotics program. These guidelines will enable Bomberos to deploy robots alongside emergency personnel in order to improve the safety and efficiency of the Costa Rican Bomberos.

5.1 SUMMARY OF KEY FINDINGS

5.1.1 Current Cuerpo de Bomberos Protocols, Technology, and Statistics

The current emergency protocols of El Cuerpo de Bomberos are thorough and well-documented for human firefighters. The Bomberos currently have an established and successful drone program, which deploys surveillance drones to emergencies to enable firefighters to view the situation from a better angle and collect information before deciding how to proceed. Following analysis of Bomberos archival data, we determined that bee emergencies are the most common emergency by a significant margin. In addition, protocol analysis indicated that bee incidents are primarily and ideally resolved by capturing and relocating the bees rather than killing them. After analyzing emergency call statistics and consulting with the Bomberos, we decided that it would be most beneficial to consider robotic assistance efforts for four main types of calls: bee-related emergencies; vegetation fires; electrical emergencies; and hazardous material emergencies.

5.1.2 Currently Available Firefighting & Rescue Robots

Our robot research focused on four different firefighting robots currently in development. Three of these robots, are categorized as tank-like robots: Colossus from Shark Robotics, Thermite

from Howe & Howe, and TAF35 from EMI Controls. These robots are relatively heavy and can push obstacles from their path. Both robots have the ability to spray many gallons of water per minute at a fire. They are mainly used for fighting building fires. Based on our research, we concluded that these robots could potentially be of use to El Cuerpo de Bomberos when fighting structural and forest fires. On the other hand, the fourth robot we researched, the Firefighter's Assistance Robot from Hoya Robot, is a small reconnaissance robot intended to scout dangerous areas ahead of firefighters. This robot enables firefighters to collect important information about emergency sites without the need for firefighters to enter dangerous areas. Each of these robots is remote-controlled, relying on a human firefighter to operate them remotely. The research we conducted about these robots demonstrates the current state of robotic fire-fighting technology and gives a general idea of the types of robots that El Cuerpo de Bomberos could feasibly implement.

5.1.3 Established Rescue Robot Development Programs

During our research, we investigated existing robotic technology advancement programs such as the Integrated Components for Assisted Rescue and Unmanned Search Operations (ICARUS) project and the Center for Robot-Assisted Search and Rescue (CRASAR). These programs aim to reduce risk to first responders by developing unmanned sensor-driven robots that can be integrated into emergency response protocols. In order to acquire specific emergency response technology, it is likely that El Cuerpo de Bomberos will need to establish their own robotic development and advancement program akin to the above-mentioned programs.

The ICARUS program was established and funded in 2012 by the European Union with the objective of developing data-gathering robots in order to reduce risk and impact of crises on citizens and search and rescue teams. The tools created by ICARUS were all capable of relaying wireless information to a command center, detecting human survivors, and navigating emergency areas autonomously. The CRASAR program, created in 2001, promotes the effective use of unmanned air, ground, and marine vehicles by emergency response agencies. In addition, the program provides unmanned vehicle systems training to emergency personnel. Overall, we found that each technological advancement program worked toward unmanned robotic

integration in first response applications in an effort to reduce risk to emergency personnel and allow for more rapid information gathering.

5.1.4 On-Site Interviews

The on-site interviews conducted at the Bomberos stations enabled us to gather pertinent information regarding the most common and/or dangerous emergencies, which robotic capabilities would be most useful in which emergencies, and how the Bomberos imagine a robotics program would be structured. Eleven stations were visited, and interviews were conducted with firefighting personnel at ten of these stations. The majority of the interviewed Bomberos concurred that the most dangerous type of emergency for firefighters is hazardous material incidents. An interview with the Tibás Bomberos station, which houses the only full Hazmat Unit in Central America, clarified and confirmed this finding. In addition, all stations expressed sentiments that a robot could be helpful in a majority of emergency response types.

When Bomberos were asked in which instances a robot would be useful, the most frequently mentioned emergencies were hazardous materials, gas leaks, and bee emergencies. As a follow-up question, we inquired about which capabilities a robot would need in order to aid Bomberos with these responses. The predominant capabilities that the Bomberos mentioned would be most important for a hypothetical robot to have were:

- Camera and live video feed;
- Thermal or infrared cameras;
- Temperature sensor;
- Sensors for presence and level of hazardous chemicals;
- Arm or extension for the manipulation of objects.

These interviews allowed us to determine which emergencies active Bomberos consider to be the most dangerous and which could be significantly aided by the implementation of a robot program.

Based on these interviews, we determined that hazardous material emergencies and gas escapes present the most feasible applications for a Bomberos robot. These types of emergencies are dangerous to Bomberos, and emergency response efforts would greatly benefit from the use of a

robot to safely gather information about these situations from a distance. Electrical emergency and bee-related efforts would similarly benefit from robotic reconnaissance, albeit to a lesser extent. Several Bomberos stations agreed that a robot equipped with a vacuum system could be used to collect bees and reduce the risk of Bomberos being stung. However, multiple Bomberos mentioned that bee swarms and hives are often located in high places that would be difficult for a land-based robot to access. Several stations also stated that a rover would be of limited use to Bomberos teams when combatting forest fires. The main challenge that Bomberos face when fighting forest fires is accessibility; as such, a land-based robot would encounter the same terrain challenges that a conventional fire truck or 4x4 would be faced with. In addition, water sources in remote areas are scarce, meaning that a robot would require a large water tank in order to bring sufficient water supply to the location of the fire, further limiting the mobility of the robot. The Bomberos stations currently use drones in order to gather information about the forest fires, which are not affected by difficult terrain. As a result, many of the stations we interviewed expressed the sentiment that, while a robot could be helpful, current forest fire fighting techniques would not benefit from robotic assistance as much as dangerous materials emergency response would.

5.2 RECOMMENDATIONS

We identified the challenges and dangers facing the Bomberos through the interviews we conducted, the data we collected and analyzed, and the research gathered on robots and robot programs. The following sections present our recommendations and action plans for improving emergency response by implementing a robot program towards the future goal of having multiple robots established within the Bomberos response efforts.

WE RECOMMEND THAT EL CUERPO DE BOMBEROS ESTABLISH A ROBOTIC DEVELOPMENT PROGRAM.

The results of interviews and analysis of emergency data indicate that the Bomberos would benefit greatly from the implementation of robots in emergency response. Lack of accessibility is the most common challenge the Bomberos face when responding to emergencies, whether the

incident occurs in difficult terrain or inside a compromised structure. The difficulty of getting Bomberos operatives and equipment to the site of emergencies leads to safety concerns due to lack of information about possible hazards to Bomberos personnel. The ability to gather information at a distance from an incident drastically decreases risk to the Bomberos by allowing for better informed decision making without exposing the first responders to potentially dangerous areas.

From our research regarding existing robot technology, we determined that these accessibility and information gathering challenges can be overcome through the implementation of a robot. We determined that developing multiple robots to aid in emergency response would be an effective long-term goal of El Cuerpo de Bomberos. For these reasons, we are recommending that El Cuerpo de Bomberos establish a robotic development program. As communicated during exchanges with our sponsor, El Cuerpo de Bomberos is a government agency and is unable to purchase robots from companies not based in Costa Rica. Due to this restriction, the creation of a robotic program could be achieved in two distinct ways. First, El Cuerpo de Bomberos could design and implement its own robotics program, which would include hiring all the necessary technicians, engineers, and administrators. Alternatively, El Cuerpo de Bomberos could partner with a local company, organization, or institution to collaborate on a robotic development project. Each of these methods would enable El Cuerpo de Bomberos to obtain the personnel and equipment needed to effectively implement a robotics program.

WE RECOMMEND THAT EL CUERPO DE BOMBEROS DESIGN AND IMPLEMENT A SPECIALIZED CHEMICAL DETECTING ROBOT TO ASSIST THE TIBÁS STATION.

Through interviews, research, and conversations with our sponsor, we determined that hazardous material incidents are considered to be the most dangerous emergency call that the Bomberos address. For this reason, we recommend that the first robot developed as part of the above-described program should be a chemical detecting robot that will operate as part of the Hazmat unit at the Tibás Bomberos station in the San Jose Province. During our interviews, data collection at hazardous material emergencies was often mentioned as one of the most dangerous

aspects of response efforts. Accordingly, this Hazardous materials robot should be a remote controlled and designed to have a camera for live video feed transmission, a thermal or infrared camera, and sensors for detecting the presence and concentration of chemicals, natural gas, and temperature. This specialized robot is the best first step in the implementation of the Bomberos robot program; a chemical-detecting robot would increase firefighter safety and be particularly useful in hazardous material applications.

WE RECOMMEND THAT AN ASSESSMENT OF THE HAZMAT ROBOT BE CONDUCTED TO INFORM THE FURTHER DEVELOPMENT OF OTHER ROBOTS.

Following the implementation of a Hazmat robot, an analysis should be completed to determine the effectiveness of the robotics program. If it is determined that the Hazmat robot provides a meaningful benefit to the response efforts of El Cuerpo de Bomberos, the next step would be to develop new types of robots. We recommend that a general reconnaissance robot be developed and distributed to multiple provinces for the widespread implementation and further growth of the Bomberos robot program. This robot need not be as specialized as the robot designed for the Tibás Hazmat Unit but should still include the following capabilities: live video feed, thermal camera, remote-control, temperature sensors, movement sensors, and detection of some dangerous chemicals and gases. This robot would be similar to the Hazmat robot; however, the chemical sensing abilities would not include the concentration of materials, as this information is less relevant in general emergency situations. This robot would consequently be less expensive to develop, and it would be more plausible to build and distribute several of them to Bomberos stations throughout Costa Rica.

5.2.1 Suggestions for Future Research

In addition to the above-mentioned recommendations, we identified several areas throughout our project that could be the focus of future research and projects. To achieve our first recommendation, further research could be conducted about Costa Rican technology and robotics companies or university programs (Robotics programs, engineering programs etc.) that may be interested in collaborating on robot development projects. This would allow El Cuerpo de Bomberos to expand their robotics program in the future. Future research could also focus on

investigating the plausibility of other types of robots to address a wider variety of emergency response types. For example, a common issue the Bomberos come across when responding to electrical emergencies is uncertainty of whether an electrical wire such as a downed power line is conducting electricity. A robot that is equipped with a voltmeter could aid in this situation and remove Bomberos from the risk of injury from accidentally contacting a live wire.

One of the four main emergencies we focused on throughout the project was bee-related incidents. As mentioned in Section 5.1.4, we determined that a robot would not be applicable to emergency response protocols for these incidents. Instead of recommending a robot capable of bee capturing and relocation, we suggest that future research be conducted into other technology to achieve this goal. As seen at the Belén Bomberos station, a portable bee vacuum shows promising results for responding to Africanized Bee swarms and nests. This technology was developed by the Bomberos in Belén and is not standard equipment at other stations. Future prototypes could be developed and eventually standardized across Costa Rica for the specific action of attending to bee emergencies.

5.3 PROJECT CONCLUSIONS

Throughout this project, we gained a holistic understanding of both current Bomberos efforts and equipment and the state of currently available robotic technology and development. This research enabled us to advise the creation of a robotics program to increase Bomberos capabilities and reduce the risk to Bomberos when responding to emergencies.

We initially focused on Bomberos response efforts to four main emergency situations: bee emergencies, vegetation fires, electrical emergencies, and hazardous materials. After conducting interviews with Bomberos at various stations, it became clear that a hazardous materials robot would be most beneficial to reduce the risk to Bomberos due to the dangerous nature of hazardous material emergencies. This specialized robot would reduce the need for firefighters to enter dangerous situations and provide the Bomberos with vital information about emergency situations. In addition, this robot could be used as a starting point for the expansion and continuation of the robotics program to assist the Bomberos with a wider range of emergencies.

The implementation of a robotics program by El Cuerpo de Bomberos would be a significant step forward in the use of robotic technology to increase firefighter safety. Firefighter and rescue robots have the potential to increase the capabilities of emergency personnel and protect the well-being of both firefighters and potential emergency victims. The proposed robotics program would increase the prevalence of firefighting robots and serve as a gateway to the development of more advanced firefighting and rescue robot technology.

REFERENCES

- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. (2019). Bomberos CR [computer software]
- Bomberos de Costa Rica. (2019). Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. Retrieved Nov 2, 2019, from <https://www.bomberos.go.cr>
- Brigade de sapeurs-pompier de Paris.Colossus robot. AFP Photo: Shark Robotics.
- Central Intelligence Agency.The world factbook - costa rica. Retrieved from https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/print_cs.html
- Confederación De Cuerpos De Bomberos Del Istmo Centroamericano. (2017a). Manual de competencias esenciales para bomberos centroamericanos (1st ed.)
- Confederación De Cuerpos De Bomberos Del Istmo Centroamericano. (2017b). Manual de competencias esenciales para bomberos centroamericanos (1st ed.)
- CRASAR: Our mission. Retrieved from <http://crasar.org/our-mission/>
- Edwards, L. (2009). South korea's little firefighting robots. Retrieved from <https://phys.org/news/2009-10-south-korea-firefighting-robots-video.html>
- EKU Online. (2017). The use of robotics in firefighting. Retrieved from <https://safetymanagement.eku.edu/blog/the-use-of-robotics-in-firefighting/>
- Erico Guizzo.What is a robot? Retrieved from <https://robots.ieee.org/learn/>
- Final report summary - ICARUS . (2016). ().
- FireRescueOne Staff. (2014). 5 most groundbreaking firefighter technologies. Retrieved from <https://www.firerescue1.com/fire-products/personal-protective-equipment-ppe/articles/5-most-groundbreaking-firefighter-technologies-e2s0hto3451dEZhP/>
- Hangar Technology. (2018). Robotics (drones) do dull, dirty, dangerous & now difficult. Retrieved from <https://medium.com/hangartech/robotics-drones-do-dull-dirty-dangerous-now->

difficult-a860c9c182a4

Holley, P. (2019). Notre dame firefighters' lives saved by robot called 'Colossus'. Retrieved from <https://www.independent.co.uk/news/world/europe/notre-dame-fire-latest-robot-colossus-a8877526.html>

Hornyak, T. (2009). Mini robot can cruise through burning buildings. Retrieved from <https://www.cnet.com/news/mini-robot-can-cruise-through-burning-buildings/>

Hoya Robot. (2009). South korea's little firefighting robots

ICARUS FP7 project overview. (2012). Retrieved from <http://www.fp7-icarus.eu/project-overview>

M., S. A., & Bhide, A. S. (2014). Study of unmanned vehicle (robot) for coal mines International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering.

National Academy of Emergency Dispatch. The history of fire fighting. Retrieved from <https://www.emergencydispatch.org/articles/historyoffirefighting.html>

Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry. (2019). Types of wildland fires

Peskoe-Yang, L. (2019). Paris firefighters used this remote-controlled robot to extinguish the notre dame blaze. Retrieved from <https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/industrial-robots/colossus-the-firefighting-robot-that-helped-save-notre-dame>

Requier, F. (2019). Honey bees in latin america. Phylogenetics of bees (pp. 206-221) Universite Paris Sud.

Rico. (2018). Bomberos attend fires on motorbikes. Retrieved from <https://qcostarica.com/bomberos-attend-fires-on-motorbikes/>

Shadbolt, P. (2015). U.S. navy unveils robotic firefighter. Retrieved from <https://www.cnn.com/2015/02/12/tech/mci-saffir-robot/index.html>

TAF35 firefighting robot. Retrieved from <https://www.emicontrols.com/en/fire-fighting/mobile-fire-protection/firefighting-robot-taf35>

TAF35 firefighting robot (2018).

Thermite fire fighting robot. Retrieved from <http://www.roboticfirefighters.com/>

Things to do in costa rica. Retrieved from <https://www.frommers.com/destinations/costa-rica>

Zúñiga, A. (2019). NASA image shows how well costa rica has prevented forest fires. Retrieved from <https://ticotimes.net/2019/09/05/nasa-image-shows-how-well-costa-rica-has-prevented-forest-fires>

APPENDIX A: Resumen Ejecutivo [Translated Executive Summary]

Los servicios de emergencia desempeñan un papel crucial en situaciones de emergencia, pero pueden poner en peligro sus propias vidas en el proceso. Entre las ocupaciones de los servicios de emergencia, la lucha contra incendios es de muy alto riesgo en la naturaleza. Los departamentos de bomberos son frecuentemente responsables de responder a una variedad de llamadas de emergencia, incluidos incendios estructurales, forestales y de vehículos, emergencias médicas, misiones de búsqueda y rescate e incidentes con materiales peligrosos. La naturaleza amenazante de estas emergencias ha provocado un movimiento para integrar tecnología innovadora que puede reemplazar o reducir la interacción humana durante la respuesta de emergencia.

El Cuerpo de Bomberos de Costa Rica es la agencia nacional de lucha contra incendios responsable de la seguridad y protección de la tierra y los ciudadanos de Costa Rica. El Cuerpo de Bomberos responde principalmente a incidentes relacionados con incendios de vegetación, incidentes de abejas, accidentes con materiales peligrosos, emergencias eléctricas y de gas, y misiones de búsqueda y rescate. La cantidad de emergencias por año ha ido en aumento, lo que indica la necesidad de soluciones para reducir el riesgo para los bomberos. Los Bomberos de Costa Rica se beneficiarían enormemente de la implementación de un programa de robot para ayudar a los servicios de emergencia durante emergencias.

Desarrollo de la Metodología

La meta de nuestro proyecto es desarrollar un informe para El Cuerpo de Bomberos de Costa Rica sobre los potenciales beneficios y la implementación de un programa de robot para colaborar con las habilidades de los Bomberos y reducir el riesgo en su labor. Para garantizar el éxito de nuestro proyecto en el tiempo asignado, identificamos cuatro objetivos principales:

1. Obtener conocimiento de las capacidades tecnológicas y de respuesta existentes y los procedimientos del Cuerpo de Bomberos e identificar emergencias con la mayor frecuencia y/o riesgo;
2. Desarrollar una amplia comprensión de las tecnologías robóticas existentes y los programas de desarrollo de robótica;
3. Realizar trabajo de campo práctico y recopilación de datos en varias estaciones del

Cuerpo de Bomberos entrevistando a miembros activos del Cuerpo de Bomberos;

4. Crear recomendaciones para planes de acción con respecto a posibles usos, opciones e implementaciones de tecnologías de robótica para El Cuerpo de Bomberos.

Para informar nuestra ejecución del proyecto, primero necesitábamos identificar las habilidades técnicas y los equipos existentes del Cuerpo. Hicimos referencia a datos y estadísticas de archivo de los Bomberos, el Manual de Competencias Esenciales para Bomberos Centroamericanos (CEBOC), y realizamos entrevistas con los administradores y los equipos contra incendios del Cuerpo para recoger esta información. Luego analizamos esta información y la usamos para recomendar varios planes de acción al Cuerpo de Bomberos.

Hallazgos Importantes

Mediante la evaluación y el análisis de los datos y protocolos del Cuerpo de Bomberos, nuestras entrevistas y nuestra extensa investigación sobre los programas de avance de la tecnología de robótica y los robots existentes, desarrollamos cuatro hallazgos principales.

- 1. Protocolos, Tecnología y Estadísticas Actuales del Cuerpo de Bomberos.** El Cuerpo de Bomberos actualmente usa una serie de protocolos específicos de situación establecidos por CEBOC para reducir el riesgo para el personal en los sitios de emergencia. Después de consultar con nuestro patrocinador, decidimos enfocarnos en los protocolos que involucran uno de los cuatro de las emergencias más comunes o peligrosas: incidentes que involucran abejas; incendios de vegetación; incidentes eléctricos; y escapes de gas. Los protocolos establecidos para estos incidentes están bien detallados en el manual de CEBOC y se centran en la toma de decisiones informadas para reducir el riesgo para los servicios de emergencia y aumentar las posibilidades de supervivencia de las posibles víctimas.

Toda la información de llamadas de emergencia de 2014 a 2019 se analizó para determinar la prevalencia de cada incidencia e identificar tendencias. A través de este análisis, determinamos que la llamada más común recibida cada año era incidentes que involucraron abejas, lo que representaba casi el 30 por ciento del volumen total de llamadas durante el período de seis años.

Era evidente que el número de incidentes relacionados con abejas, rescates y recuperaciones, y emergencias eléctricas ha aumentado desde 2014, con rescates y recuperaciones aumentando al mayor ritmo.

Además, investigamos el programa de drones sólidamente establecido en El Cuerpo de Bomberos que comenzó con pocos drones y pilotos, y ahora proporciona drones en cada provincia con más de 20 pilotos registrados dentro del Cuerpo de Bomberos. Este programa versátil permite decisiones más informadas que reducen el riesgo para los bomberos al proporcionar mediciones y observaciones más claras o más precisas durante situaciones de emergencia.

2. Robots Contra Incendios y Rescate Actualmente Disponibles. Investigamos los robots contra incendios, rescate y reconocimiento actualmente disponibles con un enfoque específico en robots terrestres con diversas habilidades. Encontramos varios robots como tanques, incluso: Colossus, desarrollado por Shark Robotics; Thermite RS1-T4 y RS3-T1, desarrollado por Howe & Howe; TAF35, desarrollado por EMI Controls; y un robot de reconocimiento “Firefighter’s Assistance Robot” [Robot de Asistencia para Bomberos] (FAR), desarrollado por Hoya Robot Company. Estos robots demuestran la amplia gama de usos de la tecnología actual y tienen el potencial de ayudar con situaciones de emergencia.

3. Programas Establecidos de Desarrollo de Robots de Rescate. Una parte de nuestra investigación se centró en los programas existentes de avance de la tecnología robótica, como el proyecto de “Integrated Components for Assisted Rescue and Unmanned Search Operations” [Componentes Integrados para Operaciones de Rescate Asistido y Búsqueda no Tripulada] (ICARUS) y el “Center for Robot-Assisted Search and Rescue” [Centro de búsqueda y rescate asistido por robot] (CRASAR). El programa ICARUS fue establecido y financiado en 2012 por la Unión Europea con el objetivo de desarrollar robots de recopilación de datos para reducir el riesgo y el impacto de la crisis en los ciudadanos y los equipos de búsqueda y rescate. El programa CRASAR, creado en 2001, promueve el uso efectivo de vehículos aéreos, terrestres y marinos no tripulados

por parte de las agencias de respuesta a emergencias. Además, el programa proporciona capacitación de los sistemas de vehículos no tripulados al personal de emergencia. En general, encontramos que cada programa de avance tecnológico tenía el objetivo de aumentar la integración robótica no tripulada en trabajos de primera respuesta en un esfuerzo por reducir el riesgo para los respondedores y permitir una recopilación de información más rápida sobre víctimas y emergencias.

4. Entrevistas en el sitio. Las entrevistas en el sitio con los Bomberos nos permitieron recoger información pertinente sobre qué capacidades robóticas serían más útiles. Visitamos once estaciones y realizamos entrevistas a las diez. De las entrevistas, dedujimos que la llamada de emergencia más peligrosa a la que responden los Bomberos son los incidentes con materiales peligrosos; sin embargo, solo hay una Unidad Hazmat completa en América Central, ubicada en la estación de Bomberos Tibás. Además, todas las estaciones entrevistadas expresaron que un robot versátil con cámaras y sensores sería útil para la mayoría de las respuestas de emergencia. Las capacidades deseadas predominantes que los Bomberos tenían en mente para este robot hipotético eran la transmisión de cámara o vídeo, una cámara térmica o infrarroja, una variedad de sensores para temperatura y productos químicos, así como potencialmente un brazo o extensión para la manipulación de objetos.

Recomendaciones

Con base en nuestros hallazgos, identificamos que la habilidad de recoger información durante situaciones de emergencia es uno de los mayores desafíos que enfrentan los Bomberos y, como tal, produjimos la siguiente lista de recomendaciones para El Cuerpo de Bomberos.

RECOMENDAMOS QUE EL CUERPO DE BOMBEROS ESTABLEZCA UN PROGRAMA DE DESARROLLO DE ROBÓTICA. Nuestras entrevistas nos informaron que los Bomberos se beneficiarían significativamente de un robot que podría ayudar en la recopilación de información durante situaciones de respuesta de emergencia. Debido a la naturaleza de los incidentes a los que responden los Bomberos, es peligroso que los bomberos adquieran los datos de emergencia relevantes necesarios para tomar una decisión informada. Por

lo tanto, un programa de desarrollo de robótica debe ser desarrollado por El Cuerpo de Bomberos o en colaboración con una institución, organización o empresa local.

RECOMENDAMOS QUE EL CUERPO DE BOMBEROS DISEÑE E IMPLEMENTE UN ROBOT DE DETECCIÓN QUÍMICO ESPECIALIZADO EN LA ESTACIÓN DE TIBÁS.

Las respuestas de emergencia más peligrosas son para materiales peligrosos, o “Hazmat.” Dicho esto, recomendamos encarecidamente que el primer robot desarrollado como parte del programa establecido sea un robot de detección química para los Bomberos de la Unidad de Materiales Peligrosos de Tibás. Este robot debería estar equipado con sensores químicos que puedan detectar la presencia y concentración de muchos materiales peligrosos, incluidos el gas de cloro, el sulfuro de hidrógeno y el gas sarín. También debería estar equipado con una cámara para la transmisión de video en vivo a un centro de comando de Bomberos, una cámara térmica y detectores de temperatura y movimiento.

RECOMENDAMOS QUE SE REALICE UNA EVALUACIÓN DEL ROBOT DE HAZMAT PARA INFORMAR EL DESARROLLO ADICIONAL DE OTROS ROBOTS.

Después de la implementación del robot Hazmat en Tibás, se debe completar una evaluación de los beneficios del programa. Esto informará el futuro desarrollo de robots. Suponiendo el éxito del robot de Hazmat preliminar, se debe desarrollar un robot de reconocimiento generalizado. Este robot tendrá muchas de las mismas funciones que el robot de Hazmat, pero estará menos especificado para emergencias de derrames químicos. Por ejemplo, este robot debería poder detectar la presencia de gases y productos químicos, no necesariamente la cantidad de materiales.

Conclusión

Con base en nuestra indagar en los protocolos, estadísticas y experiencias narrativas, proporcionadas en entrevistas, de los Bomberos, creamos un informe sobre las posibles aplicaciones e implementación de un programa de desarrollo de robótica para El Cuerpo de Bomberos. Durante nuestra investigación de contexto y examen de protocolo, nos enfocamos principalmente en emergencias de abejas, incendios de vegetación, emergencias eléctricas y materiales peligrosos (Hazmat). Se hizo rápidamente evidente que los materiales peligrosos y las fugas de gas tenían los protocolos más adecuados para integrar la tecnología de robótica. La

información narrativa reunida durante las entrevistas con los Bomberos confirmó que un robot ayudaría notablemente con Hazmat y emergencias de fugas de gas. Las sugerencias y recomendaciones indicadas anteriormente, si se implementan, podrían establecer un programa de desarrollo robótico en El Cuerpo de Bomberos y mejorar sus habilidades de respuesta a emergencias mientras reducen el riesgo para los bomberos.

APPENDIX B: El Cuerpo de Bomberos Application Detailed Data

Table 1: Emergency Reference Numbers and Corresponding Emergencies

(Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, 2019)

Reference #	Emergencia (Emergency)	Description
1.1	Incendios en Estructuras (Structural Fires)	A fire involving structural components of residential, commercial, or industrial buildings
1.2	Incendios en Vegetación (Forest Fires)	An uncontrolled fire in an area of combustible vegetation
1.3	Incendios al Aire Libre (Outside/Open Air Fires)	Emergencies involving outdoor fires in free space, such as bonfires
1.4	Incendios en Vehículos de Transporte (Vehicle Fires)	Fire involving a motor vehicle
2	Emergencias por Agua (Water Emergencies)	Emergencies involving water such as hurricanes or floods
3	Emergencias por Aire (Air Emergencies)	
4	Emergencias por Tierra (Ground Emergencies)	Emergencies such as volcanoes and earthquakes
5.1	Emergencias Electricas (Electrical Emergencies)	Emergencies pertaining to electricity including power outages, fallen power lines, burnt outlets
5.2	Emergencias con Productos Químicos (Chemical Agent Emergencies)	Emergencies involving hazardous chemical product release with potential to harm people
5.2.2.3	Emergencias con Gas (Gas Emergencias)	Emergencies involving gas leaks or spills
6	Rescates y Recuperaciones (Rescues and Recoveries/Search and Rescue)	Emergencies involving search or aid to people in distress and/or danger
6.1.1.1	Abejas (Bees)	Emergencies in response to bee swarms, hives, attacks, or allergic reactions

6.1.2	Persona Atrapada (Trapped Persons)	Emergencies requiring the rescue of a person
7	Emergencias por Vehículos de Transporte (Vehicle Emergencies)	Non-fire emergencies involving vehicles (e.g. disabled vehicles)
8	Emergencias Pre-hospitalares (Medical Emergencies)	Emergencies requiring immediate medical treatment and evaluation
9	Otros Incidentes (Other Incidents)	Incidents that do not fit the criteria for any of the above mentioned crises
9.1	Falsa Alarma (False Alarm)	A false report of an emergency to the fire department

Table 2: Emergency Frequencies over 6-Year Period and Percentage of Total Emergencies

(Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, 2019)

Emergency #	6 Year Total Emergencies	% of Total Emergencies
1.1	6,286	1.65%
1.2	59,326	15.54%
1.3	xxx	xxx
1.4	4,551	1.19%
2	900	0.24%
3	5,223	1.37%
4	xxx	xxx
5.1	40,992	10.74%
5.2	xxx	xxx
5.2.2.3	25,320	6.63%
6	55,614	14.57%
6.1.1.1	95,128	24.92%
6.1.2	xxx	xxx
7	17,660	4.63%

8	6,059	1.59%
9	24,840	6.51%
9.1	xxx	xxx
Overall Total	381806	100.00%

'xxx' denotes a non-zero number that is not specified, but is included in the total

APPENDIX C: Bomberos Site Interview Questions

List of Bomberos Site Interview Questions in English

1. How long have you been working with the Bomberos?
2. What is your current position? What responsibilities does this position include?
3. How long in your current position?
4. What is the most common type of emergency your department is called for?
5. In your opinion, what is the most dangerous emergency you encounter?
6. Which is the most time-consuming type of emergency?
7. How often do you respond to calls for **<site-specific emergencies>**?
 - a. What usually happens at these calls?
 - b. What types of scenarios make these calls more difficult?
 - c. What are the main dangers/risks in these situations?
 - d. Do you think a robot would be able to help with these calls?
 - e. What capabilities would a robot need to have to be most useful?
8. In what emergency situations do you think robotic technology could be most useful?
 - a. What capabilities would be most important for a robot to have in these situations?
9. What do you think about the possibility of a Bomberos robot program?
 - a. What do you think it would look like?
10. Do you have any questions for us?

List of Bomberos Site Interview Questions in Spanish

1. ¿Cuánto tiempo ha estado trabajando con los Bomberos?
2. ¿Cuál es su empleo actual? ¿Qué responsabilidades se incluyen en esta empleo?
3. ¿Cuánto tiempo lleva en este puesto?
4. ¿Cuál es el tipo de emergencia más común para que se pidió a su departamento?
5. En su opinión, ¿cuál es la emergencia más peligrosa se encontró?
6. ¿Cuál es el tipo de emergencia que consumir más tiempo?
7. ¿Con qué frecuencia responden a las llamadas de **<emergencias de sitio>**?
 - a. ¿Lo que generalmente ocurrir en estas llamadas?
 - b. ¿Qué tipos de escenarios hacer las llamadas más difícil?
 - c. ¿Cuáles son los principales peligros o riesgos en estas situaciones?
 - d. ¿Usted cree que un robot sería capaz de ayudar con estas llamadas?

- e. ¿Qué capacidades necesitaría un robot para ser más útil?
8. ¿En cuál situaciones de emergencia usted cree que la tecnología robótica podría ser más útil?
 - a. ¿En estas situaciones, qué capacidades sería más importante para un robot?
 9. ¿Qué pensaría usted sobre la posibilidad de un programa de robot de los Bomberos?
 - a. ¿Cómo cree que se vería?
 10. ¿Usted tiene algunas preguntas para nosotros?

APPENDIX D: Interview Travel Itinerary

1. Thursday February 20th, 2020:
 - a. Acosta - Barrio María Auxiliadora, San José Province, San Ignacio
 - b. Coronado - Vásquez de Coronado, San José, Vázquez de Coronado
2. Friday February 21st, 2020:
 - a. Tibás - Arboleda, San José Province, San Juan District, Tibás
 - b. Barrio Mexico - Florencio del Castillo, Barrio México, San José
 - c. Puriscal - San José Province, Santiago de Puriscal
 - d. Belén - Heredia Province, San Antonio District, Belén
3. Monday February 24th, 2020:
 - a. Tres Ríos - Provincia de Cartago, Tres Ríos
 - b. Cartago - Provincia de Cartago, Cartago
 - c. Paraíso - Provincia de Cartago, Paraíso
4. Tuesday February 25th, 2020:
 - a. Aeropuerto Internacional Juan Santamaría - Alajuela Province, Alajuela
 - b. Sarchí - Alajuela Province, Sarchí

APPENDIX E: Bomberos Site Interview Transcripts

All interviews were conducted in Spanish, and the transcripts are presented in that language for accuracy and clarity. The transcripts are presented in alphabetical order, see Appendix D for the chronological order of the interviews.

Acosta Interview Transcript

Location: Estación de Acosta, San Jose Province

Date: February 20th, 2020

Start Time: 10:05 am

End Time: 10:27 am

Attendees: Jacob Ciolfi, Kathryn Nippert, Kalani Picho, Lisa Spalding, Randall Torres Alvarado, Bombero 1, Bombero 2

--Transcript Start--

Kalani Picho: [00:00:03] Muchas gracias para sus tiempos. Tenemos algunas preguntas. Primero, cuánto tiempo han estado trabajando con los bomberos?

Bombero 1: [00:00:17] Yo, 20 años.

Kalani Picho: [00:00:23] Cuál es su empleo actual en la estación y además sobre sus responsabilidades?

Bombero 1: [00:00:33] Yo soy en cargo de la estación. Soy el jefe. [Bombero 2] es bombero raso, pero ayuda con ser el maquinista, "firetruck driver."

Kalani Picho: [00:01:05] Cuánto tiempo lleva en este puesto?

Bombero 1: [00:01:13] Yo tengo aquí tres años, en esta estación tres años acá como jefe.

Kalani Picho: [00:01:28] En sus opiniones, cuál es el tipo de emergencia más común para que se pidió a su departamento?

Bombero 1: [00:01:36] La emergencia más común que tenemos acá es lo que llaman incendios o fuego en vegetación, del bosque, maleza, "grass".

Kalani Picho: [00:01:52] Y esto es la emergencia más peligrosa, o cuál es la emergencia más peligrosa?

Bombero 1: [00:01:59] No. No necesariamente es más peligroso aquí que podemos hacer es rescate, incendios estructurales. Si, tal vez el rescate de personas que caen al precipicio. Vieron la carretera por donde venía ustedes o deberían ahora para acá es tiene muchas curvas y hay mucho precipicio. Si las personas pierden el control del carro y se van al precipicio, entonces es esta vez la más completa rescatarles, sacarnos de ahí a las personas afectadas.

Kalani Picho: [00:02:39] Es muy peligrosa para los bomberos también?

Bombero 1: [00:02:43] A misma así correcto este emergencias es riesgoso para los bomberos.

Jacob Ciolfi: [00:02:52] Es una emergencia comun? O no muy comun.

Bombero 1: [00:02:57] La segunda más común aquí.

Kalani Picho: [00:03:10] Con qué frecuencia responden a las llamadas de incendios de vegetación, semana o cada día?

Bombero 1: [00:03:20] Prácticamente diario.

Kalani Picho: [00:03:21] Diario?

Bombero 1: [00:03:21] Diario.

Kalani Picho: [00:03:26] En general, lo que ocurrir en estas llamadas?

Bombero 1: [00:03:37] Lo que ocurrió estas llamadas? Igual quema vegetación. Tuvimos un incendio, una estructura que aún no se puede decir eso. Alojamiento Los peores momentos están encima del hotel. La zona de Acosta si se siembra café. Cuando se cosecha o se llevan el café, contratan personas, personas para que saquen el café a esas personas, viven en unas estructuras, en unas habitaciones. Unas casas grandes desde hace dos días se quemó una de esas casas grandes donde viven esos otros trabajadores.

Kalani Picho: [00:04:32] Y en los incendios de vegetación, el fuego es también en las estructuras?

Bombero 1: [00:04:41] Han afectado si cuando se quema la vegetación han afectado a estructuras y se quemaban casas porque se quemaba la vegetación.

Kalani Picho: [00:04:52] Qué tipos de escenarios hacer estas llamadas más difícil?

Bombero 1: [00:05:02] Bien. El acceso. Hay muy poca carretera buena siempre es carretera muy estrecha, muy pequeña, muy angosta y el camión no puede entrar. Por eso es que tenemos esos dos vehículos cuatriciclo, el "side by side" [4 wheel drive]. Por eso es que tenemos un vehículo, porque es difícil llegar a la vegetación. Más que todo está en montaña.

Kalani Picho: [00:05:29] Y cuáles son los principales peligros o riesgos en estas situaciones para los Bomberos o para las personas?

Bombero 1: [00:05:39] Para los bomberos más que todo es el calor, el calor para bomberos. Deshidratación, este la insolación, verdad? La exposición al sol y el calor del fuego portamento

más que todo eso, y también el cambio repentino de dirección del viento, porque el viento cambia repentinamente y puede atrapar a los Bomberos al fuego más que todo lo que es permita.

Kalani Picho: [00:06:10] Ustedes creen que un robot sería capaz de ayudar con estas llamadas de la estación?

Bombero 1: [00:06:18] Sí, sí, sí. Podemos tener la aplicación de un robot en una emergencia como estas o lo que les comentaba del acceso, verdad? El que tengamos un robot que pueda acceder por camino difícil. Es sería bastante bueno para nosotros, porque el equipo que lleva el Bomberos muy pesado es muy pesado. Entonces, que pudiéramos tal vez tener un robot que pudiera llevar ese equipo pueda obtener de ahí este equipo de apoyo o alimentación. Hidratación al Bombero funciona muy bien.

Kalani Picho: [00:06:57] Y qué capacidades necesitaría un robot para ser más útil?

Bombero 1: [00:07:03] Si para que pudiera ser bueno tendría que ser casi todoterreno, verdad? Sería casi todoterreno tener una autonomía de electricidad bastante buena, porque a veces los bomberos tienen que caminar hasta dos o tres horas para poder llegar donde está el. Entonces sería bueno que el robot aguantara esa cantidad de ir y venir. Estamos hablando de seis horas, tres días antes de venir. Ahora sí, sin trabajar. Entonces, tal vez la autonomía de consumo de batería sería importante. Sería importante, sí.

Kalani Picho: [00:07:49] Y otras cosas, como apagar la incendia y recoger información se ayudan?

Bombero 1: [00:07:55] Claro, porque. El robot sería útil si dijera velocidad del viento, dirección del viento, que él pudiera estar mandando esa información al puesto de mando. Verdad es que velocidad tiene, que intensidad tiene el viento, la dirección y también puede que los cuida más o menos decir distancias. Cuánto se está quemando? Verdad? Tal vez pudiera ser hasta un pronóstico de cuánto se podría quemar en las siguientes horas, bajo las condiciones que está marcando y condición climática también la temperatura, este nubosidad, etcétera.

Kalani Picho: [00:08:44] Y ustedes encontrarán otros tipos de emergencias con las abejas aquí?

Bombero 1: [00:08:52] Sí, sí, sí, atendemos pocas, pero si se atiende.

Kalani Picho: [00:08:59] Con qué frecuencia, semana o mes, o?

Bombero 1: [00:09:02] Tal vez una o dos por mes, a lo mucho una o dos por mes.

Kalani Picho: [00:09:09] No es muy común?

Bombero 1: [00:09:11] No es muy común, si al estar en una área montañosa y de campo las personas están acostumbradas a ver a la abeja y conocen la importancia de la abeja, entonces no llaman al bombero, no llaman. No es una emergencia para ellos. Si, más [...] cuidan. [...] cuidan en ciudad. Tal vez sí, porque los ciudadanos están acostumbrados de ver la abeja y para ellos tal vez sí sea hora de eso, pero aquí no es comun.

Kalani Picho: [00:09:42] Y responden a emergencias eléctricas?

Bombero 1: [00:09:47] Sí, también en estos días atrás. Ha habido fuertes vientos, soplan muy fuerte el viento y hace que las ramas de los árboles se muevan y toquen el cableado. Entonces tocan el cableado o hacen cortocircuito. Ya las personas llaman porque el agua que toca o porque los cables eléctricos se revientan también se sueltan y entonces ya tenemos que ir a atender estas llamadas. Pero si es también otra, sin la tercera, sino la tercera.

Kalani Picho: [00:10:23] Y cuáles son algunas peligros de estas emergencias de eléctrico?

Bombero 1: [00:10:29] Bien, emergencias como tal. Verdad es que el cableado viaja por donde va la carretera. Que se reviente un cable y caiga sobre un vehículo sobre una persona de mayor riesgo para el público. Para el bombero es obviamente, porque hay alta tensión. Hay mucha corriente y el gobierno tiene control para poder quitar la corriente como tal en la vía pública. Es el riesgo que tenemos ahora que hay que esperar a las compañías eléctricas y ellos no responden tan rápido como nosotros.

Kalani Picho: [00:11:05] Y creen que poder usar un robot en estas llamadas de electricidad?

Bombero 1: [00:11:13] Ah, claro, si, se desconecte, claro, al no exponer al bombero a manejar cableado de alta tensión. Eso ayudaría mucho. También que el robot sea eléctrico y que pudiera manipular el cable y por lo menos ubicarlo en algún lugar seguro o que tenga la capacidad de poder desconectar el fuga de alguna manera y que el bombero no se exponga.

Kalani Picho: [00:11:46] Y encuentren algunas emergencias de gas o de materiales peligrosos?

Bombero 1: [00:11:53] Si, tenemos ese problema, verdad? Más que todo en casas, casas de habitación o la manipulación, el mal estado del cilindro, más que todo por eso es que tenemos esas emergencias que no son comunes. Pero tan poco es ánimo mucho.

Kalani Picho: [00:12:13] Generalmente son en las casas, en la casa pequeño?

Bombero 1: [00:12:20] El pequeño, correcto, si.

Kalani Picho: [00:12:23] Y los riesgos de estas situaciones es más o menos como los materiales peligrosos?

Bombero 1: [00:12:30] Queremos tiene el bombero a la excursión a un ambiente exclusivo, verdad que el bombero llegue a ella mucha acumulación de gas y que pueda haber una explosión, verdad? Qué otra tenemos al medio ambiente el gas no produce mayor problema, y bueno para las personas también. A veces el riesgo de explosión es el [...] grande de una fuga de gas.

Kalani Picho: [00:13:03] Y usualmente las emergencias con gas causa un fuego?

Bombero 1: [00:13:10] No, no. Usualmente no, es muy raro.

Kalani Picho: [00:13:13] Cree que un robot puedo ayudar en estas situaciones?

Bombero 1: [00:13:22] Sí, como lo explicaba, todo lo que sea no exponer al bombero es bueno. Entonces, si nosotros tenemos un tipo de robot que puede ingresar dentro de la estructura, ya sea industrial o una casa, y hacer mediciones del nivel de inflamabilidad que hay dentro de la casa, si hay mucha fuga de gas, etc. También eso sería importante que pudiéramos ver dentro de la

estructura. Cuál es el problema? Si el problema es cilindros y es tubería es hacer el bombero es de afuera podría esté tomar ya medias de cómo actuar en la emergencia.

Kalani Picho: [00:14:03] Y en general, qué pensarían ustedes sobre la posibilidad de empezar una programa de robot de los bomberos de Costa Rica?

Bombero 1: [00:14:15] Bueno, muy bueno. Verdad, creo que no solo a nivel de bomberos la tecnología va avanzando, sino que a nivel mundial en muchas áreas también se están aplicando. Y a nivel bomberil es súper bien que tuviéramos herramientas robóticas como para poder prevenir o proteger al bombero de su actual motor totales emergencias. Será un fuego.

Kalani Picho: [00:14:43] De ustedes, como creen que se vería a esta programa? Hay robots en cada estación, o, como la forma?

Bombero 1: [00:14:53] Toda dependería [...] de plata. Pero se vería bien que cada unidad tenga un equipo de indiferentemente, para qué tipo de emergencia lo vayan a preparar, de cada uno lo tenga un bombero tenga disponible. Llegamos a la emergencia bombero, lo pone a trabajar. Entonces se diría que prácticamente cada unidad lo tuviera.

Kalani Picho: [00:15:24] Y usted piense que es mejor tener un robot, un tipo de robot de muchas aplicaciones, o robots especiales por cada situación?

Bombero 1: [00:15:35] Sería mejor específico para cada emergencia, verdad? Porque multifuncional, si así fuera, multifuncional y no podría estar en cada estación, ser como una unidad específica sólo para ese aparato porque es multifuncional. Pero si el símbolo tienes ya específicamente para emergencias, ya sabría uno cuál estación ha signarse dependiendo de su especialidad.

Jacob Ciolfi: [00:16:08] Hay muchos incendios de vegetación, si? Que tan grande hay éstos?

Bombero 1: [00:16:10] Bueno, ahí se extendió una hectárea y media. No sé cómo es la medida que usan ustedes. Si es que ellos usan contramedidas. Decir diez mil metros cuadrados en área.

Kalani Picho: [00:17:06] Y cuando duran fuegos de esta?

Bombero 1: [00:17:12] Depende mucho de las condiciones, depende del viento, depende del acceso, la ubicación geográfica. Andamos en un promedio de una a dos horas, dependiendo de este colectivo, esas condiciones de una o dos horas. Sí, sí, porque las que están digamos que son de difícil acceso, que no puede ingresar el camino y no podemos aplicar agua. Se trabaja manual, entonces se trabaja con herramientas de mano. Entonces duramos mucho más.

Kalani Picho: [00:17:56] Estos fuegos en Acosta, en general, como hace agua? Hay "hydrants" o necesita traer todo el agua?

Bombero 1: [00:18:09] Cuando estén vegetación y está acceso, si hay hidrantes pero no suficientes, entonces podemos también sacar de un río, verdad, podemos sacar de un río o este de algún lago que nos óptimos y saquemos. Sacaremos el agua hidrantes en toda terrenos.

Jacob Ciolfi: [00:18:46] Hay suficiente acceso en las montañas por vehículos como los mollejas?

Bombero 1: [00:18:58] Si, por eso es que los tenemos, porque con eso vehiculos sí podemos ingresar si podemos acceder por caminos de fincas esté naturales etc. así podemos.

Kalani Picho: [00:19:19] Ustedes tienen algunas preguntas para nosotros sobre el proyecto, o otras?

Bombero 1: [00:19:25] Bien, me imagino que la primera vez que lo hacen. La primera es que es un proyecto así a la primera vez? Bien. Que tienen pensado y han pensado qué hacer, qué tipo de equipo es, de qué piensan? Tal vez aplicar? No sé si me explico.

Kalani Picho: [00:19:52] Qué tipo de aplicaciones para el robot? Nosotros aprendemos sobre los tipos de emergencias y pensamos que hay cuatros emergencias más común o que son más frecuencia en todo el país: las abejas, los incendios de vegetación, los emergencias eléctricas y los de materiales peligrosos. Estos son los cuatros y nosotros enfocamos en estas y investigar sobre los protocolos de los bomberos ahora y la maneras en que un robot puede ayudar con nuestros.

Jacob Ciolfi: [00:20:48] Hay otras emergencias que usted piense que una robot puede ayudar?

Bombero 1: [00:21:02] Si, aquí el Cuerpo de Bomberos de toda emergencias puede ayudar. No, creo que en esos que ustedes tienen trabajaría bastante bien si digo que otras son de captura de animales, etc. No, no creo que sería funcional.

Kalani Picho: [00:21:32] Muchas gracias para su tiempo y para hablar con ustedes. Nosotras aprendemos mucho sobre Acosta y la estación aquí.

Bombero 1: [00:21:46] Con mucho gusto, [...] y éxitos que les vaya muy bien con su trabajo.

Kalani Picho: [00:21:52] Muchas gracias.

--Transcript End--

Coronado Interview Transcript

Location: Estación de Coronado, San Jose Province

Date: February 20th, 2020

Start Time: 1:55 pm

End Time: 2:17 pm

Attendees: Jacob Ciolfi, Kathryn Nippert, Kalani Picho, Lisa Spalding, Randall Torres Alvarado, Bombero 1, Bombero 2, Bombero 3, Bombero 4, Bombero 5, Bombero 6

--Transcript Start--

Lisa Spalding: [00:00:00] Tenemos preguntas para una entrevista informal de los impresiones de bomberos aquí y usos potenciales para un robot. Por favor ustedes puede dice su nombre y años de trabajo con los bomberos.

Bombero 1: [00:00:32] [Bombero 1], 36 años.

Bombero 2: [00:00:43] [Bombero 2], de 17 años.

Bombero 3: [00:00:48] [Bombero 3], 7 años.

Bomberos 4: [00:00:52] [Bombero 4], 6 años.

Bombero 5: [00:00:55] [Bombero 5], 25 años.

Bombero 6: [00:00:59] [Bombero 6], 10 años.

Lisa Spalding: [00:01:13] Cuál es el tipo de emergencia más común para se pidió a su departamento?

Bombero 1: [00:01:22] Más antes tan en cortocircuito y escape de gas, porque al pasado se atendieron como el 40 por ciento de cortocircuito y un 30 por ciento escapap de gas en cortocircuito. Podemos ponerle electricidad y escape de gas, gas se LP [liquid petroleum].

Bombero 5: [00:01:47] If you need any kind of translation don't hesitate to ask for it.

Bombero 1: [00:02:13] Y este, el otras, abejas, fuego en charrales. Eso solo lo tenemos los que tenemos incidencia y lógicamente si tenemos bastantes fuegos en estructural, pero no son tantísimos como ocurre [...]. Aquí hay, aquí tenemos que estar mano.

Lisa Spalding: [00:02:33] Y cual es la emergencia más peligrosa?

Bombero 1: [00:02:39] Sería el incendio estructural, incendio en estructura.

Bombero 2: [00:02:44] No, hay es materiales peligrosos.

Bombero 1: [00:02:44] Pero, no están incendio. [Bombero 2] dice son materiales peligrosos. Lo que pasa es que no es tanta la incidencia. El año pasado había un 40 materiales peligrosos.

Bombero 2: [00:02:57] Si, pero además de eso.

Bombero 5: [00:03:01] Es para mí, los rescates.

Bombero 1: [00:03:03] Es que en realidad la combinación sea más peligrosa, con más incidencia. Por que dice que es el incendio estructural? En realidad nosotros, a pesar de que tenemos un buen nivel en incendio estructural, el problema es la dinámica de la situación. Da pie a muchos accidentes. De hecho, la mayoría de accidentes no se hay materiales peligrosos ni los rescates se han encendido.

Lisa Spalding: [00:03:55] Que tipo de emergencia consumir más tiempo?

Bombero 1: [00:04:01] Propia o en cantidad?

Kalani Picho: [00:04:02] De cada emergencia y la llamada empieza a termina.

Bombero 1: [00:04:09] Cantidad?

Kalani Picho: [00:04:10] Sí.

Bombero 1: [00:04:11] Cantidad de cortocircuitos. [...]

Bombero 5: [00:04:30] Incendios forestales.

Lisa Spalding: [00:04:37] Con qué frecuencia responden a las llamadas de abejas?

Bombero 2: [00:04:47] En promedio, todos los días.

Bombero 1: [00:04:48] En Costa Rica, más o menos de 14 mil y 16 mil llamados por año por abejas.

Lisa Spalding: [00:04:58] De este estacion?

Bombero 5: [00:05:01] Todos los días.

Bombero 1: [00:05:02] Vamos, sea hasta todos los días, al menos uno o dos por abejas.

Lisa Spalding: [00:05:08] Y con qué frecuencia responden a incendios en vegetación?

Bombero 4: [00:05:17] Casi todos los días.

Bombero 1: [00:05:19] También depende de la época del año, aunque usted no lo crea. Y aquí quiere un ambiente fresco. Tenemos un ambiente fresco, relativamente podrido, pero sobre todo de noviembre a mayo, todos los días, no solo. Y ahí no hay una interrelación con quien sirve el charral forestal, estar con basura y desechos.

Lisa Spalding: [00:05:48] Emergencias electricas tambien todos los días?

Bombero 1: [00:05:59] Prácticamente todos los días. Este estacion de 6-7 alarmas viernes, minimo, 6-7.

Lisa Spalding: [00:06:25] Emergencias con gas o materiales peligrosos?

Bombero 1: [00:06:29] También casi a diario. Gas LP, se maneja aquí. En el país no se usa casi gas natural. Aquí en nuestro país es muy normal que suceda lo natural. Aquí prácticamente la totalidad del gas que se maneja el gas LP, gas licuado.

Kalani Picho: [00:06:59] Y para las emergencias eléctricas, lo que generalmente ocurrir a estas llamadas, qué es la situación de cortocircuito?

Bombero 1: [00:07:12] Cortocircuito, principalmente estamos hablando principalmente del cable del tendido público en la casa de bolsa o lo que se le llama convertida. Tiene mucho que ver. Eso tiene que ver parte del sistema viejo parte vehículos altos con los cables, partes, sobrecarga. Pero eso no es más. En Costa Rica, entre el 60 y 65 por ciento de los incendios estructurales se deben a problemas eléctricos.

Kalani Picho: [00:07:48] Y cuáles son las principales peligros o riesgos de este situaciones? Para los bomberos y personas en las emergencias electricas.

Bombero 1: [00:08:02] Okay, bueno, nosotros atendamos principalmente emergencias eléctricas entendidos de baja tensión, 120 horas de alta tensión. Nosotros no lo atendamos. Sin embargo, también aquí nosotros sí tenemos a veces que enfrentarnos a alta tensión cuando los vehículos arrancan postes y caen sobre los vehículos ahí sí tenemos. Tenemos el sensor eléctrico para saber si las líneas están descargadas, entonces un aspecto seguridad, pero sin embargo, si bien es un caso extremo [...] vivas. Este aún que haya una situación de escape, bien que mal. Nosotros atendamos el modelo de riesgo de la norma 1500 de FPA, por lo menos yo lo manejo por la mil 500. Insistirle al pueden buscar establece lo siguiente los bomberos arriesgan mucho, olvidã salvables, [...] un poco por propiedades salvables y no llegan hasta. Un tendido en el suelo con personas dentro de un vehículo que está en una situación extrema. No es una vida salvaje. No obviamos el peligro al que tenemos que hacer nosotros por hacerlo hasta donde sea posible. Si es salvable, entonces arriesgamos mucho por una vida saludable y el miedo en el mismo se aplica también para el incendio. Entonces esa parte del riesgo se manejan los hombres, cuánto podemos hacer, pero que el bombero no se convierta en una víctima también.

Kalani Picho: [00:09:51] Y ustedes creen que un robot puede ayudar con estas situaciones?

Bombero 1: [00:09:56] La parte eléctrica, tal vez no tanto, si conocemos qué sabemos de robots, pero principalmente en materiales peligrosas y algunos en incendios estructurales, como se vieron los últimos. Por ejemplo, en la catedral no se llama posibilidad de colapso natural y mencionó los robots en la nave central hacia arriba para aplicar [...], con una mayor exposición que se podía esperar, sea meter bomberos. Definitivamente era exponerlos a un extremo con los robots que pudieron hacer parte del control que se dio en la catedral. [...] Fueron por los robots que metieron y son muy conocidos, más usados en Europa que soldados.

Bombero 1: [00:10:49] Pero si usted me pregunta, sabiendo muy poco del tema, dónde puede ayudar un robot más? Sería tal vez con el concepto de los exoesqueletos, sobre todo para cargue rapidez y bajar el impacto del equipo, porque el equipo es sólo el equipo de señalamiento. Tiene una empresa 30 kilos. [...]

Kalani Picho: [00:11:30] Para las materiales peligrosos, la capacidad más importante para ustedes ser coleccionar o recoger informaciã sobre la situación? Si tiene un robot que puede entrar edificios peligrosos.

Bombero 1: [00:11:48] Ese sería uno de los principales, o manipular cierto equipo, digamos cerrar llaves o desconectar algún equipo que sea pulsada, porque ahí hay del hecho algunos y cosas como esas, o también que tenga cámaras que puedan otra vez. A veces no se permite un acercamiento suficiente para identificar verdarle. Pues si hubiera un robot que nos ayude a ayudar en eso sería excelente, porque no hay que escoger a nadie y de hecho son los más usados principalmente para materiales peligrosos. Las otras actividades, como por ejemplo el cortocircuito, facilita que no sería tan, pues partes y partes no robóticas. Sería una escalera mecánica que no en todas las situaciones sí tenemos, pero no en todo lo que facilita. Traería más seguridad, porque a veces vamos a lugares donde es muy incómodo, es muy peligroso. De hecho, yo particularmente trato de usar la unidad en la medida de lo posible para deportes altos en lugar

de la escalera. Eso sí, si nos referimos a situaciones eléctricas sería facilidad, como una escalera, pero no tanto un robot, verdad?

Kalani Picho: [00:12:59] Si, es duro.

Lisa Spalding: [00:13:07] De abejas, piensas que un robot puede ayudar con abejas?

Bombero 1: [00:13:13] En realidad nosotros ha estaba sobre el programa, ahora se llama salvemos a las abejas. Está enfocado ecológicamente porque si lo hacemos, como les contaba del 2014 o 2016 enjambres, o sea, una idea directa de elimínalos. El problema es que con concientización con las universidades se llegó a un extremo que si estábamos matando 16000 enjambres por año, por decir algo, hablando de un promedio de 10 mil abejas que no son verdad porque son muchas más encadenamos. Es una barbaridad lo que se estaba matando, entonces es que estábamos dañando la parte ecológica, puesto que las abejas polinizan prácticamente el 75 por ciento de la parte agrícola. Entonces se empezó un programa. Se estaban usando en algunas partes como un programa piloto, se usaban, se están usando aspiradoras. Para recuperarlas, meterlas en las colmenas, sacarlas y volverlas. No es un robot, pero sí la verdad, entonces ser manipulados por nosotros.

Kalani Picho: [00:14:49] Qué pensarían ustedes sobre la posibilidad de un robot de los bomberos?

Bombero 1: [00:14:58] Como les digo, sería muy bueno.

Bombero 2: [00:15:01] Y pensaríamos de tener la posibilidad de tener un programa de robots.

Bombero 1: [00:15:09] Sería interesante porque habría que, porque hay cosas que definitivamente sí nos ayudó, pero hay otras cosas que todavía están relegadas o están supeditadas a una persona. Pero para ayudás, por ejemplo. Por eso les hablaba para mí, en particular a mi particular. A mí me preguntan, el primer paso seríamos exoesqueletos para ayudar con ciertos esfuerzos de equipo. Sobre todo, el peso refuerza ciertas cosas. Por ejemplo, los equipos hidráulicos, los equipos hidráulicos son muy pesados. Si hubiera un exoesqueleto que diera facilidad y que diera, por ejemplo, más fuerza, sería excelente. Hay otro que es este, que no soy muy claro si sería parte, porque es tecnología sería el conteo del personal dentro de las estructuras. Existen sistemas que se colocan sensores alrededor de la estructura y hay un chip que va cosido en el equipo de protección que avisa cuando ingrese en esa parte. Dónde están estos sensores? Da una señal las partes que están en movimiento y en rojo en el momento en que dejan de moverse y cuando sale la estructura. La ventaja es que con el tiempo están programados. Sabemos quién es con todos los datos que obtienen. Si, por ejemplo, esa persona llega, deja de moverse en ese sensor o con la identificación que tiene. Sabemos si tenemos un registro médico y hay consolas. Existe, aunque nunca se han usado accesorios. Y lo otro es la interacción en las unidades existe y aquí no se usan, que son pantallas. Cuando se va llegando al lugar ingresan en una zona cercana y usted ve el movimiento en su unidad de las ocho unidades conforme van llegando [...]. Entonces es facilita, porque yo sé donde tengo esas unidades cercanas a mi.

Kalani Picho: [00:17:33] Tienen algunas preguntas para nosotras sobre la programa?

Bombero 2: [00:17:40]Cuál es la idea de ustedes robots? Con qué uso?

Kalani Picho: [00:17:49] Nosotros hacemos investigaciones para aprender más sobre los protocolos y las emergencias más comunes de los bomberos y de éstos identificamos cuatros emergencias que son más común o peligrosos: son a los abejas, a los incendios de vegetación, a emergencias eléctricas y emergencias de materiales peligrosos. Pensamos que un robot puede ayudar.

Bombero 1: [00:18:24] Estamos hablando de lo que se ha manipulado con nosotros o que sea independiente de alguna forma o sea que luego de alguna manera. Por eso le resulta, el exoesqueleto, que es el tipo. Digamos que van junto con una persona o se piensan mantener la idea de un robot completamente aparte, porque, por ejemplo, si a mí me hablan de un dron en zona de forestadas, si tuviéramos la facilidad muchas veces de más de enviarlos a ciertas partes, un poco de difícil acceso. De hecho, quién sí usa pero está empezando el programa, facilita y evitaría la pérdida de tiempo en llegar a ciertos lugares donde es difícil llegar y eso es peligroso. Pero si usted me dice que quieres algo, digamos que es totalmente aparte. Podría hacer es un principal aparte? Digamos que podría impropriamente como parte del bombero, verdad? Algo te cambia un poco como las dos cosas, porque hay cosas que está diciendo saber que lo pueden proteger y darle más seguridad o cosas que pueden llevar él ahí no sé si conocen. Han oído hablar de [...] o están usando un australia. [...] es uno piensa que va incubadas. Hacer se llama así porque las puntas de sonido los lleva el bomber. Ingresas al lugar, empieza a mandar señales permanentemente y van generando conforme se van moviendo. Va generando una computadora o una o una estructura en 3D, aunque nunca hayan tomado las medidas exactas y conforme se va moviendo y a la vez lo mantiene esté localizado, ya existen. Qué es lo que pasa con esas cosas que a veces son prohibitivos por costo, pero ayuda mucho porque un lugar que no conocemos tenemos varias ventajas. Primero se el lugar se va conformando muy rápidamente, tenemos localizado bombero y podemos hasta hacer algún plan. Por ejemplo, con los equipos de intervención rápida, de localización rápida, de hacer bomberos de una estructura que no conocíamos cuando llegamos, pero que al rato de estar ahí ya sabemos cómo es y qué distancias tiene. Entiende por qué se genera en realidad no usar mucho ingeniería en arquitectura o ponen una piecita y él empieza a mandar señales y empieza a generar con todos los quiebres y que tiene lugar, verdad, tamaños y todo de puertas. Si usted dice algo como eso, no sé si llegará a tiempo o funcionamiento.

Kalani Picho: [00:21:03] Pensamos sólo en robots separadas.

Bombero 1: [00:21:08] La maquinaria que se queda.

Kalani Picho: [00:21:09] Sí, pero ahora podemos investigar otras como exoskeletons.

Kalani Picho: [00:21:43] Muchas gracias para ustedes tiempo.

Lisa Spalding: [00:21:48] Algunas otras preguntas?

Kalani Picho: [00:22:15] Nosotros vamos a enviar una copia de nuestro report a ustedes para review, si quieren hacer cambios, ustedes pueden.

--Transcript End--

Tibás Interview Transcript

Location: Estación de Tibás, San Jose Province

Date: February 21st, 2020

Start Time: 8:30 am

End Time: 8:45 am

Attendees: Jacob Ciolfi, Kathryn Nippert, Kalani Picho, Lisa Spalding, Randall Torres Alvarado, Bombero 1, Bombero 2

--Transcript Start--

Bombero 1: [00:00:02] Mi nombre es [Bombero 1]. Soy el encargado de materiales peligrosos a Tibás. Estudié Ingeniería Electrónica, estudié ingeniería informática. Conozco un poquito del tema.

Kalani Picho: [00:00:29] Podemos esperar unos minutos?

Lisa Spalding: [00:00:49] Tenemos dos preguntas individuales.

Kalani Picho: [00:00:49] Si, cuánto tiempo ha estado trabajando con los bomberos?

Bombero 1: [00:00:56] 15 años.

Kalani Picho: [00:00:57] 15 años y cuál es su empleo actual?

Bombero 1: [00:01:02] Muy sustituyente, de los materiales peligrosos el 'hazmat'.

Kalani Picho: [00:01:06] Qué responsabilidades se incluyen en su empleo?

Bombero 1: [00:01:10] Que vemos y la atención de emergencias también involucra un material peligroso en la parte administrativa de la unidad, todo lo que es un proceso de compra de equipos. Capacitación de personal y entrenamiento la industria del entrenamiento a los demás miembros de la unidad básica, asesorar a las personas empacaba de emergencias, darles a conocer, guiarlos la emergencia.

Kalani Picho: [00:01:53] Y por usted cuánto tiempo ha estado trabajando con los bomberos?

Bombero 2: [00:02:00] 17 años, 5 o 6 aquí.

Kalani Picho: [00:02:10] Qué responsabilidades se incluyen en su empleo actual?

Bombero 2: [00:02:21] [...] Materiales peligrosos.

Kalani Picho: [00:02:25] Y por ustedes or por el estación en general, cual es el tipo de emergencia más común para esta departamento?

Bombero 1: [00:02:42] El más común es gas. Escapes de gas cloro o gas amoniaco y combustibles. Dice gasolina [...]. Lo más común.

Kalani Picho: [00:03:04] Y cuál es la emergencia más peligroso para los bomberos y la gente?

Bombero 1: [00:03:13] En general?

Kalani Picho: [00:03:13] Si.

Bombero 1: [00:03:16] [...] Le duele un incendio, por lo que en un caso neutra un incendio que tendrá presencia material peligroso. Uno se combinan las dos.

Kalani Picho: [00:03:31] Y cual es el tipo de emergencia que consumir más tiempo, como la duración de la llamada?

Bombero 1: [00:03:43] En qué sentido? Durante el traslado, cuánto tiempo ahorra la emergencia?

Kalani Picho: [00:03:48] Si, cuanto tiempo a dura la emergencia?

Bombero 1: [00:03:50] Que en nuestro caso es con materiales peligrosas. Las emergencias pueden durar años. Tienen algo de eso? De qué es lo que está expuesto? Sí, es un material muy persistente que dure mucho tiempo después, que dure años. Un ejemplo es el caso de Chernobyl. Chernobyl tiene 30 años base. [...]

Kalani Picho: [00:04:20] Y con qué frecuencia responden las llamadas de materiales peligrosas, es diaria o semanal o?

Bombero 1: [00:04:27] Semanal, dos veces por semana.

Kalani Picho: [00:04:32] Y generalmente lo que ocurrir en estas llamadas, que es el proceso? Para responder a las llamadas.

Bombero 1: [00:04:45] Cómo se tomó responder a nosotros?

Kalani Picho: [00:04:47] Si.

Bombero 1: [00:04:49] La forma en que recibimos la llamada por parte de oficina de despacho a través del radio o teléfono. Y la unidad responder a todo el país. Desde aquí respondemos a cualquier parte. Básicamente, dependiendo de la complejidad que tan difícil sea el producto material, podemos coordinar con la policía vigilancia en el traslado. Mira también helicóptero [...]. Durante el traslado, pues vamos recopilando información y pedimos información de la cantidad de personas afectadas, cantidad de material que producto está involucrado. Condiciones climatológicas, si está lloviendo, si está haciendo sol. Por esta razón, cualquier información que nos pueda afectar. Y una vez que ya llegamos, hacemos una revisión para eliminar producto cara el riesgos de pena para poder determinar cuál es el equipo de protección más adecuado a nuestros tiempos en los diferentes niveles de protección. La protección respiratoria, la protección [...] Los entiendo dependiendo del producto. Así es la protection de usar.

Bombero 2: [00:06:32] Aparte, eso siempre era necesario, compararemos para ser libres, sino para responder [...].

Kalani Picho: [00:06:57] Qué tipos de escenarios hacen las llamadas más difícil para ayudar?

Bombero 1: [00:07:06] En la emergencia?

Kalani Picho: [00:07:07] Si.

Bombero 1: [00:07:16] Se trata de volver porque en la calle no sabemos que hay. Si es una industria, una bodega ya tiene registrado que lo que hay. Las buenas costumbres debe estar. [...] No sabemos cuándo está programado si hay productos más claro. [...]

Kalani Picho: [00:07:57] Cuáles son los principales peligros o riesgos en estas situaciones? Para los bomberos o para la gente.

Bombero 1: [00:08:12] Pues se ella los dos. Nosotros atendemos llamadas, dependen mucho del cual materiales de volucrado. Pues puede que haya riesgo si es un riesgo de explosión. [...] Producto de la inhalación a la salud. Si sumaya cuidar de muchas personas, pues. Las personas van a estar relacionado [...]

Kalani Picho: [00:08:49] Y como aprender más sobre los materiales y qué tipo de materiales es este 'dispatch'? Usar helicopter o las drones como aprender sobre la situación?

Bombero 1: [00:09:06] En la emergencia o cómo aprender capacidades?

Kalani Picho: [00:09:07] En la emergencia. Por ejemplo, cómo identificar el tipo de gas?

Bombero 1: [00:09:12] Bueno, como nosotros lo hacemos ahorita si tenemos la unidad de drones, también hay todo un proceso para cubrirlos. Los batallones que nos pueden dar una idea global a nivel de tierra y suelo. Y a nivel de ya de otros cuerpos de bomberos o equipos, también existen los que somos los robots fuerza españolas en tierra que llevan equipos, sensores de alimentarlos, sensores de radiación, sensores de temperatura, cámaras.

Bombero 1: [00:10:08] Inclusive el sonido ambiente que permiten hacer un desplazamiento hacia una atmósfera contaminada. Darnos una visión de lo que está pasando y no exponerla es personal. El momento no se va a gustar hacer una reacción, sino que se hace con ese tipo de. [...].

Kalani Picho: [00:10:29] Si, pero en Costa Rica no hay?

Bombero 1: [00:10:32] En Costa Rica no tenemos.

Kalani Picho: [00:10:36] Entonces, ustedes creen que un robot sería capaz de ayudar con las llamadas de materiales peligrosos?

Bombero 1: [00:10:42] Muchas.

Kalani Picho: [00:10:47] Las capacidades más importantes son de los sensores para ustedes?

Bombero 1: [00:10:52] Poder monitorear que hay en el ambiente, una visión.

Bombero 2: [00:10:57] Camaras [...]

Bombero 1: [00:11:02] Para que no explote [...], implícitamente aseguró que este no reaccione o que no genere chispas que puedan ser una fuente de emisión para una. Si hay un gas, su estilo de explotar.

Kalani Picho: [00:11:20] Okay.

Bombero 1: [00:11:20] No, no probó que explosión.

Kalani Picho: [00:11:24] Y también creen que un robot que puede manipular cosas es importante también?

Bombero 1: [00:11:34] Bueno, entre menos se involucre la persona, el material, es más, mejor, porque si se da algún incidente lo que se va a perder es algo material y no atención.

Kalani Picho: [00:11:49] Y qué pensarían ustedes sobre la posibilidad de un programa de robot de los bomberos?

Bombero 1: [00:12:00] Muchos ya han hecho varios intentos, los de universidades hecho en el país. Pero no terminando el proyecto. Piensa hacer investigación y no hay terminado.

Kalani Picho: [00:12:14] Sí, aprendí sobre esto roboto y yo no sé si es utilizando de los bomberos, pero no es completo, el robot?

Bombero 1: [00:12:29] [...] un prototipo.

Kalani Picho: [00:12:30] Solo un prototipo.

Bombero 1: [00:12:30] Y no desarrollar.

Kalani Picho: [00:12:38] Piensan que para un programa de robot es más importante tener un tipo de robot de cada aplicación o un robot que puede hacer muchas tips de emergencias?

Bombero 2: [00:12:49] [...] sensores.

Kalani Picho: [00:13:19] Si, por ejemplo, un robot que puede cambiar sensores. Es más bien.

Kalani Picho: [00:13:36] Ustedes tienen algunas preguntas para ustedes sobre la programa o las investigaciones?

Bombero 1: [00:13:51] [...]

Kalani Picho: [00:14:00] En nuestra universidad cada estudiante aún necesita hacer un proyecto afuera como la 'study abroad' y nosotros seleccionamos a Costa Rica, específicamente a San José, y recibimos el proyecto de los bomberos sobre el robot. Estamos aquí por dos meses para investigar sobre los robots y hacemos entrevistas de las estaciones y al final vamos a presentar unos recomendaciones sobre la posibilidad de un programa de robots y las aplicaciones a mejores.

Bombero 2: [00:14:56] Bienvenidos.

Kalani Picho: [00:14:56] Gracias.

Bombero 1: [00:14:57] Y en los estudios que están terminando están intermedios?

Kalani Picho: [00:15:04] Es cerca del presentación final, es la primera semana de marzo. Tienen dos semanas.

Bombero 1: [00:15:20] Buena suerte.

Kalani Picho: [00:15:21] Muchas gracias.

Bombero 2: [00:15:23] Te gusta Costa Rica?

Kalani Picho: [00:15:28] Si, muchas gracias y vamos a evitar una copia de nuestro ensayo antes de publicar y ustedes si quieren hacer cambios, pueden hacerlos.

--Transcript End--

Puriscal Interview Transcript

Location: Estación de Puriscal, San Jose Province

Date: February 21st, 2020

Start Time: 11:26 am

End Time: 11:55 am

Attendees: Jacob Ciolfi, Kathryn Nippert, Kalani Picho, Lisa Spalding, Randall Torres Alvarado, Bombero 1, Bombero 2, Bombero 3

--Transcript Start--

Bombero 1: [00:00:05] Qué tipo de robot están proponiendo?

Jacob Ciolfi: [00:00:08] Es un parte de su investigación. Quiero descubre qué tipos haría más que ayudar.

Bombero 1: [00:00:19] Y para qué tipo de emergencias?

Jacob Ciolfi: [00:00:23] Hay cuatro tipos que investigar: las abejas, incendios de estación, emergencias eléctricas y energías con en gas y materiales peligrosos. Pero si hay diferente tipos de emergencias que usted piense haría más ayudar.

Bombero 1: [00:00:47] De las abejas es muy bueno. Sí, las abejas. He visto que usan drones para procesos de agricultura, para aplicar productos químicos. Estos drones podrían servir para también controlar abejas, para medir tal vez su agresión aplicando agua. Dónde está el panal? Eso podría ser una idea.

Jacob Ciolfi: [00:01:15] Eso matar las abejas?

Bombero 1: [00:01:17] No, es el agua pura, sólo agua. Agua nada más. El agua las tranquiliza para que los bomberos puedan armarse, atraparlas. En los fuegos usted me dijo abejas, en cortocircuitos, uno podría pensar en un dron que puede andar por los techos. Con un robot o que sea como un tanque pequeño o de oruga que puedan subir y buscar dónde hay un cortocircuito que tenga una cámara térmica para ver dónde está la cantidad de temperatura, llegue y vea dónde está el problema, el cortocircuito. Con cámara térmica. La cámara térmica también sirve para las abejas porque ellas generan temperatura y a veces tal vez están en un lugar, en un cielo raso, en una casa y entonces pueden usar el robot para que entre y lo ubique y tomar fotos o hacer un video y mandarlo a la portátil, a la laptop. Y eso también puede servir. Abejas, eléctrico, cuál otro?

Kalani Picho: [00:02:48] Los otras dos son incendios de vegetación y emergencias de materiales peligrosos.

Bombero 1: [00:02:58] En emergencia de materiales peligrosos, están solos ellos, los robots. Yo he visto muchos videos de robot de Japón y ellos los usan prácticamente para todo. El brazo, el brazo, los detectores térmicos y también las cámaras. Las cámaras son muy importantes para identificar. Tal vez la definición de la cámara, que sea súper buena para que logre ver cosas muy pequeñas.

Bombero 2: [00:03:34] En ese aspecto de materiales peligrosos, sí sería bueno tomar en cuenta el riesgo humano. Los médicos cuentan con materiales peligrosos. En ese caso el médico va muy bien y si tiene la visualización de qué producto es, cómo hacer el tratamiento, tal vez el robot nos ayude a hacer el manejo por medio del ser robot.

Bombero 1: [00:03:58] Se tiene el robot X tamaño y tiene un brazo, usted podría hacer lo que gire la llave o que tape un extraño en un tanque que tenga la tapa rosca con el giro de la mano del robot. Eso podría tener un derrame de algún producto químico peligroso o la otra sería que la misma mano pudiera tener una especie de pala que junte algún producto químico y lo ponga otro lo. Ese puede ser otra opción y, que más, pienso yo. La detección la cámara térmica siempre es importante por la temperatura y en los incendios forestales nosotros usamos drones. Los drones hacen que usted pueda visualizar el fuego de distintas formas. Lo que pasa es que los drones están limitados a un espacio aéreo X. Entonces, si cuando se está metido dentro de una montaña y es pendiente fuerte, a veces el dron no puede bajar porque se pierde la vista del dron y entonces esa parte hace que no podamos atender la emergencia. Yo pienso que tal vez es que hay un dron, un robot, sería algo que se sujete o que trabaje ahí, sería como una araña de esos que tienen varias patas, algo así como una araña que pueda colgarse de cualquier parte, bajar.

Bombero 2: [00:05:39] Una mayor accesibilidad al terreno.

Bombero 1: [00:05:42] Y porque el dron no lo podamos usar así. Eso también serviría como para un rescate. Usted llega a monte robot y lo hace bajar y pienso yo que usted puede tener una parte como que sacó un brazo telescópico donde sacó una cámara para que mande imágenes de donde están las personas que ocupen.

Lisa Spalding: [00:06:09] Y tienes drones aquí?

Bombero 1: [00:06:09] No, aquí ahora no. La intención de Bomberos es que en todo el país, en todas las estaciones, haya uno. Ahora hay uno por cada seis estaciones, y en todas las estaciones

debe haber un piloto de dron certificado. Entonces un dron vuela con dos pilotos. En Costa Rica, la ley, la norma, dice que un dron vuela con dos pilotos. La norma de Aviación Civil. Entonces en todas las estaciones hay un piloto. Entonces, si se ocupa el dron, viene otro bombero de otra estación que es piloto y se juntan los dos y van a trabajar a la emergencia. En este momento, el dron de esta estación del batallón está en una estación que se llama Atenas. Y entonces si hubiera una emergencia en este sector, ese bombero de ahí se viene y se lleva al piloto que aquí y trabaja en la emergencia.

Kalani Picho: [00:07:39] Cuál es el tipo de emergencia más común para que se pidió a su departamento?

Bombero 1: [00:07:45] Creo que los incendios en charranes o incendios forestales. Charrales es como fuego en el bosque, pero en maleza más pequeño, más sencillo. En las propiedades, hay propiedades que quedan entre las casas y ahí no hay montañas y no es un monte más bajo, unas plantas más bajas. Eso, ahora que estamos en verano todo está seco, entonces se quema. A veces las personas no comprenden que no hay que quemar y encienden el fuego y causan una emergencia.

Kalani Picho: [00:08:29] Y en sus opiniones cual es la emergencia más peligrosa se encontró?

Bombero 1: [00:08:35] De las materiales peligrosos, para mí.

Kalani Picho: [00:08:52] Y con qué frecuencia responden a las llamadas de abejas?

Bombero 1: [00:08:58] Digamos que un promedio de mínimo dos a la semana.

Bombero 2: [00:09:08] [...] Dos o tres por semana.

Kalani Picho: [00:09:14] Y lo que generalmente ocurre en estas llamadas? Qué es el proceso?

Bombero 1: [00:09:20] Qué hacemos con las abejas? Antes, las eliminamos hace muchos años atrás. El problema de las abejas en esta zona todos son africanizadas actualmente o están cruzadas, pero actualmente lo que estamos es rescatandolas. Tenemos un sistema con una aspiradora que las colocamos en un recipiente para entregárselas apicultor o entregar o liberarlas en una zona segura.

Kalani Picho: [00:09:55] Cuáles son los principales peligros en estas situaciones con abejas sin?

Bombero 1: [00:10:02] Bueno, por lo general es que atacan a las personas. Ellas son muy territoriales y te pueden seguir hasta un kilómetro. Entonces es de por eso es que nosotros atendemos los problemas con abejas, no con avispa.

Kalani Picho: [00:10:26] Con qué frecuencia responden a las llamadas de los incendios de vegetación?

Bombero 1: [00:10:31] Vamos a ver, durante el invierno no, pero durante el verano, la época seca, podemos tener, cuerda a tope, como si hasta 20 salidas diarias, pero un promedio podríamos hablar de unas diez se sube en verano a diez salidas diarias en promedio.

Kalani Picho: [00:11:01] Y cómo duran estas llamadas, algunas horas?

Bombero 1: [00:11:56] De charranes? OK, puede ser de muy corto una hora a una semana. Sí, a veces son muy grandes y a veces no son tan grandes. Ahora andábamos uno que duramos una hora, pero ahí hemos ido a otros que a veces duramos una semana y todos los días, y entonces las emergencias que hay fuera ese charral tienen que venir otras estaciones a cubrirlas. Entonces nosotros estamos trabajando en este lugar, en la montaña, y vienen otras estaciones, ocho unidades a cubrir mientras estamos trabajando.

Lisa Spalding: [00:12:36] Tienen problemas con acceso a los fuegos?

Bombero 1: [00:12:46] Así, si a veces son muy complicados las topografías en Puriscal son como Colorado, montañas, muchas montañas. Entonces a veces si hay lugares donde usted llega ahí, se no, que sigue el fuego y lo esperamos allá en tal lado porque no podemos. Esos lugares son muy difíciles.

Kalani Picho: [00:13:13] Y por eso en estas situaciones un robot necesita la habilidad de ir a estas lugares.

Bombero 1: [00:13:30] Sí, bueno, esta estación ustedes ven que tal vez no es muy grande, tenemos tres unidades y las tres unidades están enfocadas hacia incendios forestales. El camión grandes 4 por 4. Después tenemos otro más pequeño, que es el que está ahí es un Iveco o similar, es muy parecido al Unimog de Mercedes Benz, que es un carro 4 por 4 y tenemos un Ford de 850, que es también 4 por 4, porque aquí la mayoría es malos caminos que calles malas, topografía es muy quebradas, pendientes muy pronunciadas, lugares inaccesibles. Entonces es complicado. Entonces, tal vez un robot en una zona de esas podría ayudarnos a ver un fuego. Tal vez hemos visto que una de las muy buenas opciones son los drones porque los drones nos dicen dónde está el fuego. Entonces usted con un punto ya específico enviar equipo trabajar directamente dónde está. Entonces, si para llegar a este punto había que cruzaban la montaña, ahora podemos hacer otro cambio para no maltratar a las personas, a los bomberos. Caminar un poco más, pero menos difícil y menos riesgo. Eso lo hemos estado tratando de hacer.

Kalani Picho: [00:14:55] Y por eso, porque hay drones para investigar, usted piense que un robot sería más útil si puede apagar el incendio o solo recoger más información?

Bombero 1: [00:15:12] Yo pienso que tal vez un robo sería muy útil. Lo que pasa es que la dimensión del robot debería ser muy grande, porque si un robot se lo va a usar para apagar un incendio, debería pensar en cantidad de agua. Entonces no puede ser algo muy pequeño, tiene que ser algo grande. Yo he visto, por ejemplo, en Estados Unidos, vídeos de incendios forestales donde usan camiones como el que teníamos, pero los preparan para eso. Entonces les ponen al frente un bumper biguá y grande para que cuando entren y hagan árboles peguen y lo doblan. Entonces esas cosas son muy útiles. Lo que pasa es que también están limitados a donde haya una topografía donde más o menos puedan pasar. Cuando es quebrado, ellos no hacen. Y aquí en Costa Rica, como decían las personas, o sube o baja, pero esa ha sido, no es muy fácil, es muy quebrada.

Kalani Picho: [00:16:28] Cómo cree que se vería un programa de robot de los Bomberos? Como organizador la programa? Por ejemplo, usted quiere hay un robot en cada estación, o hay lugares como robots para usar?

Bombero 1: [00:16:48] Bueno, yo lo vería del punto de vista que si hubiera un robot que hiciera múltiples funciones de materiales peligrosos, desde poder observar por dentro de un techo si hay un cortocircuito, desde ponernos ayudar a observar alguna situación en un incendio forestal, sería muy importante que hubiera uno o dentro de cada estación de bomberos, verdad? Pero este por lo general los equipos de este tipo son muy caros. Por lo general no va a ser tan fácil adquirirlos. Por ejemplo, con el dron, tenemos uno para 6 y probablemente vamos a llegar al punto en que vamos a tener uno, pero todo es un proceso. Entonces comenzamos con uno para 6, luego haber 2 para 6, luego 3 para 6 y ahí vamos hasta que llegamos a tener uno cada uno. Entonces en Costa Rica llevó un proceso, verdad? Entonces tal vez no tenemos la fortaleza económica de otros países que puedan llegar a decir "así, me gusta" y compro. Eso eso lo hacen los países que están más desarrollados, aunque el Cuerpo de Bomberos de Costa Rica está muy desarrollado y tiene muy buenas cosas, pero todavía a veces las compras son como limitantes.

Kalani Picho: [00:18:19] Y ustedes piensan que es más útil tener un tipo de robot para cualquier emergencia o algunos tipos de robots por cada emergencia?

Bombero 1: [00:18:33] Uno para todos, pienso yo, porque los camiones a veces tienen limitación de espacio. Entonces no puede tener uno como el lujo de decir "esto son robots" y tengo seis. No, tengo uno y me ayuda en todo. Y también pienso que deberían de pensar en la parte económica, verdad? Ustedes desarrollan uno muy sofisticado, pero sólo atiende eso, pero desarrollamos uno menos sofisticado, pero atienden un montón de cosas. Entonces, tal vez esa visión la puedan tener ustedes.

Kalani Picho: [00:19:14] Y para este robot, las capacidades más importantes son de observar y manipular, y algunas veces apagar incendios, son los más importantes?

Bombero 1: [00:19:30] Yo pensaría en que tal vez observar y manipular, porque apagar pienso que tal vez sea un poco más difícil, aunque sí he visto otros que lo hacen, verdad? Desconectan una manguera y ellos se van, los llevan, pero no sé, no sabría decir.

Bombero 2: [00:19:47] Si con ayuda de mayor accesibilidad para visualizar y por mantener el tipo de problema que tengamos y tanto en vagancia. Nada más, pero sí tener ese aporte que tenemos mayor accesibilidad en caso de charrales, que no tenemos acceso para perdonarías quienes tiene? No llegamos, pero tenemos los puntos observación de tal tendencia. Entonces esta vez y nos pelagra por ese lado.

Kalani Picho: [00:20:22] Si, y proteger la seguridad de los bomberos.

Bombero 1: [00:20:25] Si eso protege muchísimo, con solo no tener que enviar un bombero, para nosotros son muy importantes. La otra es que nosotros no tenemos equipo para hazmat, entonces tenemos una unidad cercana, está a 42 kilómetros de aquí, pero si yo llego a una emergencia y tengo un robot, envié el robot. Veo lo que hay, yo voy pasando información con los de hazmat y entonces ellos ya saben a lo que vienen. Y también en qué me va a ayudar en que si es un producto muy tóxico, yo puedo crear un híbrido cuando a las personas para protegerlas. Entonces eso va a ser muy importante, porque a veces no sólo el control, sino alejar a las personas es lo más importante para que no se contaminen o no se intoxique o hasta no se sufran mayores daños.

Kalani Picho: [00:21:30] Con qué frecuencia responden a las llamadas de las materiales peligrosos? Aquí en esta estación.

Bombero 1: [00:21:40] Últimamente estamos tranquilos de verdad, muy infrecuente, poco común. Hubo un tiempo que sí. Creo que tiene que ver mucho con las regulaciones. Cuando no habían tantas regulaciones, era más coincidente estaba atendiendo esto, pero ahora el Ministerio de Salud de Costa Rica regula más. Entonces, eso ha disminuido un poco. Eso ha ayudado a que los controles sean más, las emergencias se den menos. Porque antes a veces salíamos a químicos y la gente decía que era que un señor compraba unos químicos que eran desecho, los empacaba y los vendía. Entonces eso era complicado, pero cuando atendimos dos veces esa emergencia, la tercera llegó al Ministerio de Salud y El Ministerio de Agricultura y Ganadería y le cayó a la Municipalidad y entonces ya tuvo muchos problemas.

Kalani Picho: [00:23:02] Solo uno o dos veces de año?

Bombero 1: [00:23:02] El año pasado no vieron que yo recuerde. Bueno, de hazmat en productos químicos, pero de hazmat en LPG, sí. En gas licuado de petróleo.

Kalani Picho: [00:23:14] Gas es más común?

Bombero 1: [00:23:15] Es mucho más común. Gas licuado de petróleo como detectores en el robot de gas y gas. Y no sólo de gas. Hay unos detectores que los compañeros de hazmat tienen que identifica un montón, muchos productos. [...]

Kalani Picho: [00:24:08] Y cuáles son sus empleos actuales en esta estación?

Bombero 1: [00:24:18] Bueno, yo soy el jefe y él es en ese momento bombero y [Bombero 3] eres ese momento, bueno, es bombero, pero está operando la unidad.

Kalani Picho: [00:24:34] Y cuánto tiempo ha estado trabajando por los bomberos?

Bombero 1: [00:24:44] Yo tengo 28 años.

Bombero 2: [00:24:48] Y tres.

Bombero 1: [00:24:50] Y [Bombero 3] tiene 11.

Kalani Picho: [00:25:05] Y ustedes tienen algunas preguntas para nosotros, sobre el proyecto o otros?

Bombero 1: [00:25:16] Bueno, ya nos dijeron sus carreras y por qué decidieron hacer un robot? Bueno, usted estudia robótica, pero por qué? Por qué pensaron en el robot y para emergencias?

Lisa Spalding: [00:25:43] Un bien usado por robots es cuando algo es más peligroso. Típicamente es un bien aplicación porque reducir el riesgo a personas.

Bombero 1: [00:25:57] OK, un buen uso del robot. Bueno, eso robot, sí, es muy bueno. Y en qué parte de la carrera están, están finalizando o van ya finalizaron.

Jacob Ciolfi: [00:26:19] Nosotros no desarrollamos un robot. Vamos a investigar sobre los robots por los bomberos. Entonces los bomberos puedan..

Lisa Spalding: [00:26:37] Vamos a presentar las presentaciones en dos semanas.

Jacob Ciolfi: [00:26:43] Investigar sobre los tipos de emergencias que pueden usar un robot y qué tipos de robots que haría más ayudar.

Kalani Picho: [00:26:57] Más común, más útil para ustedes.

Bombero 1: [00:27:06] Eso es buenísimo.

Lisa Spalding: [00:27:06] El idea es la próxima año los bomberos pueden decir "queremos más dinero por el budget por el robot."

Kalani Picho: [00:27:20] Para empezar la programa.

Bombero 1: [00:27:22] OK, eso es buenísimo, es buenísimo, ojalá se pueda hacer. Tal vez por la zona donde nosotros estamos, ustedes vieron que no hay muchos edificios altos, pero yo les pensaba y les daba la idea de robots para buscar problemas eléctricos en estructuras, porque en los edificios altos muchas veces hay cortocircuitos y eso genera una cantidad de temperatura y activa todas las alarmas y no es fácil llegar hasta donde ellos están o detectarlos. Los ductos que hay no son accesibles, muchas veces para las personas son cableados y ductos pequeños. Entonces un robot podría ingresar por ahí y llegar hasta el punto y poder darle una imagen al jefe de bomberos de ver lo que está pasando. Y no sólo el jefe de bomberos, al jefe de mantenimiento, al ingeniero eléctrico, decirle "aquí está el punto." Entonces al ingeniero eléctrico sabe dónde cortar y dejar de trabajar esa zona para poder solucionar el problema. Eso sería muy bueno. Hay lugares donde, además de que los ambientes, ambientes respirables para nosotros los humanos no son accesibles, para un robot, sí. Por eso es que en materiales peligrosos, nosotros siempre en hazmat, pensamos en el robot.

Kalani Picho: [00:28:57] Si, y estos son usos muy importantes para los robots.

Bombero 1: [00:29:07] Más preguntas?

Kalani Picho: [00:29:07] Todo.

Bombero 1: [00:29:11] Eso es todo?

Kalani Picho: [00:29:11] Sí, muchas gracias.

Bombero 1: [00:29:12] No con mucho gusto.

Kalani Picho: [00:29:14] Y nosotros vamos a enviar una copia del ensayo a ustedes para ver.

Bombero 1: [00:29:20] Y si quieres cambiar algunas palabras de ustedes, es bueno.

Bombero 1: [00:29:36] Todo está bien. Gracias a ustedes.

Kalani Picho: [00:29:41] Gracias y mucho gusto.

--Transcript End--

Belén Interview Transcript

Location: Estación de Belén, Heredia Province

Date: February 21st, 2020

Start Time: 2:52 pm

End Time: 3:26 pm

Attendees: Jacob Ciolfi, Kathryn Nippert, Kalani Picho, Lisa Spalding, Randall Torres Alvarado, Bombero 1, Bombero 2, Bombero 3, Bombero 4, Bombero 5, Bombero 6

--Transcript Start--

Kalani Picho: [00:00:03] Por favor, nos dicen su nombre y años de servicio con la programa de los bomberos.

Bombero (unclear): [00:00:16] 34 años.

Bombero (unclear): [00:00:25] Efectivos con tres años en familia bajando o distraemos.

Bombero 1: [00:00:40] [Bombero 1], con seis años.

Bombero 2: [00:00:45] [Bombero 2], 14.

Bombero 3: [00:00:47] [Bombero 3], 5 años,.

Bombero 4: [00:00:51] [Bombero 4], 8 años.

Kalani Picho: [00:00:59] Cuál es el tipo de emergencia más común para que se pidió a su departamento?

Bombero (unclear): [00:01:05] La emergencia más común que nosotros vamos siempre tiene aquí? Charrales.

Bombero 4: [00:01:15] Charrales, y abejas a quemas de maleza, quemas de zacate, lotes baldíos, lotes sin construcciones. Quemas de terreno como forestales, pero son pequeños, se llaman charrales. Son porciones más pequeñas, no son montañas. Son lugares que no están contruidos. No tienen construcción, pero sí crece la maleza y eso ocasiona amenaza a otras estructuras. Eso es uno de los más comunes. El otro son las abejas. Los incidentes por animales como abejas, culebras, serpientes, zorros, mapaches.

Bombero (unclear): [00:02:12] Osos perezosos.

Bombero 4: [00:02:14] Si, pero como se dice en inglés?

Jacob Ciolfi: [00:02:16] Perezosos? Son "sloths".

Bombero (unclear): [00:02:33] Escapas de gas LP, el gas licuado de petróleo y cortocircuitos son los básicos de hay todos los días y cortocircuitos en líneas eléctricas.

Lisa Spalding: [00:02:53] Cual es el más común?

Bombero 4: [00:02:58] Nosotros tenemos dos épocas, hay verano e invierno únicamente, nosotros no tenemos ni otoño y primavera. Entonces en verano atendamos 10, 11, 12 charrales diarios, siempre en verano como ahorita tenemos muchos charrales desde la mañana hasta la noche estamos charrales. En invierno atendemos muchísimo cortocircuitos porque hay muchos vientos, pero entre todas esas alarmas siempre hay un escape de gas, cortocircuitos y animales. Si me dices que salimos más en todo el año durante es charrales. Hace los que más salimos, pero también tiene mucho que ver la época del año.

Kalani Picho: [00:03:52] Cuál es la emergencia más peligrosa se encontró en esta estación?

Bombero (unclear): [00:03:52] Incendios estructurales y materiales peligrosos.

Bombero (unclear): [00:03:57] [...] Sí, pero yo siento que hay más riesgo de accidentes en incendios estructurales que un mal pelado. El incendio estructural dentro de estructuras. [...]

Bombero (unclear): [00:04:15] [...] No, es más común en la Zona Franca. Pero si tenemos mucho ruido.

Bombero (unclear): [00:04:23] Los incendios estructurales, solo atendemos uno o dos [...] Y sólo si ustedes [...], que les hablen más despacio, que les expliquemos algo, no piensen igual el mínimo lenguaje, me hablo ingles.

Bombero 4: [00:04:56] Sí asociaba a eso, sí hay mucho riesgo en los accidentes de tránsito, por lo que implica el perímetro de seguridad. Por ejemplo, en una casa de habitación usted establece un perímetro de seguridad y por lo general se mantiene ese perímetro de seguridad que nosotros establecemos. No hay un riesgo asociado más que el incendio propio. Cambio en un accidente de tránsito. Por lo general tenemos un riesgo asociado, que es el paso vehicular, porque nosotros tenemos un perímetro, pero continúa el paso vehicular. Entonces eso es un riesgo asociado. Pero yo pienso que el principal riesgo que tenemos nosotros es el incendio estructural y dentro de eso, lo que son las ventilaciones, lo más peligroso. La ventilación de la estructura.

Kalani Picho: [00:05:45] Y esto es peligroso porque los bomberos necesitan entrar el edificio?

Bombero 4: [00:05:47] Sí. Hay un diferencia de los bomberos de Estados Unidos, que el otro día conversaba con varios bomberos en una base ahí y en Estados Unidos únicamente ingresan a la estructura, si confirma que hay una persona adentro, sí está confirmado. Entonces si hay una confirmación de una persona dentro de la estructura los bomberos estadounidenses entre. Nosotros normalmente lo manejamos con un porcentaje de 60 por ciento de la estructura, en una estructura básica, una estructura de uno, dos, tres niveles y cuatro niveles. Para atrás, si hay menos de un 60 por ciento de fuego, hay posibilidades de vida, posibilidades. No es que hayas una persona. Si hay posibilidades de que alguien esté ahí. Entonces, de ahí para atrás nosotros manejamos una estrategia que ingresa a la vivienda. Así entramos a las casas. Después del 6 ya es una estrategia defensiva en donde no hay posibilidades de vida. Entonces protegemos ese defensivo desde afuera. Esto es la diferencia entre las estrategias, porque en Estados Unidos

igual manejan tres estrategias. Son tres, son dos y uno que es el intercambio, que es la ofensiva de entrar cuando confirma que hay una persona, una que se le llama marginal. Yo no sé cómo le llaman ellos en Estados Unidos, no sé cuál será el término, pero es lo que es el cambio de estar adentro a salir a proteger desde afuera, porque ya el incendio se hizo mucho más grande. Ese cambio es el segundo y la otra es el defensivo, que es desde afuera es el mismo. Es matemáticas, en cambio, para un poco de.

Kalani Picho: [00:07:37] Durante las emergencias de charrales, que normalmente ocurrir? Que es el proceso?

Bombero 4: [00:07:48] Cómo lo atendemos? Bueno, los charrales por lo general no representan tanta amenaza a las estructuras. Es más o menos una amenaza a la biodiversidad y una amenaza, pues a otras cosas, entonces los charrales, lo que sí hacemos es tratar de parar el avance de los charrales para que no continúe, porque los tenemos aquí. Pues sí, hay muchos terrenos con lotes, terrenos grandes y que van a dar a la montaña y al área protegida. Entonces tenemos que evitar que se charrales, siga avanzando, pero ahí no hay estrategia como ésta que les acabo de decir. Ofensiva, offensive, eso no existe. Los charrales es solo en los edificios. Entonces lo que hacemos es cortar avances para que se queme lo que ya está qué va. La diferencia de charrales aquí es que nosotros no tenemos como esas en las coníferas, como en California, que tienen árboles de gran tamaño y el chaval avanza por las copas. Nosotros no tenemos ese tipo de vegetación, al menos aquí en Belén, no. Únicamente en el Monte de la Cruz, pero es demasiado frío, luce frío. Muy frío ahí [...] entonces no es por arriba. Suelo.

Kalani Picho: [00:09:13] Y cuáles son los principales riesgos en estas situaciones para los bomberos?

Bombero (unclear): [00:09:21] La serpiente del suelo. En esos charrales?

Kalani Picho: [00:09:25] Sí, sí en esos charrales.

Bombero (unclear): [00:09:26] Los animales. Hay animales, hay muchas serpientes venenosas. Eso es un riesgo, o sea, caminar por un chaval riesgo es las serpientes.

Bombero (unclear): [00:09:40] Si, exponerlas a altas temperaturas, tal vez, deshidrataciones, pero digamos [...] andereño, siento que así los animales.

Bombero (unclear): [00:09:48] Sí, son largos períodos de tiempo con grandes tamaños de área, entonces largos períodos de tiempo de trabajo. Este animales y topografía. [...] topografía quebrada, topografía muy peligrosa en donde hay muchos riscos, [...] y ahí es peligroso porque eso.

Kalani Picho: [00:10:30] Ustedes creen que un robot sería capaz de ayudar con charrales?

Bombero 4: [00:10:33] De charrales? OK, pero cómo podrían dirigir ustedes un robot que cumpla con las funciones que nosotros hacemos en Charrales. Porque, por ejemplo, a los charrales son muy grandes, son muy grandes. Entonces yo puedo entrar caminando hasta aquí y ahí puedo meter líneas y apagar el fuego. Pero toda esta otra área traté de trabajar con herramientas manuales, cosas que nosotros vamos siguiendo una línea de fuego y la vamos apagando con unas cuestiones. Se llaman manta, flamas y vamos golpeando el fuego, vamos

limpiando la maleza, haciendo una línea de defensa que queda del suelo mineral y entonces, cuando el fuego llega a esa línea, se detiene porque no cruza. Entonces, si usted me dice que un robot, por ejemplo, que se usa en grandes dimensiones, se usan tractores, entonces un tractor pasa haciendo una línea de defensa donde hay exceso y el fuego ya se acabó. Eso se hace en lugares en enormes, hectáreas. Hectáreas, muy grande. Pero cuando son grandes, pero de menor dimensión, vamos nosotros a cuchillo y con herramienta manual para hacer esa línea. Entonces. Como ustedes, que son los que conocen del tema de robótica, pueden proyectar un robot que pueda cumplir con esas características.

Kalani Picho: [00:12:03] Para ser un tipo útil, el robot necesita acceder a los lugares que ustedes no pueden más peligroso?

Bombero (unclear): [00:12:16] Qué cosas si no sirven, por ejemplo que cosas usan los otros en charrales de ese tipo, los drones. [...] Pero es un instrumento que nosotros usamos. Por qué? Porque nos permite visualizar todo es [...]. Permite ver. Podemos ver las condiciones del viento, que eso influye mucho en charrales, las condiciones del viento, hematológicas, la humedad, la velocidad, como anemómetro, todo eso las cosas nos pueden dar información. Pero si usted me habla de un robot que va a ir a hacer ese trabajo de nosotros, me parece muy difícil. Bueno, yo no lo sé, no me lo imagino.

Bombero (unclear): [00:12:58] Un robot que salte, que vea alrededor del fuego, que hagan muchos policías armarlos.

Bombero (unclear): [00:13:07] Un incendio de una emergencia con un materiales peligrosos. Porque las atmósferas que podría ingresar no sé si tendrá la capacidad de cerrar una válvula, de llevar una cámara, ver que lleva interpretación termini, medidores de gases muchachillo y ayi no se [...]

Bombero (unclear): [00:13:26] Evitaría entrar a atmósferas peligrosas. Esto materiales peligrosos, MATPEL, "Hazmat". Entonces ahí sí.

Bombero (unclear): [00:13:36] Porque ellos pueden esté entrar a donde nosotros correríamos bien, quites las posiciones altas, aunque vamos como encapsuladas y [...].

Bombero (unclear): [00:13:51] En una estructura, bien construida por como ésta. Por ejemplo, si aquí es un incendio, un robot aquí puede entrar con un avance de una línea que lo se visto que los hay y trabajar aquí adentro. Aquí en un edificio como una construcción como ésta, por ejemplo, en donde él se pueda desplazar. Pero nosotros atendemos muchos incendios estructurales en lugares que se llaman precarios. Son asentamientos de mucha gente de bajos recursos económicos y la construcción ese de laderas hacia un río y en construcciones en donde no hay gradas, donde el camino es estrecho, donde son laberintos. La construcción es en madera y [...]. No hay acceso real para nada, ni [...], sólo para personas. No hay acceso para carros, no hay acceso para sillas de ruedas, no hay accesos. Son lugares de bajo nivel económico, muy pobres. Entonces, en un lugar como esos, no robot no podría entrarse, no podría tener avance, no tendría cómo tener un agarre, tendría que ser volar. Entre volar y, o terreno.

Bombero (unclear): [00:15:16] Recordó también que no pueden hacer giros. Es demasiado empinados. Pueden ser 45 grados o más.

Bombero (unclear): [00:15:26] Pero por eso en una estructura como ésta, hay unos rascarnos canutillos ahí, que llevan su pitón a la [...].

Bombero (unclear): [00:15:35] Todo tiene mucha fuerza y demasiado peso y si funcionan, pero en una estructura como esta, en un edificio[...]

Kalani Picho: [00:16:04] En cuales situaciones de emergencias creen que un robot puede ayudar? Los materiales peligrosos es más útil?

Lisa Spalding: [00:16:11] Y conoce otras?

Bombero (unclear): [00:16:27] Es que se tiene mayor peligrosidad, siempre vamos a ser un materiales peligrosos. Digamos, por ejemplo, algún trabajo en el que mecánicamente tengo que haber una fuerza o barismo en donde se buscar la imposibilidad de ver el rescate. Liberaciones de personas desde a la estructuras, rescates en industrias en donde las personas estén atrapadas y puedan generar espacios, pero que sean con hidráulico cual ayude a que cada centímetro o cada [...] se levante de cada rasantes libras de presión para poder desplazar diferentes materiales. Y que preferiblemente hasta que sean [...] fuegos. O sea, que no haya posibilidad de una fuente de inversión, como los materiales que se utilizan para materiales peligrosos, que aunque se genere una fuerza, no hay una chispa o una fuente de ignición para que haya fuego. Siempre. Por ejemplo, en zanjas, en estructuras en donde hay poco oxígeno, entonces que se pueda acceder. De hecho, yo creo no sé qué usar. Por ejemplo, que usan las sondas para poder ver y cuando hay personas atrapadas.

Bombero (unclear): [00:18:11] Y las estructuras colapsadas.

Bombero (unclear): [00:18:21] En rescates donde son estructuras colapsadas o en terremotos. Por ejemplo, cuando activan las unidades de usar, algunos usan sondas, que puede localizarse personas. Creo que uso también robots en donde llegan y lo que hacen ese interpretación térmica, o una estructura o velocidad del viento. Entonces que pueden dar datos para todos que están recolectando la información y saber cuál es la situación actual de ese lugar. Y en ese momento no llega o no habría una cantidad de rescatistas que puedan ir empezando eso.

Bombero (unclear): [00:19:09] Donde que?

Bombero (unclear): [00:19:09] En estructuras colapsadas, como para empezar un crisis estructural. Que aún así, y el terreno es bastante difícil porque son lugares en donde van a haber escombros, pero no sé si también es cierto, porque estructuras colapsadas también es una emergencia eventual.

Bombero (unclear): [00:19:34] Si no tenemos una estructura colapsada hace cuatro desde el terremoto. Ya son por lo menos diez años.

Lisa Spalding: [00:19:44] Eso es muy raro?

Bombero (unclear): [00:19:44] Hace diez años no tenemos aquí.

Bombero (unclear): [00:19:52] Si cuando [...] unas placas. Sí sí, [...] a un lugar como esos cerca de la placa de concreto, usted sabe que está bajo la placa concretos, verdad, del movimiento de

buscarlo no es tal. Es que si usted me dice se tuvieron una casa, se derrumbó todo con causa y quiero buscar [...]. Sí, porque son un montón de estructuras. Pero no, eso no se da. Aquí no se da.

Bombero (unclear): [00:20:20] Eso no se da. Es muy poco. Aquí no se da porque de querer hacer un terremoto de muy alta magnitud.

Bombero (unclear): [00:20:28] Sí, porque igual que con menos aquí de código sísmico. Hay condiciones para construcción de [...]. Entonces las construcciones están bien hechas. La última emergencia que atendieron aquí fue en Haití, pero ahí no hay un fuego sismo y construyen con barro y esas cosas. Y entonces te toca.

Kalani Picho: [00:20:51] Y para las emergencias de gas y de "hazmat," qué capacidades necesitaría un robot para ser útil?

Bombero (unclear): [00:21:02] Interpretación de senses. Sensores, sensores sobre los principios químicos. Conductas utilizados más carbono, gas, cloro, profano.

Bombero (unclear): [00:21:17] Principales ellos, sí son los principales. Supongo que tiene que haber una. Yo no sé si tiene que haber alguna de estas familias.

Bombero (unclear): [00:21:26] Sí, claro, los dividen por familias para sí trabajar cada tipo de emergencia, como hacen los curritos hecho.

Bombero (unclear): [00:21:33] Entonces sí pueden ser sensores que den lecturas de rangos de porcentaje de dióxido, dióxido de carbono, cloro, de los principales gases o los gases que más en algún momento tienen este tipo de amoníaco o cloro, es no lo que siempre hay.

Bombero (unclear): [00:21:55] Sí, porque aquí digamos, por ejemplo, emergencias radiológicas nunca hay. Sensores de avance, temperatura, interpretación térmica, velocidad del viento y movimientos, por lo mismo con la pluma de gases que se pueda hacer y así poder cuantificar de los.

Bombero (unclear): [00:22:15] [...] robots equipados con cámara térmica, sí que tenga muchas cosas. [...]

Bombero (unclear): [00:22:21] Que no tome el agua, que funcione con hidrógeno.

Bombero (unclear): [00:22:32] También tiene que ser intrínsecamente seguro también, verdad? Tiene que no puede ser una fuente ignición para gases. O sea, el sistema tiene que estar seguro para que no haya una explosión producto de una chispa [...]

Bombero (unclear): [00:22:55] También la construcción porque si usted hacer el robot usa una oruga, la fricción del robot con el cemento puede producir esa chispa. Entonces ahí tiene que ser otro tipo de material, igual que el movimiento de él, lo que haga que las cámaras, lo que vean.

Bombero (unclear): [00:23:10] Formas de poder aterrizar contarla en la pieza estática. Entonces porque también uno de los problemas pueden ser hasta la misma estática, aunque sea intrínsecamente seguro. [...]

Bombero (unclear): [00:23:32] Tiene que ser eléctrico, eléctrico.

Kalani Picho: [00:23:55] Creen que un robot puede ayudar con las emergencias de abejas?

Bombero 4: [00:24:00] Sí. Aquí en esta estación junto como con seis más, verdad? De este país. Se trabajando con una aspiradora. Eso lo inventaron una vez en Pavas le echaban agua con otra. Ahora lo que está haciendo es a otros matábamos abejas, porque aquí los incidentes con las abejas eran seis incidentes por día, por estación o más, el enjambre de abejas que migran a un lugar y en alguna casa la gente se acostumbra. Aquí en la ciudad no hay. Entonces, cuando las ven, se asustan y necesitan quitarlas. En el campo no pasa tanto, en la ciudad sí. Entonces, ante las matábamos, echábamos agua con jabón y se morían. Y eso fue todo. Se murieron cinco mil abejas. Ahora estamos trabajando con una aspiradora, aspiradora para carros, como esos que para limpiar los carros o para limpiar alfombras como una aspiradora y lo ponemos en una caja y aspiramos el enjambre completo y que adentro de la casa y luego buscamos a ver un apicultor que se encargue de las abejas, se las entregamos a él para que las ubique en una caja o la soltamos en un área espaciosa y ellos ahí se van. Entonces con eso, salvamos abejas en vez de matarlas. Esa es una tendencia que está teniendo ahora del Cuerpo de Bomberos. Por ejemplo, la problemática de la politización en el mundo el las abejas,

Kalani Picho: [00:25:39] Pensamos que un robot que puede usar un aspiradora y recoge los abejas?

Bombero (unclear): [00:25:50] Parece se sacar una aspiradora para abejas [...]

Bombero (unclear): [00:26:09] Para un robot de roces [...] tener algo con un sistema telescópico que pueda subir flexible puede ser manguera o lo que tiene, que no puede ser corrugado, no puede ser un golpe tiene ser liso dentro del tubo. Tiene que salir liso porque el golpe donde la abeja va viajando por el tubo, el golpe en las paredes las mata. Entonces tiene que viajar liso y caer a un recipiente en donde la reciba. Y ese recipiente no puede generar calor. Ya no puede. Tienen que ser térmico, o sea que se mantenga fresco, porque cuando ellas se agrupan generan calor. Dentro del recipiente, si no es ventilado y es produce más calor, también por la temperatura, debe ser algo fresco que nosotros tenemos que esos curar robótica. La robótica de tal palo. No son inventos. Hemos ido, hemos ido variando lo que se hacía y tratando de darle con prueba y error, tratando de darle, este el diseño a lo que realmente necesitamos, porque hasta donde yo tengo entendido, la mayoría de los cuerpos de bomberos hablen a mi mata las abejas de la misma forma. [...]

Bombero (unclear): [00:27:38] En donde la reciba y ese recipiente no puede generar calor, ya no puede. Tiene que ser térmico, o sea que se mantenga fresco, porque cuando ellas se agrupan genera calor. Y dentro del recipiente, si no es ventilado y es produce más calor, aumenta por la temperatura, debe ser algo fresco que nosotros tenemos que curar robótica o la robótica de tal palo tal cual. No son inventos. Hemos ido, hemos ido variando lo que se hacía y tratando de darle con prueba y error, tratando de darle este el diseño a lo que realmente necesitamos. Porque hasta donde yo tengo entendido, la mayoría de los cuerpos de bomberos mata las abejas de la misma forma que el es estándar. Yo no sé si en algún otro lugar del mundo estarán haciendo esto. No creo que lleva.

Lisa Spalding: [00:29:00] La aspiradora por abejas?

Bombero (unclear): [00:29:04] A veces las sistemas son complejos.

Bombero (unclear): [00:30:42] Es que como lo estamos probando esta máquina el año pasado, simplemente aspirador con esto. Aquí se conecta [...] como un sello, porque si no tiene que haber un sello para que haya supinación en la aspirador.

Lisa Spalding: [00:31:11] Y las abejas entran de caja, y como funcionan?

Bombero (unclear): [00:31:26] [demonstrating] Este aspira, esto hace un sello. Entonces el único lugar por donde hay salida, parece que es este cuerpo. [...].

Jacob Ciolfi: [00:34:34] Cuántos por día, dez?

Bombero (unclear): [00:34:35] Las emergencias? Es variado, depende el día. Hoy está clima muy fresco por esta zona. Hay días que estamos a las 8 de la mañana hoy.

--Transcript End--

Tres Ríos Interview Transcript

Location: Estación de Tres Ríos, Cartago Province

Date: February 24th, 2020

Start Time: 9:10 am

End Time: 9:28 am

Attendees: Jacob Ciolfi, Kathryn Nippert, Kalani Picho, Lisa Spalding, Randall Torres Alvarado, Bombero 1, Bombero 2

--Transcript Start--

Kalani Picho: [00:00:00] [...] Vamos a empezar. Por favor, dice su nombre y su empleo actual en esta estación. Nombre y nombre de su puesto.

Bombero 1: [00:04:16] [Bombero 1]. Premio ocupas para escribir o decirlo a Bombero 1 González Aráuz y yo soy bombero raso.

Bombero 2: [00:04:27] [Bombero 2] y soy bombero raso.

Kalani Picho: [00:04:31] Y cuánto tiempo ha estado trabajando con los bomberos?

Bombero 1: [00:04:35] Trabajando cuatro años.

Bombero 2: [00:04:37] Tres años.

Kalani Picho: [00:04:41] Y cual es el tipo de emergencia más común, para que se pidió a su departamento?

Bombero 1: [00:04:47] La emergencia más común es escape de gas.

Kalani Picho: [00:04:59] Y cuál es, en su opinión, cuál es la emergencia más peligrosa para los bomberos?

Bombero 1: [00:05:06] De materiales peligrosos

Kalani Picho: [00:05:15] Y con qué frecuencia responde a las llamadas de escapes de gas?

Bombero 1: [00:05:22] Por lo menos una del día.

Kalani Picho: [00:05:25] Y lo que generalmente ocurrir en estas llamadas? Qué es el proceso?

Bombero 1: [00:05:32] Cómo fue atrás? Por favor la pregunta nuevo.

Kalani Picho: [00:05:36] Lo que generalmente ocurrir en estas llamadas?

Bombero 1: [00:05:40] Está que el cilindro está fugando por su válvula principal.

Kalani Picho: [00:05:45] Usualmente causa un fuego?

Bombero 1: [00:05:48] No, no, pero sí la verdad. Alta concentración de gas es muy volátil. Es peligrosa la situación.

Kalani Picho: [00:05:57] Y cuáles son los principales peligros en estas situaciones? Para los bomberos.

Bombero 1: [00:06:05] Una deflagración que es una explosión resulta necesaria como el peligro más inminente y obviamente que puede causar fuego. Los dos pueden generar y pueden complicar bastante la emergencia.

Kalani Picho: [00:06:24] Ustedes creen que un robot puede ayudar con estas llamadas?

Bombero 1: [00:06:29] Sí, claro, porque él puede entrar a hacer la revisión sin tener que meter un bombero de forma inicial. Puede entrar, puede hacer la revisión, puede detectar la cantidad que hay de gas dentro de la habitación y si es seguro, puede entrar a un humano y hacer la revisión, hacer el control de la fuga o sacar el cilindro. Y no fue expuesto directamente a que pudiera haber una detonación con el bombero dentro de la estructura.

Kalani Picho: [00:06:56] Y las capacidades más importante para un robot para ayudar con las escapadas de gas, son sensores, la más importante?

Bombero 1: [00:07:10] Sí, me parecería que los sensores, porque lo podemos ver de forma remota en un celular o en una computadora, y puede tirarnos las lecturas donde nosotros tenemos los detectores de peligros. Y lo mismo que haría el robot, no tendríamos que entrar y ver las lecturas que hay y trabajar con base a eso. Sí podemos entrar o no entrar. En ese caso, el robot podría entrar y hace exactamente lo está moviendo de forma segura, remota, en otro lugar.

Kalani Picho: [00:07:36] Y con qué frecuencia responden las llamadas de las materiales peligrosos?

Bombero 1: [00:07:45] Aquí no tanto. Sin embargo, tenemos probablemente el riesgo más grande de Centroamérica, que es la fábrica Irex, es una fábrica que trabaja, que hace jabones,

cloro. Todo eso lo fabrican ellos allá y eso está en la zona de cobertura. Nosotros que es probablemente el grupo más grande de los que tienen Costa Rica.

Kalani Picho: [00:08:08] Y usualmente ustedes llamar el equipo de Hazmat de Tibás para ayudar?

Bombero 1: [00:08:16] Correcto si, ellos cualquier cosa que sea relacionado con la Irex, en especial vienen despachados igual que nosotros. Por el peligro que hay tan inminente.

Kalani Picho: [00:08:30] Y cuales son algunos riesgos en estas situaciones de materiales peligrosos?

Bombero 1: [00:08:39] Muerte, muerte de la principal, porque podemos llegar inclusive a un kilómetro de distancia que ya puede ser peligrosa por la cantidad que ellos almacenan ahí de material peligroso. Si una bala de ellos pesa casi una tonelada de cloro que tienen allí y manejan el stock que ellos tienen, tienen hasta 18 balas de una tonelada, y si hay una con fugan en uno de los procedimientos, puede ser que del de aquí ya sea un problema gigantes [...]

Kalani Picho: [00:09:12] Y creen que un robot pueden ayudar con las materiales peligrosos?

Bombero 2: [00:09:19] Sin duda.

Kalani Picho: [00:09:20] Y es un poco similar de las escapas de gas para los sensores?

Bombero 1: [00:09:25] Sería lo mismo porque lo utilizamos para las detecciones iniciales, porque él podría acercarse, ver para dónde está soplando el viento. Esta es la cantidad de personas que tiene cámaras y si puede hacer una videollamada donde él esté. Todos los sensores y las lecturas que pueda hacer es movilizarse dentro de la fábrica. Si necesita ir de un punto a otro.

Bombero 2: [00:09:47] Y hay personas afectadas.

Bombero 1: [00:09:52] Sí puede entrar a donde está específicamente la fuga, puede ver si hay personas que ya que ya están en el piso o que no están conscientes, puede hacer toda una revisión que estamos evitando meter a personal humano. Por supuesto que funcionará.

Kalani Picho: [00:10:08] Y hay otros tipos de emergencias que ustedes creen que el robot puede ayudar? Por ejemplo incendios de vegetación o en emergencias electricas.

Bombero 1: [00:10:19] Sí, sí, de hecho. De hecho, para prácticamente la gran mayoría de emergencias que nosotros utilizamos un robot puede funcionar perfectamente. Porque siempre que usted evite exponer al personal siempre va a ser favorable. Entonces, usted puede tener ojos en otros lugares que no está siendo en peligro inminente con el personal que lo mismo que estamos haciendo con los drones.

Kalani Picho: [00:10:44] Sí.

Bombero 1: [00:10:44] Entonces tenemos una vista diferente, una emergencia que nosotros tenemos, un rango de visión que un robot nos podría ayudar a trasladar agua, inclusive en lugares que no entra a la unidad, que pasa mucho, este puede echarse el equipo que lleve el equipo y que

el bombero no tenga que ir cargando todo el equipo hasta hasta donde se necesite y lo puede ir haciendo. Un robot facilita mucho el trabajo y cuando se llega lo hacen porque a veces se puede entrar kilómetros caminando a un incidente. Entonces, si un bombero evita el gasto llevando el equipo hasta ahí, lo puede llevar un robot. Sería fantástico. A la hora que el bombero llega donde está el fuego, hace el trabajo de extinción y avanzar mucho menos cansado y fatigado para continuar el día, porque son días de 24 horas. Entonces por supuesto que ayudaría mucho.

Kalani Picho: [00:11:37] Si, es menos peligrosa para los bomberos.

Bombero 1: [00:11:41] Claro.

Kalani Picho: [00:11:41] Y ustedes creen que es más útil para tener un tipo de robot que puede ayudar con muchos tipos de emergencias o algunas tipos diferentes de robot que cada robot es específico para una emergencia?

Bombero 1: [00:12:00] Depende que es para. Me parece que sí. Puede ser que existan varios, dependiendo de lo yo lo pensaría de las unidades operativas que tenemos específicas para algo, como que haya un robot específico para la búsqueda y rescate, uno específico para materiales peligrosos, pero se puede tener uno que se haga de estación, que sí puedo usar. Lo que más común atiende la estación como tal, que sí puede ser uno no ocupa tener ese montón. Pero tal vez hubo especializados para la unidad canina que tenga uno que ayude a los perros en los trabajos que tiene a una a la unidad de materiales peligrosos que sea específico para lo que ellos realizan. Y para nosotros, común. Si nos toca atender todo, entonces tal vez uno que sí tenga mayores cosas, un rango más grande de cosas por hacer para no tener tanto, porque son equipos que también es un inventario, también es un activo. También puede dañarse mantenimientos, tener varios más bien sería complicar más la situación en vez de ayudar, piénselo.

Jacob Ciolfi: [00:13:13] Qué hacen a resolver las escapadas de gas?

Bombero 1: [00:13:19] Depende, depende de la emergencia. Normalmente es un lo que tienes, un dispositivo que hace esto. Lo que pasa es que eso tiene un hule que lo recubre. Y en el momento de hacer la devolución no lo hace. Entonces se empieza a botar. Entonces lo que hacemos es tratar de volver a colocarlo para que vuelva a hacer este movimiento y jugar. Si no se puede controlar, tenemos que descargar completamente el cilindro. Entonces, como la más básica de todas, hay otras que son ya son más por un daño que golpearon y jugando por alguna parte del cuerpo del cilindro, pero normalmente es por mala manipulación o por el daño que tiene una válvula principal.

Jacob Ciolfi: [00:14:01] Y esperan por el gas a escapar la casa?

Bombero 1: [00:14:08] Si, se ventila, se abre y todo para que bajen la cantidad que tienen, la cantidad que hay en el vecino. Entonces, si se espera un momentito para que salga, normalmente se saca el cilindro porque está fugado. No continuó fugado dentro de una habitación o dentro de una casa, sino en un espacio más abierto y la concentración no va a ser tan grande por el peligro. Fue una detonación.

Kalani Picho: [00:14:37] En esta situación, por ejemplo, cree que un robot puede ser útil si puede parar escape de gas o piensa que es más útil solo sensar?

Bombero 1: [00:14:54] A mí me parece que es más útil los sensores porque este hay varias cosas que se pueden hacer, que no específicamente es tan peligroso de manipular como para que sea estrictamente necesario que lo haga un robot. Entonces, con el hecho de que pueda detectar y ubicar dónde está el cilindro, la cantidad de gas que hay presente es más que suficiente para que entre un bombero y acá, porque normalmente es un trabajo rápido por si por hacer no ocupa tanto. Ya cuando son de escapes de gas grandes como los que tienen los restaurantes que tienen 639 litros, un cilindro muy muy grande, ahí sí funciona que un robot sea a que llegue, porque obviamente es mucho más el gas que está que no los chiquititos que hay en las casas habitación, los de los centros comerciales, los restaurantes tienen mucho gas. Entonces ya una fuga en uno de esos gas es muy, muy peligroso.

Kalani Picho: [00:15:56] Y ustedes tienen algunas preguntas para nosotros sobre el proyecto o otros?

Bombero 1: [00:16:03] Si, en base a lo que están buscando ustedes quieren generar robots que hagan varias cosas en específico? O cuál es la idea que tienen ustedes?

Kalani Picho: [00:16:15] Esta es la tema de nuestra investigación. Nosotros trabajamos en algunas recomendaciones para los bomberos, a la manera en que puede hacer un programa de robot. Identificamos cuatro emergencias más comunes y más peligrosas en que un robot puede ayudar. Estas son las emergencias de abejas, incendios de la vegetación, emergencias eléctricas y emergencias con gas o materiales peligrosas.

Bombero 1: [00:16:53] Ustedes desarrollan el robot como tal o el programa que va a manipular el robot?

Kalani Picho: [00:17:00] No, solo el programa.

Bombero 1: [00:17:00] El programa [...] ya tienen algo o apenas es para hacer un proyecto nuevo o ya han hecho algo que funcione? Algunos están investigando, pueden realizar algo interesante, muy interesante. De hecho, toda la ayuda extra que evite exponer la vida humana va a ser de gran ayuda siempre y ahí también que le da una visión nueva el bombero de cómo utilizar el tema de los drones, que ahora tenemos esa facilidad y podemos ver desde el aire con una apertura más de visión, un montón de factores que cuando se están frente a un incidente no lo pueden determinar. Los robots y todo eso ayuda obviamente a una mejor control del incidente, a una mejor visión y exponer menos al personal. Entonces super bien.

Kalani Picho: [00:18:01] Muchas gracias por su ayuda y nosotros vamos a evitar una copia de nuestro documento y ustedes pueden leer esto. Y si ustedes quieren hacer cambios o otras cosas es bien.

Bombero 1: [00:18:28] Muchas gracias.

--Transcript End--

Cartago Interview Transcript

Location: Estación de Cartago, Cartago Province

Date: February 24th, 2020

Start Time: 10:08 am

End Time: 10:26 am

Attendees: Jacob Ciolfi, Kathryn Nippert, Kalani Picho, Lisa Spalding, Randall Torres Alvarado, Bombero 1, Bombero 2, Bombero 3.

--Transcript Start--

Kalani Picho: [00:00:03] Vamos a empezar. Por favor dice su nombre y su empleo actual en esta estación, su puesto.

Bombero 1: [00:00:14] Su puesto?

Kalani Picho: [00:00:15] Si.

Bombero 1: [00:00:18] Bombero 1, maquinista.

Bombero 2: [00:00:23] Bombero 2, maquinista pero ascensos argente.

Bombero 3: [00:00:27] Bombero 3, Bombero.

Kalani Picho: [00:00:31] Cuánto tiempo ha estado trabajando con los bomberos?

Bombero 1: [00:00:35] Trabajar ocho años. De trabajo ocho años, voluntario quince.

Bombero 2: [00:00:46] Trabajar 11, voluntar 9, y en total en la organización 20 años.

Bombero 3: [00:00:51] Cinco años.

Kalani Picho: [00:00:57] Y cuál es el tipo de emergencia más común para que se pidió a su estación?

Bombero 1: [00:01:06] Mas comun? Abejas. Control de animal y abejas.

Kalani Picho: [00:01:11] Y cuál es la emergencia más peligrosa para los bomberos? En esta estación, en su opinión?

Bombero 2: [00:01:20] La más peligrosa de cualquiera, hasta un animal, puede ser una emergencia peligrosa, depende de lo que.

Bombero 1: [00:01:29] Si, es un animal venenoso, serpiente.

Bombero 2: [00:01:34] No se puede menospreciar las emergencias. Todas tienen su rango de peligrosidad. Pero la más peligrosa puede ser un derrame o un material peligroso, "Hazmat," es la más muy incendio. Espaciando también se ha lesionado.

Bombero 1: [00:01:55] Referente a lo que dice Sergio, porque Cartago es una de las provincias donde está la zona industrial más grande del país. Donde hay una refinadora de petróleo en Recope, zona francas, envasadoras, productoras y maquilas de agroquímicos, fungicidas y herbicidas. Productos plásticos envasadoras de gas LPG. Hay cinco envasadoras de gas solo en Cartago, una fábrica de vidrio o una vidriera centroamericana, plantas procesadoras de pólvora, "fireworks", de pólvora. Hay tres aca.

Jacob Ciolfi: [00:02:41] Tres, solo en Cartago?

Bombero 1: [00:02:44] Solo en Cartago, tres fábricas de pólvora. Bodegas en las montañas de pólvora, no pueden estar dentro de la ciudad. Una fábrica de cemento holcim. Una fábrica de cemento concreto. Hay mucho, mucha zona industrial de mucho riesgo. Entonces, cómo puede ser algo pequeño una serpiente que puede picar a un bombero como puede ser un derrame de combustible o un material peligroso publicidad, agua, gas, cloro. Aquí hay una planta Clorox, Clorox en Cartago. Esta planta de cloro y pocodito sodio al 12 por ciento. Entonces de riesgo son industrias muy alto. Puede haber de todo.

Lisa Spalding: [00:03:34] Con que frecuencia ocurrir los emergencias de materiales peligrosas?

Bombero 1: [00:03:41] Aquí en Cartago muy poco.

Bombero 3: [00:03:45] Y si ocurre si llegara a ocurrir ellos tienen sus brigadas y lo controlan a él. Ellos ya cuando se les sale fuera las manos ya llama bomberos.

Kalani Picho: [00:03:59] Y usualmente trabajar con el equipo de hazmat en Tibás?

Bombero 1: [00:04:04] A veces hay que llamarlos así, más que acá en Cartago se da lo que es el robo de combustible por el poliducto de la refinería de Moín a Cartago, roban combustible los tubos y a veces hay fugas, derrames y pasan acá cerca. Entonces sí, a veces hay que llamar a Tibás para trabajar con ellos, para sellar la fuga. Condenarlos tuvo el robo combustible.

Kalani Picho: [00:04:40] Ustedes creen que un robot puede ayudar con las emergencias de materiales peligrosas y de gas?

Bombero 1: [00:04:49] Sí, claro. Puede hacer.

Bombero 3: [00:04:53] Para identificar.

Kalani Picho: [00:04:56] Qué capacidades son las más importantes para este robot? Por ejemplo, sensores, cámaras.

Bombero 3: [00:05:04] Sensores. Nosotros manejamos un tipo de equipo instrumento que detecta esos tipos de gas. Entonces, creo que sería como que un robot tenga ese tipo de sensores para poder manipularlo desde una distancia prudencial más de, no sé, más de 200 o 300 metros, 500 metros. Hay que detectar los detenga desde esa distancia y poder ver qué detecta, qué cantidad, qué porcentaje. Y también una camera.

Bombero 2: [00:05:42] En ellos tipos de emergencias, hay personas involucradas. Entonces sí se puede acceder esa cámara si hay personas de edad. Entonces, usted sabe qué recurso va a necesitar? Qué instrumento? Qué equipo? Nosotros ahorita nos damos 10 centavos, pero tal vez no sea la distancia prudencial que debería ser. Entonces sí es un poco complicado para los muertos.

Bombero 3: [00:06:09] Nuestros sensores para todas las atmósferas peligrosas son de rangos muy pocos. Entonces el bombero tiene que entrar. La idea es que el rescatista, el bombero, está afuera y, como lo dice el compañero, pueda manipular algún mecanismo de ingreso sin exponer al bombero para que ubique, pueda censar los porcentajes de peligrosidad, entre otras cosas.

Kalani Picho: [00:06:44] Y con qué frecuencia responderán a las emergencias de abejas?

Bombero 3: [00:06:48] Todos los días.

Kalani Picho: [00:06:52] Y usualmente qué es el tipo de situación? Es un ataque?

Bombero 1: [00:06:59] Depende, puede ser que sea una ataque o que la gente se sienta amenazada de paso.

Bombero 2: [00:07:06] O se abren la puerta del jardín y están las abejas en el árbol hay agruparan.

Bombero 1: [00:07:12] Llegan al patio o revisar algo. Hay que tener rato [...] y tienen un mueble vago llegar a estar en esa empresa.

Bombero 3: [00:07:22] A veces, al limpiar el jardín o un lote baldío a limpiar, recortar zacate. Por ahora el ruido las alborota. Ahí es donde atacan a la persona. El ruido, el olor, el calor las alborota. Ahora está trabajando? Sí, sí. Si las personas no ve las abejas, las alborota. Y ahí es donde un ataque. Pero abejas, todos los días.

Kalani Picho: [00:07:51] Cómo responden a estas situaciones? Que equipos, cómo responden?

Bombero 1: [00:08:01] Hay un vehículo, un vehículo por cuatro que responde ese tipo de incidentes que se manejan con traje. Utilizamos horticultores para cubrirse un velo y lo que utilizamos actualmente ambos están en proceso de recuperación de las abejas.

Bombero 1: [00:08:23] Entonces tenemos una aspiradora para poder recuperarlas y luego liberarlas a un área más boscosa, volverlos menos población para que pueda seguir su rol de vida. Pero a veces se dificulta porque depende el lugar, si el acceso o la carga de la aspiradora como tal, si es imposible casi recuperarla, entonces utilizar otros métodos.

Bombero 3: [00:08:55] Una si, otra no.

Bombero 1: [00:08:55] Entonces, le dice hacer recuperar el 100 por ciento. Se dificulta más que todo porque el acceso o la altura,

Bombero 3: [00:09:04] O la hora.

Bombero 1: [00:09:04] O la hora de verdad lo hagamos.

Bombero 1: [00:09:11] Sí, sí, es complicado, a veces duro, pero normalmente nos respondemos como equipo, corto a raíz de abejas, una aspiradora, o ya sea el caso de extintores con agua espuma.

Bombero 2: [00:09:26] Ya esto sería para eliminar [...]

Kalani Picho: [00:09:30] Creen que un robot puede ayudar con las emergencias de abejas?

Bombero 1: [00:09:39] Habría que verlo.

Bombero 2: [00:09:41] Si no va a picar.

Bombero 1: [00:09:42] Si, no lo a picar.

Bombero 3: [00:09:43] No va a sufrir, no al hospital.

Bombero 1: [00:09:49] Normalmente cuando en la te llama unas personas es lo pica. Entonces es importante decir podrían. Podía ver de qué forma, igual. La accesar hasta esa parte. Que tengas que hacer un recurso mal.

Bombero 3: [00:10:09] Tal vez tal vez ingresar a lugares donde a nosotros se nos dificulta mucho, pero la agresividad de ellas mismas, o un lugar muy confinados que llevan, que [...] donde esta la distancia que usted tenga visibilidad, [...] para tranquilizarlos de una forma que podría llama a llegar ya más tranquilas o hasta que pudiera recuperarse.

Kalani Picho: [00:10:41] Depende en las capacidades, por ejemplo, sería útil si un robot tiene una aspiradora para recoger?

Bombero 2: [00:10:57] Tengamos que ingresar los otros. Es mejor. Por qué? Porque estudiamos. El problema es que se en las abejas cuando ya ellos pican y [...]. Digamos cuando nosotros vamos en los equipos de nosotros, igual ellos van a picar. Tal vez nos van a aplicar nosotros, pero el equipo sí que haga el agujijón de la abeja. Entonces ya va a morir. Tal vez por el robot no hay forma.

Kalani Picho: [00:11:26] Es menos peligroso.

Bombero 1: [00:11:59] [...] Las aguas termina los expreso.

Kalani Picho: [00:12:04] Y hay otros tipos de emergencias que ustedes creen que un robot puede ayudar?

Bombero 1: [00:12:10] Tal vez materiales peligrosos que ya vimos en las abejas.

Kalani Picho: [00:12:15] Si, y otros?

Bombero 1: [00:12:19] De quién sabe?

Bombero 3: [00:12:23] Un corto, no?

Bombero 1: [00:12:23] Un cortocircuito está el ataque.

Bombero 2: [00:12:29] Y un incendio, por tanto

Bombero 1: [00:12:30] Pero un incendio tal vez sí para una búsqueda, búsqueda y rescate, un incendio tal vez, por menos ahí tiene agua para que se aplique.

Bombero 1: [00:12:46] [...] no pueden entrar.

Bombero 2: [00:12:49] De una escape de gas, se busca [...]

Bombero 1: [00:12:49] Si el escape sería más que todos para tener visibilidad.

Bombero 3: [00:12:56] Un drone que por [...].

Bombero 1: [00:12:59] En realidad un robot digamos puede funcionar siempre y cuando le llamo, lo que ayuda a que nosotros lo tengamos que exponerlos tantos. Nosotros hacemos descartas, un rescate vertical y tenemos que ingresar para ver las condiciones y entonces tal vez por medio se puede manejar y desplazar él más fácil que los otros. Poner los medios que sea útil para exponer datos personales en cualquier incidente, llámese incendio, materiales peligroso, llámese abejas, siempre basaremos o si podemos tener una visión nosotros de lo que está adentro sin ingresar, es muy, me gusta mucho.

Kalani Picho: [00:13:56] Entonces, el recoge de información es más importante?

Bombero 3: [00:13:58] Si, la información.

Kalani Picho: [00:14:00] Y ahora, con los emergencias de materiales peligrosos o de las escapap de gas, ¿cómo identificar la cantidad de materia o el tipo de material? Usar un sensor,?

Bombero 1: [00:14:13] Si, si. De hecho, tendremos algún equipo. Entonces él tiene varios sensores [...] que identifica que tipo y cuanto porcentaje los partes peligrosas.

Bombero 3: [00:14:24] La mitad de la peligrosidad, prácticamente lo que, sin detecta, no detecta el 100 por ciento. Sí, sí.

Kalani Picho: [00:14:35] Si, es peligroso porque el bombera necesita ingresar. Con qué frecuencia responden a las emergencias de escapap de gas?

Bombero 1: [00:14:48] Acá se utiliza mucho para lo que es la gente en los hogares se utiliza mucho el gas para cocinar, pero no utilizan los dispositivos de emergencia. Los dispositivos de seguridad utilizan otros dispositivos más comerciales. Entonces, hacer más comercial. Con frecuencia se desentienden, ya que se, siempre fugas del cilindro que, [...] entonces utilizan el sistema de seguridad qué hacer entonces, un uso más comercial.

Bombero 3: [00:15:16] Normalmente eso depende de las emergencias por gas. Una por día puede ser 2, una or dos por [...] veces si se dispara hasta.

Bombero 2: [00:15:27] Por falla el equipo o por mala manipulación desconocimiento. Las dos opciones, siempre se no.

Kalani Picho: [00:15:42] Ustedes tienen algunas preguntas para nosotros, sobre nuestro proyecto y el programa?

Bombero 2: [00:15:48] Si, es como una tesis lo que van a hacer ustedes es una tesis, o un proyecto?

Kalani Picho: [00:15:55] La meta del proyecto es desarrollar recomendaciones para el Cuerpo de Bomberos para empezar un programa de robot y los emergencias en que un robot puede ser más útil. Los cuatros emergencias que ustedes encontramos son los de abejas, incendios de vegetación, emergencias eléctricas como cortocircuito y emergencias con escapa de gas o materiales peligrosos.

Bombero 2: [00:16:27] Todas las estaciones donde han ido a consultar han sido parecido a las respuestas similares?

Kalani Picho: [00:16:37] Más o menos si, la mayoría hablar sobre los materiales peligrosos y hazmat.

Jacob Ciolfi: [00:16:42] O escapa de gas.

Lisa Spalding: [00:16:50] Pero algunos estaciones dice que incendios en vegetación son más común en un parte del año. Es diferente en estaciones diferentes.

Jacob Ciolfi: [00:16:59] Pero no saben si un robot haría ayudar por estos incendios.

Bombero 2: [00:17:05] Materiale identificación es bueno. Y eso cuánto plazo es el proyecto a futuro? Muchos años o corto plazo, largo plazo? No se sabe?

Jacob Ciolfi: [00:17:34] No se, no muy próximo.

Lisa Spalding: [00:17:40] Este es la investigación primera.

Jacob Ciolfi: [00:17:49] Entonces necesitamos las ideas de ustedes.

Bombero 1: [00:17:55] Si lo principal, como lo acaba de decir Sergio y Paul, que el robot identifique cámaras para ubicar, y sensores, cámaras térmicas y cámaras de imagen térmica, sensores de calor.

Bombero 3: [00:18:17] Cámara normal para ubicación, vegetación, abejas. Térmicas para el rescate y sensores para "Hazmat," materiales peligrosas.

Bombero 1: [00:18:33] Vamos a ser un Robocop. Yo no podría ser un bomber-Cop si una de paz. No sé qué más se le puede preguntar muchachos.

--Transcript End--

Paraíso Interview Transcript

Location: Estación de Paraíso, Cartago Province

Date: February 24th, 2020

Start Time: 11:35 am

End Time: 11:57 am

Attendees: Jacob Ciolfi, Kathryn Nippert, Kalani Picho, Lisa Spalding, Randall Torres Alvarado, Bombero 1, Bombero 2.

--Transcript Start--

Kalani Picho: [00:00:00] Puede decir tu nombre y su empleo actual entre la estación.

Bombero 1: [00:00:09] Mi nombre es Bombero 1. Tengo 22 años de trabajar en los bomberos y soy un operador que maneja el camión. Lo que pasa es que aquí digamos como somos, es tan poco personal.

Bombero 1: [00:00:28] Todos tenemos que aprender a todo, a ser jefe, hasta a manejar [...]. Entonces, en esas estaciones rurales, todos tenemos que hacer todo. Entre los dos tenemos que hacer todo. En muchas estaciones estamos el jefe solo jefe, maquinista solo maneja, el bombero es el bombero. Aquí que todos tenemos hacer.

Bombero 2: [00:00:57] Mi nombre es Bombero 2. Tengo 2 años he voluntarios y voluntario aquí.

Kalani Picho: [00:01:06] Y cual es el tipo de emergencia más común, que se pidió a esta estación?

Bombero 1: [00:01:15] Podrían ser los dos. Bueno ahorita, en este tiempo los chavales, los incendios forestales, y incendios en basureros, incendios en charrales.

Bombero 2: [00:01:29] Las abejas.

Bombero 1: [00:01:30] Abejas, emergencias con abejas y emergencias con un escape de gasa.

Kalani Picho: [00:01:42] Y en sus opiniones cual es la emergencia más peligroso para los bomberos?

Bombero 2: [00:01:47] Aquí en paráiso?

Bombero 1: [00:01:47] Aquí en paráiso.

Kalani Picho: [00:01:49] En París sí.

Bombero 1: [00:01:50] De allí es que todas las emergencias son peligrosas, verdad?

Kalani Picho: [00:01:54] Sí.

Bombero 1: [00:01:55] Pero a veces las que peligrosas, que pueden ser materiales peligrosos. Los incendios estructurales. Es que para mí todas las emergencias tienen un peligro potencial dependiendo cómo nosotros. Atendamos la emergencia y así se nos dificulta a veces las abejas. Atender emergencias con abejas a veces se nos dificulta mucho porque las abejas son muy, muy

agresivas y a veces este 24 no las podemos controlar, es porque están en lugares muy incómodos. Nos dificultan el trabajo las abejas.

Bombero 1: [00:02:44] Tenemos emergencias con serpientes. Serpientes venenosas como las terciopelos, corrales y también manejamos boas pero las botas no son tan peligrosas. Si muerden, pero no son tan peligrosas. También tenemos emergencias con perros agresivos. Pero hoy para mí todas las emergencias tienen un peligro. Unos más que otros, pero...de las abejas ahí que a veces salimos picados y había son.

Kalani Picho: [00:03:33] Con qué frecuencia responder a las emergencias de charrales?

Bombero 1: [00:03:39] De ahorita cada rato. Ahorita estás tranquilo hoy pero si ahorita se empieza a voluntad a las emergencias y salido mucho. Sobre todo porque Carthago ahorita sólo tienen habilidad y todos nosotros somos apoyos Cartago, entonces tenemos que estar yendo a Cartago a cada rato.

Kalani Picho: [00:03:59] Y como responden a las charrales? Qué es el proceso?

Bombero 1: [00:04:09] Bueno, hay dos tipos ahí. A veces nos despachan a un charral con una amenaza, que es que está amenazando en una estructura, ya sea una casa o una bodega o un invernadero. Entonces tenemos que ir con sirenas puestas y con todas las luces del camión y tenemos que ir muy rápido porque puede ser que una estructura se vaya a quemar. Y la otra es cuando no amenaza. Entonces nosotros vamos normalmente camino de cómo transitamos normalmente por las calles, sin necesidad de utilizar las sirenas ni las luces.

Bombero 1: [00:04:48] Cuando llegamos al lugar, hacemos una revisión de lo que se está quemando y así empezamos a trabajar. Pero primero observa muy bien lo que se está quemando, por dónde va el fuego, si hay estructuras cerca de las casas de alguna bodega y ahí tomamos la decisión para empezar otra. Muchas veces los camiones no llegan hasta el incidente, si no que tenemos que dejar el camión unos, una distancia y caminar. Y a veces atendemos los chavales, a veces con agua o a veces con herramientas mano, porque la unidad no llega donde está. O el charral es muy grande y entonces de mejor trabajamos con herramientas mano.

Kalani Picho: [00:05:43] Cuáles son los principales peligros en estas charrales?

Bombero 1: [00:05:49] De viento, de combustible que se esté quemando. A veces hay peligros porque los mismos charrales hay, a veces hay sustancias tóxicas en los basureros, hay sustancias tóxicas que nos pueden afectar.

Bombero 2: [00:06:15] La topografía terren.

Bombero 1: [00:06:16] La topografía y el terren. Ciertos animales que a veces salen animales como abejas, serpientes, a veces salen las serpientes. La misma gente se a veces allí hemos tenido problemas con indigentes que viven en los charrales. Entonces ellos tienen una casita allí y no nos dejan que trabajar tranquilos.

Kalani Picho: [00:06:45] Y ustedes creen que un robot puede ayudar con los charrales?

Bombero 1: [00:06:56] Yo pienso que sí. El asunto es el diseño del robot verdad, porque el problema que nosotros tenemos aquí es la topografía, que no son lugares planos. A veces hay lugares con pendientes, con huecos, pero todo lo que se ayuda.

Kalani Picho: [00:07:20] Y que capacidades, sería más importante para un robot, que atender las charrales; por ejemplo, los sensores o la habilidad de apagar?

Bombero 1: [00:07:36] Yo diría que, se me ocurre que podría ser como para que él vaya, tal vez haciendo rondas con una ronda pequeña, porque para pagar con agua es muy difícil porque se tendría que tener una manguera superlativas que parece como para que trabaje manualmente, ya sea haciendo rondas o incluso puede ser un robot con un tanquesito de agua que va a echar agua por ciertos lugares.

Bombero 2: [00:08:09] Que dices que si fuera tomar agua tiene que tener un réservoir muy grande.

Bombero 1: [00:08:16] Pero no tan buena.

Bombero 2: [00:08:17] Es que depende.

Bombero 1: [00:08:20] Puede ser un réservoir tan grande y el chorito se hace como...

Bombero 2: [00:08:26] Como la bomba a espaldas.

Kalani Picho: [00:08:31] Y con qué frecuencia responden a las emergencias de abejas?

Bombero 1: [00:08:42] Como para decirle cuántas veces al día, a la semana, al mez?

Kalani Picho: [00:08:46] Si, es diaria o semana?

Bombero 1: [00:08:48] Es que puede ser que un día salgamos tres veces, dos veces, cuatro veces, a veces no salimos. Pero en un mes podemos salir...pienso que tal vez más de 10 veces, mucho más. Es que dependiendo.

Bombero 1: [00:09:10] Por ejemplo, ayer salían entre 3 veces a abejas y salieron a tres charrales.

Kalani Picho: [00:09:16] Y usualmente es un ataque de las abejas?

Bombero 1: [00:09:25] No, a veces la gente, por ejemplo, están en las casas y en el jardín llega un enjambre. Un enjambre es cuando las abejas llegan y vienen, y ellas andan tal vez buscando una casa donde vivir, pero ellas llegan a una mata o un arbusto y se paran ahí como a descansar. Entonces yo forman una pelota. Entonces la gente ya se asusta porque cree que les van a picar. Entonces nosotros tenemos que ir a quitarlas, las rescatamos, las echamos en un tarro o un saco o los vamos a soltar a un lugar. O a veces ya ellas hacen algunas emboscadas en una casa ya en. Qué sé yo, en un hueco en una pared de una de una casa. Ellas hacen un casa en hueco de los árboles debajo de la tierra. Entonces, cuando están así, cuando ya se está en casa, ellas son muy agresivas.

Kalani Picho: [00:10:26] Y creen que un robot puede ayudar con las abejas?

Bombero 1: [00:10:30] Claro, porque así pican el robot, y no pican otros. Como que no nos exponemos tanto nosotros. El tema es cómo construirlo, que ya es parte de lo que ustedes tienen que ver. Pero sí, un robot podría ayudar. Lo que pasa es que a veces las abejas no sólo están en las casas, están generalmente en el monte, en lugares muy incómodos, en los árboles, donde ellas se encuentran mucho mejor dónde meterse ella se mete. En ellas, nos piden permiso, nos damos energía.

Kalani Picho: [00:11:18] Y ahora, qué tipo de tecnología ustedes usan para responder a las abejas, como un aspiradora?

Bombero 1: [00:11:27] Si, aquí no la han traído, pero es la tienen que traer. Es una aspiradora que aspira las abejas pasan a un réservoir y después uno las va a soltar y si no es de nosotros las mojamos. Cuando están ellos enjambre la dejamos, golpeamos el enjambre y estaremos un reservorio bursátil entre ellas caen si lo cerramos nosotros. A veces no podemos hacer nada, pero a veces sí hay que eliminarlas porque sobre todo cuando ellos están en un enjambre, en una colonia, sí es muy incómoda, una colonia es como la casa de ellas. Si es muy incómoda, nosotros a veces no podemos rescatarlas porque nos exponemos a que nos picking o que, o que provoquen ellas picaduras de otras personas, porque son muy agresivas y se alborotan. Y entonces a veces lo mejor es eliminarlas. Pero la idea de los bomberos ahorita es tratar de no eliminarlos, entonces en eso estamos. Pero como le digo, hay que hacerlo porque es prioridad, Las personas prioridad las abejas en cierto momento.

Kalani Picho: [00:12:44] Y también respondan a las emergencias con las escapas de gas, es una cosa cada día?

Bombero 1: [00:12:53] Es que todavía digamos que a veces, como les digo, a veces salimos una vez, dos o tres veces, cuatro veces. Pero si salimos bastantes escapes de gas. Generalmente porque los cilindros de aquí en Costa Rica son un poco inseguros. En el proceso de cambiarle la válvula a los cilindros, pero ahorita son un poco inseguras, entonces, además de que la gente me entiende. Entonces la gente tiene los cilindros dentro de las casas, produce, se produce la fuga y cuando llegamos a la casa está llena de gas. Es que en Estados Unidos el caso es diferente. Aquí nosotros, la gente que cocina con gas tiene un cilindro 25 libras es como este tamaño. Los desconectados conectan a la cocina y ahí la cocina.

Kalani Picho: [00:13:49] Y ahora usan sensores para detectar gas?

Bombero 1: [00:13:52] Si tenemos detectores de gas, lo quieren ver?

Kalani Picho: [00:13:59] Si.

Bombero 1: [00:13:59] [...] Ellos detectan cuando uno entra a un lugar contaminado con gas, ellos empiezan a detectar el 10 por ciento de la concentración. Entonces uno lo pone a trabajar y cuando él detecta el 10 por ciento ya le empieza a la alarma sonar. Y este si usted se queda mas, él empieza a, cómo se llama, él empieza, él empieza a obtener más información y entonces ya desde hace ya no le detecta el 10 por ciento, sino que le detecta un 50 por ciento. [demonstrating with sensor] Ahorita está calibrado porque es calibró entonces de titularidad de materiales peligrosos, tienen que llevar lo que ellos los calibran con gas como gas butano.

Kalani Picho: [00:15:30] Y solo detecta un tipo de gas o otros.

Bombero 1: [00:15:35] El detecta cuatro casos. Bueno, él detecta el gases, le pegué. Es que es un combustible el hidrocarburo. También detecta el CO₂, el dióxido de carbono. También detecta el oxígeno y el otro, que es ácido sulfhídrico, creo que es otro. Detecta 4 gases.

Kalani Picho: [00:16:07] Nosotros pensamos en un robot que tiene sensores para detectar la cantidad de las químicas y gas en el aire.

Bombero 1: [00:16:26] Es que el cada cierto tiempo se calibra. Nosotros aquí teníamos las botellas vacías, entonces nosotros aquí los calibrados, Pero ahora los materiales peligrosos, que están en San José, son los que nos tienen que calibrar y hasta que el carro haya ya entonces se. Pero siempre que hay una emergencia con gás, nosotros tenemos que bajar esto, porque no sabemos si hay alguna concentración dentro de la casa. A veces son cilindros de 25 libras, pero a veces son cilindros de 100 libras, que son mucho más grandes. También tenemos que ponernos del equipo protección y ponernos el equipo el harar, que es para respirar, porque puede ser que no llegue o no entre se produzca una explosión o un incendio. Si entramos así, hay problemas.

Kalani Picho: [00:17:31] Y hay otros tipos de emergencias en que ustedes creen que un robot puede seria útil?

Bombero 1: [00:17:38] Claro, con gas. Pues sí, bueno, aquí nosotros no, pero tal vez en Cartago. En Cartago si hay más ahora de gas, como a nivel industriales, sí que el robot podría entrar y podría ser uno, podría empezar a pensar el aire, a ver qué cantidad de gas ahí o dónde está la, o buscar dónde está la. Y no solo el gas, sino como otros materiales peligrosos. Al final el gas, el es peligroso, pero hay gases más peligrosos, más tóxicos para nosotros.

Kalani Picho: [00:18:33] [...] Y ustedes tienen algunas preguntas para nosotros sobre el proyecto o la investigación?

Bombero 1: [00:19:21] Al final el robot que no hace, que no construye?

Kalani Picho: [00:19:24] No, no construyó. Nuestro proyecto es para investigar y recomendar para el cuerpo los usos más útiles para un robot y la manera en que puede formar una programa de robot. Por ejemplo, si quiere desarrollar robots específicas para los bomberos.

Randall Torres Alvarado: [00:19:56] Ellos hacen el estudio y si la administración le parece bien, entonces dan presupuesto para que se desarrolle. Es el mismo con los drones, exactamente.

Bombero 1: [00:20:08] Pero al final, al final el robot que podría funcionar aquí sería como para detectar en materiales peligrosos.

Randall Torres Alvarado: [00:20:16] Si, o abejas.

Kalani Picho: [00:20:16] Abejas o un opción es tiene un tipo de robot diferente para cada emergencia.

Bombero 1: [00:20:27] Si, el tema con las abejas es que, como le digo, a veces las abejas están en lugares muy fáciles, pero a veces están en lugares muy incómodos, como en lugares altos o a veces están en lugares bajos. A veces, digamos aquí en las zonas rurales, para a veces están en fincas agrícolas, en sembradíos o en casas también, pero el tema es ese, en que no están a veces en lugares, generalmente están en lugares bien, como es el único lugar fácil a veces que llega uno

y están en un arbusto o en una mata en un jardín. Pero es como lo más fácil, pero a veces están en un árbol a dos metros, tres metros de alto. Entonces tenemos que poner escaleras y subirnos a.

Kalani Picho: [00:21:20] El acceso es una problema para algunas tipos de emergencias, también como las charales y otros.

Bombero 1: [00:21:28] Así porque la topografía aquí no es plana, pero a veces llegamos y es un charral de topografía irregular. Generalmente es muy irregular y a veces son como extensiones un poco grandes.

Kalani Picho: [00:21:49] Muchas gracias para ayudarnos y vamos a evitar una copiada de nuestra investigación y si ustedes quieren hacer cambios sobre la información de la entrevista.

Bombero 1: [00:22:09] Muchas gracias.

--Transcript End--

Aeropuerto Juan Santamaría Interview Transcript

Location: Estación del Aeropuerto Juan Santamaría, Alajuela Province

Date: February 25th, 2020

Start Time: 10:16 am

End Time: 10:52 am

Attendees: Jacob Ciolfi, Kathryn Nippert, Kalani Picho, Lisa Spalding, Randall Torres Alvarado, Bombero 1, Bombero 2, Bombero 3, Bombero 4.

--Transcript Start--

Kalani Picho: [00:00:00] Por favor, ustedes repiten su nombre y empleo en la estación y cuántos años ha están trabajando con los bomberos.

Bombero 1: [00:00:22] Rodrigo, que conduce los camiones. Tengo 15 años de estar en esta estación. Para El Cuerpo de Bomberos, tengo 23 años.

Bombero 2: [00:00:38] Bombero 1, ahorita estoy en un puesto temporal de asistente de jefatura. Yo le ayudo al jefe de la estación con la parte administrativa mucho y la parte operativa de emergencias, administrar también un poco la emergencia. Yo tengo 24 años.

Bombero 3: [00:01:09] Mi nombre es Christian Fernández, tengo una trayectoria de 25 años en bomberos y aquí en esta estación, 13.

Bombero 4: [00:00:14] Mi nombre es Angie Bodán, llevo a 15 años con los bomberos.

Kalani Picho: [00:01:22] Y en esta estación que tipos de emergencias atendieron, solo los del aeropuerto o de otros.

Bombero 4: [00:01:34] Nosotros principalmente aeropuerto de nivel aeronáutico, pero sí hemos salido. Vamos a colaborar en los alrededores, pero siempre dentro del perímetro del aeropuerto. Qué más de charrales, abejas, incendios estructurales.

Bombero 3: [00:01:53] Yo tengo una pregunta porque creo que es diferente. La pregunta es si nosotros hemos trabajado en otras estaciones fuera de acá.

Kalani Picho: [00:02:06] No, los tipos de esta estación.

Bombero 1: [00:02:11] Y otra cuestión es que aquí, como esto es un aeropuerto, hay muchos materiales peligrosos, muchos químicos pasando. Entonces es de cada cierto tiempo nos llaman por materiales peligrosos. Hazmat es algo muy común aquí. Todos los días nos mandan las aerolíneas, nos mandan la información de mercancías o químicos que están en tránsito en todos los pueblos cuando un pueblo tiene.

Bombero 2: [00:02:48] Derecho a entrar uno, este no reportan, no reportan materiales peligrosos.

Bombero 3: [00:02:55] Pero deben informar antes de llegar al país. Cuando el avión llega, nosotros tenemos el dato.

Kalani Picho: [00:03:06] Y cual es el tipo de emergencia más común para esta estación, los de Hazmat?

Bombero 1: [00:03:11] No, aircraft, aviones.

Kalani Picho: [00:03:16] Y los fuegos de aviones?

Bombero 1: [00:03:19] No piensen solamente que la emergencia de una aeronave puede ser que haya fuego. Hay otras condiciones que también dan una emergencia con un ave. Por ejemplo, para que el avión pueda llegar a volar bien necesita tener control de las superficies de vuelo de todo el timón y toda la cuestión. Si hay una pérdida de hidráulico, entonces el piloto no tiene control sobre eso que se va a llegar y tener problemas. Entonces, si muchos aviones reportan muchas emergencias por problemas que no tienen controles en los hidráulicos, no tienen controles de freno. Entonces, una de las emergencias que se ha dado muy común es que los frenos, brakes, se calientes. Entonces nosotros tenemos que entrar a la zona de la aeronave y verificar la temperatura de los trenes de aterrizaje para ver si hay que hacer un procedimiento para bajar la temperatura, no sea que haya fuego o es que el avión rodar a otra posición. Entonces, son dentro de las situaciones de emergencia más comunes muchas veces. [...] Cuando están echándole combustible a la aeronave, hacen un mal cálculo y empiezan a adquirir combustible por todos lados un derrame de combustible.

Jacob Ciolfi: [00:04:50] Es diario o uno por semana o con qué frecuencia?

Bombero 4: [00:04:54] Los combustible, por lo menos por semana mínima.

Bombero 3: [00:05:01] Al día de hoy, en el año, llevamos 16 emergencias. Hoy 16 emergencias.

Kalani Picho: [00:05:11] Solo en el aeropuerto?

Bombero 3: [00:05:11] Solo el aeropuerto. Si, llevamos dos meses.

Kalani Picho: [00:05:21] Y cómo aprender sobre las temperatura en estas situaciones, usar un sensor de mano?

Bombero 4: [00:05:29] Si nosotros tenemos pistolas para sensor la temperatura. Eso o son cámaras térmicas. [...]

Kalani Picho: [00:05:49] Y con estos los bomberos necesitan acercar a una emergencia.

Bombero 4: [00:05:54] No, tenemos una distancia.

Bombero 1: [00:06:01] Vamos a traer, tenemos diferentes dispositivos para medir la temperatura o para ver las temperaturas de aterrizaje, o también para ver los químicos y gases en atmósfera o cuestionarse, ya que los líquidos.

Kalani Picho: [00:06:23] Y cuáles son las situaciones de emergencia que son más peligroso para los bomberos?

Bombero 3: [00:06:32] En el área, en el área de un aeropuerto no existe uno. No existe uno que no sea peligroso. Todos son más peligrosos que cualquier otro. Todos, todos los se comprometen muchísimo la vida.

Bombero 1: [00:06:50] Por decirles un ejemplo. Si estamos viendo lo que es la temperatura del tren de aterrizaje, si vamos a acercarnos, tenemos que estar seguros de que el piloto ya bajó o apagó los motores, porque si nos acercamos y el piloto tiene el motor trabajando, puede succionando y nos mata. Entonces todas esas cuestiones por dónde nos vamos a acercar si la temperatura del tren de aterrizaje está muy alta y explotan, las ruedas explotan, el tren de aterrizaje, nos mata. Tenemos que acercarnos por una en una posición inespecíficos y no es muy peligrosa.

Bombero 3: [00:07:26] Por ejemplo, líneas hidráulicas en los aviones convencionales, los populares están a 3000 S.I. Las nuevas generaciones de aviones más modernos están a 6000. Aumentó el doble y la probabilidad de morir siempre está en todas las condiciones. Uno no se lesiona, se muere. Es muy peligroso.

Bombero 2: [00:07:56] Y también sé que realizar un rescate dentro de la aeronave eso es un espacio confinado, verdad. Y es tal vez lo más complicado. De hecho, esos son los escenarios que uno quisiera ver es tener un hacer recate dentro del avion. Es decir, cuando la aeronave se estrella hay porcentajes, porcentajes de personas que murieron instantáneamente. Pero también hay un porcentaje de personas que están lesionados, no se pueden mover, están prensados dentro y hay que rescatarlas de la nave. Esta vez yo creo que esta es una parte más complicada y hasta el momento 24 de julio se puede ver algo así? Solamente maniobras de simulacros y simulacros definiríamos y sacar personas dentro y darse cuenta de que es tan difícil. Nosotros recibimos una instrucción orientada al favor y allá, y allá hacemos ese tipo de maniobras con muñecos. Pero una cosa son los movimientos y otra cosa es hacerlo con personas de mi peso 95 kilos. Es decir, es muy complicado y mentalmente y eventualmente podría comprometer la vida. De él piensan

que el nivel de robótica. Verdad, que podría ser un robot? Porque evidentemente es algo que se requiere mucha fuerza para poder sacar algo así. No se es algo, porque observado video de robots trabajando en incendios, verdad? El robot le pega la manguera, lo lleva y chorrea agua. Eso es lo que sabemos más o menos, verdad? Es algo que también nos podría facilitar mucho a la hora de acercarse una vez que venga el motor encendido. Los trenes pueden decir cualquier cosa que tenga fuego de tomos. Por eso los camiones tienen una habilidad de agua tan grande que 1200 galones de agua por minuto a 240 libras. Es decir, ese chorro a mí me golpea y me podría fracturar o me podría matar si me cocinara ese chorro de agua. Por eso se hace de esa forma, para que el fuego, es decir, por más de un vuelta que esté el arma de fuego se apague. Y si está bien aplicado a la que podemos ser práctica.

Bombero 3: [00:10:47] Hay otro detalle que quería expresar que no sé si lo conoce. Todas las emergencias que involucran una aeronave está comprometido o se trata como un hazmat, como un, con un MAPEL, un material peligroso y todos los productos que se usan en la aviación, telas, molduras, tuberías, son cancerígenas todas las. Cancerígenos: no son químicos, son cancerígenos. Entonces, si nosotros nos vemos involucrados en ese momento y nos vemos envueltos o inmersos en esas como esos químicos, estas sustancias, hay muchos problemas. Por dicha no pasa nada casi nunca, pero cuando sucede todo lo que sale de ahí es cancerígeno. Se llama materiales compuestos. Se usan materiales compuestos y sobre todo en las aeronaves más modernas. En las Boeing 787 Dreamliner, en las 380, en 350, en las aeronaves de última generación, es fatal. Es terriblemente tóxico. Eso es lo que a mí más me preocupa y me gustaría digamos que pudiera haber algo antes de yo exponerme, que alguien me pueda o un robot me pueda ayudar y me pueda se pueda meter primero que yo y que yo no me exponga a eso. Antes de yo entrar, como dice, si tengo que entrar a rescatarlo, que haya algo que pueda pedirme eso o que pueda enviar mi información antes de yo verme a infectado o con compañero. No tanto sacarlo, casi imposible, pero que cuando yo ya lo vaya a sacar, yo voy a qué condición hay ahí. Es muy importante una medición.

Bombero 1: [00:13:08] Por eso somos parte de este equipo. Esa es para..

Bombero 4: [00:13:11] Para ver la temperatura. [...]

Bombero 1: [00:13:21] Esto es para los gases cuando estamos en los contaminadas.

Bombero 3: [00:13:25] Pero mira algunos, algunos, no todos.

Bombero 4: [00:13:34] Es una cámara térmica que guardaba la temperatura.

Bombero 3: [00:13:47] Este solo tiene, ese solo tiene monóxido de carbono, ácido sulfúrico y oxígeno, nada más. Estos son los cuatro gases que estamos aquí. [...] Hay otros que ven otros tipos de gases de la misma.

Bombero 4: [00:14:15] Esto es para ver distancias. Entonces igual tienen la distancia que.

Bombero 1: [00:14:21] Si quieres llevar los tiempos de gases, que son los únicos gases que podemos ver aquí. [...]

Kalani Picho: [00:17:10] Sobre los sensores, los sensores de las materiales, usted habló sobre las cancerígenos, ustedes tienen sensores para sensar?

Bombero 3: [00:17:30] Para sentir esos productos? No. La unidad de materiales peligrosos debe tener en promedio, pero yo no puedo asegurar eso.

Bombero 1: [00:17:36] Yo no sé si ellos tienen o no tienen. Si bombero, lo tienen o no lo tienen.

Bombero 3: [00:17:40] Nosotros tenemos una unidad especializada de hazmat, pero no sabemos nosotros qué productos pueden verificar o leer ellos. No lo sé. Deberían de ser todos, pero nosotros cuando hay una emergencia, nosotros llamamos a ellos y ellos vienen y toma el grado. Pero nosotros aquí o en la calle no nadie, nadie, porque casi todo, o más bien en Bomberos de Costa Rica, todos tienen los mismos equipos. Todos, solo las unidades especializadas, tienen un equipo es un plus, verdad. Y esa unidad está en San José, la capital.

Bombero 2: [00:19:05] Es que este equipo pequeño, de hecho lo utiliza cualquier persona lo puede. Lo puede comprobar cualquier persona ingeniero que trabaja en la empresa, donde pueden haber una situación de, digamos, que el oxígeno baje mucho. Entonces él anda guiñando el aparato. Digamos, ahí está quitando el aparato y es que le dicen cuando está en peligro, es decir, es para eso. Normalmente que utilizan estos aparatos mucho más especializados, pero ya son a nivel militar. Y si tienen bomberos que tienen unos aparatos especiales antiética. Que esas otras condiciones y muchas otras situaciones y ya que tiene sensores variados, digamos aquí. Aquí se ve que es solamente la lista, pero, pero ahí se ve todos los tipos de gases que puede, que pueden esta aparato. Ahí se coloca ese aparato de un par de cuestiones. [demonstrating] Esa es una alarma de que ya está en peligro, por así decirlo. Y después, cuando está en peligro, aumenta, aumenta el sonido. De hecho, ya va a empezar a sonar más fuerte. Esto es solamente para verlo, cómo se ve, cómo se vería y cómo se escucha ese aparato.

Bombero 3: [00:20:48] Nosotros tenemos una particularidad ahí está Costa Rica, que Bomberos es uno solo. No es como en los Estados Unidos, que es de un condado, de una ciudad, son diferentes. Costa Rica es uno solo. Entonces lo mismo que hay acá, hay allá y allá. Es igual todo. Sí, sí, somos uno solo. Entonces todos los equipos son iguales, las mismas. Si se compran, se compran para todos.

Kalani Picho: [00:21:25] Y con qué frecuencia responden a los fuegos de avión, no son comun?

Bombero 1: [00:21:36] Los fuegos de aeronaves no es común. Si atendemos, por ejemplo, llevamos 16 emergencias en lo que llama este año. Si es común, malos funcionamientos de las aeronaves, desperfectos mecánicos que podrían dar a una emergencia en la cual si haya fuego. En el momento que una aeronave tiene un mal funcionamiento, por el motivo que sea, nosotros lo vamos a planificar o lo vamos a ver como que vaya a hacer algo más grande y vaya del fuego. No dejamos que una cosa pequeña de llegaréis dirán no, no, no pasa nada, no va a pasar nada. No, nosotros vamos de que si hay un mal funcionamiento pueden llegarnos a dar algo peor.

Bombero 3: [00:22:26] Pensándolo el peor, pensando en lo peor, siempre. Nos preparamos para lo peor. Ahora usted puede hablar de fuego. Un ejemplo, la semana pasada un avión salió y chupó o aspiró un ave, un pájaro [...] Nosotros, nosotros mismos, atendimos esa emergencia donde el avión iba saliendo, chupó el bajo y explotó la turbina. Ahí hubo fuego, pero los sistemas son muy eficientes y también tienen contraincendios los aviones. Entonces se hace un

procedimiento en el aire, se apagan y cuando llegan acá ya muy probablemente no esté el fuego y no cuando nosotros lo llegamos a tender, ya no había fuego, pero en el aire de fuego.

Kalani Picho: [00:23:39] Por ejemplo, los fuegos son menos de uno de año? La frecuencia es uno de año o dos de año, los que ustedes atendieron?

Bombero 2: [00:23:59] [...] Cuando estábamos en nnadas de 3, 40 venía también un fuego en el lado.

Bombero 1: [00:24:06] Cómo puede ser que en un año vayan a ver cinco días puede ser que llevamos dos años sin fuego.

Bombero 3: [00:24:15] La industria de la aviación no debería haber nunca nada. Nunca se trabaja para que nunca haya los mejores aeropuertos, bomberos del mundo, es los que no atienden a nada. Que hay algo es bueno. Ni aquí ni en ningún lado. Y eso si se toma una estadística.

Kalani Picho: [00:24:42] Y ustedes creen que un robot puede ayudar con las emergencias del aeropuerto?

Bombero 1: [00:24:48] Muchísimo, muchísimo, puedo darles un ejemplo. Eso es lo que estábamos haciendo de llegar y cuando la aeronave tiene un mal funcionamiento tiene un aterrizaje muy fuerte. Puede ser que tenga sobrecalentamiento del tren, enviar un robot que se acerque al tren de aterrizaje y haga las lecturas cerca, que pueda llegar y ver las temperaturas o que pueda ingresar a una parte de la aeronave para verificar si hay gases y hay materiales peligrosos que nos puedan afectar.

Bombero 3: [00:25:19] Y yo en el camión aquí verificando la información. "OK, no pasa nada. Papá, vamos." Desde el camión, seguros. Sí yo tengo que ir a hacer eso, que es lo que yo hago y nos hacemos es muy peligrosos.

Bombero 4: [00:25:39] Y es que la aviación avanza pero nosotros como bomberos siempre un poquito reservadas. Hablar del Dreamliner, entonces si es del Airbus 350, viniendo ahora con mucha tecnología y nosotros nos exponemos mucho. En cierto 800 en un avión totalmente eléctrico, y el cual tenemos que tener mucho cuidado porque podemos recibir descargas estática. Y entonces no tenemos nada contra eso. Entonces somos los únicos que tenemos que librar. Igual cual Airbus 350. Se recalienta tren y lo que recomienda el fabricante, manténgase lejos y vigilado, nada más, incide en algo más.

Bombero 1: [00:26:27] Un motor, un motor de esas aviones puede generar corriente eléctrica para una ciudad completa, un motor. Y nos explicaban ahora la última vez que vemos que los aviones, a pesar de que los nuevos, la nueva generación, después de estar desconectados, desconectados de la batería, pueden durar todo el tiempo ahí energizados. Ya en Dallas Fort Worth, han muerto ocho mecánicos. Producto de eso, entonces, ya hay mucha estadística de que la parte eléctrica, aunque esté desenchufa ahora, el eléctrico siempre mantiene energía y este tipo de avión usa unos bar en las puertas. Usted se tienen que pararse en el bar si no hace eso o lo toca, es muy peligroso. Y agua, nunca.

Kalani Picho: [00:27:43] Y cuáles son algunas de las capacidades que sería más útil para un robot? Por ejemplo, los sensores, las cámaras.

Bombero 3: [00:27:54] Los dos, sensores y cámaras, definitivo.

Bombero 2: [00:27:59] De hecho, me parece que nosotros dentro del equipo que usamos, deberíamos tener algunas cámaras que nos vengan a sensor algo dentro. Del equipo que usamos, debería haber algún tipo de cámara que nos ayude, digamos, ya que actualmente se usa las cámaras técnicas, es algo muy pequeñito que fue poder localizar áreas calientes. Puede localizar personas víctimas, pero también requiere de alguna. Hay un otro tipo de sensor, digamos que contribuya a visualizar otros peligros que tenga, digamos, el bombero. Ya llevan mucho peso. De todos modos, está observando que ahora los bomberos no son tanque muy grande que hay actualmente. Cuando nos ponemos el traje de acá, es un tanque muy pesado, es más el equipo, nos vamos a deshidratar muy rápido y nos cansamos rápido. Ya practicamos mucho para eso. Aquí casi todas las tardes nos movemos el equipo, subimos la torre, bajamos la torre, subimos a todos los torres para acostumbrarnos al peso, la incomodidad, la cantidad y el calor. Son equipos muy pesados. Ayudaría mucho, mucho que sean livianos de alguna forma porque es pesado el pesado, no solo llevar el tanque de aire sí, También llegamos y a veces hay que llevar unas mangueras en la espalda o como algunos otros equipos en la mano, desde hachas del tipo de este tipo de cosas. Pero si entrenamos mucho para eso, para que podamos dar digamos, ese poco más de fuerza que tuvimos para atender una situación, y como les digo, hacer un rescate dentro de ese arruinarles un misil que es muy fuerte. Lo hace bueno, porque la adrenalina trabaja como si la adrenalina, ese momento de estrés trabajo con mucha fuerza, pero en condiciones normales no lo lograría porque es muy fuerte el trabajo.

Bombero 2: [00:30:30] Es muy duro. Imagínese que empecé a sacar como haber una persona norteamericana, de abultado y están ahí y vienen todos los días. Todos los días vienen personas que son muy grandotes y si ese avión de esa línea hay que sacarlos, es muy muy duro. Los equipo fue más comfortable. No sé de qué forma se aplicaría, pero realmente hacen los equipos con mucha capacidad y he visto algunos videos que ya hay bomberos que utilizan el estadio de bomberos, que utilizan los trajes de baño más pequeños, con la misma capacidad de los que tenemos aquí. Son muy grandes y que pesan mucho.

Bombero 3: [00:31:25] Nosotros estamos acostumbrados a que pase, pero creo yo que cuando se habla de un robot, se habla un robot para que haga algo. En la industria yo tengo que poner esto para acá y esto para acá. Entonces yo quiero que un robot haga eso. En nuestro trabajo, eso no sirve porque van a haber muchas condiciones en contra de nosotros. Una aeronave en un fuego, en un incendio, ¿verdad?, Lo que nosotros pensando digamos en nuestro trabajo nosotros tenemos que analizar primero y pensar con datos para tomar decisiones. Y nosotros necesitamos un robot, no para que me saque la gente, no para que la traiga. Editamos un robot para que nos digan qué hay ahí, cómo está eso ahí y yo tomaré una decisión y prepararme para eso. Si me entiendes? Entonces yo lo que me imagino un robot es algo que no me comprometa al principio ni que me mande información que yo analice. La piense y tome la decisión correcta. Esto no importa el tamaño que tenga, digamos, pero que sí tenga muchas cosas para que mande información. Información que me mate a mí y a la gente que está ahí. Que muera la gente ahí. Esa información, yo no lo analizo ni lo pienso así.

Kalani Picho: [00:33:20] Nosotros pensamos en unos tipos de robot que puede recoger información, para coleccionar información para los bomberos para los materiales peligrosos y otros tipos. Esto es una cosa muy importante.

Bombero 1: [00:33:41] Pero lo importante para nosotros, ya sea materiales peligrosos, temperaturas o algo que hiciste.

Kalani Picho: [00:33:47] Y camaras, si.

Bombero 1: [00:33:47] Ver las víctimas, camera infrarrojo, termico.

Kalani Picho: [00:33:57] Si, y ustedes tienen algunas preguntas para nosotros, sobre el proyecto?

Bombero 2: [00:34:11] Ustedes tienen que tomar una decisión de todo lo que han estado oyendo las diferentes estaciones, puede ser más viable y más factible decir?

Kalani Picho: [00:34:20] Sí, tratamos de seleccionar las emergencias que son más peligrosos o emergencias en que un robot puede ser más útil. Nosotros identificamos cuatro tipos: son emergencias de abejas, emergencias de incendios en vegetación, las charrales, y emergencias eléctricas como cortocircuito y las emergencias con gas o materiales peligrosas.

Bombero 3: [00:34:56] Toda las que te mata. Todas las que te mata. Las abejas te matan muy rápido, cinco minutos después. Y aquí en Costa Rica? Guau. Una pregunta: siempre en la entrevista usted [Kalani] habla? O uno y uno?

Kalani Picho: [00:35:27] Más o menos, usualmente es mi porque tengo el nivel más alto de español del grupo.

Bombero 3: [00:35:35] Está bien. Justamente por eso lo pregunto. Sí, porque debería hablar ella o ella o el para que practicar.

Kalani Picho: [00:35:43] Si, es mejor.

Lisa Spalding: [00:35:43] Hablo un poco, pero Kalani es mejor.

Bombero 3: [00:35:43] Sí, pero es bueno porque uno necesita eso practicar.

Kalani Picho: [00:35:54] Necesitan más confianza. Esta bien.

Bombero 3: [00:35:58] Ahora las preguntas, la voz.

Jacob Ciolfi: [00:35:59] Ustedes tienen más preguntas? No?

Kalani Picho: [00:36:08] Muchas gracias para ayudarnos.

Bombero 2: [00:36:09] Lo que ustedes necesiten aquí estamos, donde quieran visitarnos también. Los puertos están abiertos cuando quieran venir, nada más nos toca ver con toda la seguridad.

Bombero 1: [00:36:21] Tenemos el recorrido de la estación?

Kalani Picho: [00:36:23] Sí, sí.

Bombero 3: [00:36:28] Si necesita algo, nos escribir.

Kalani Picho: [00:36:31] Y después de nosotros escribir el reporte, vamos a enviar un copia a ustedes, para ver y si quieren hacer cambios del información de las investigaciones, puede contactar.

Jacob Ciolfi: [00:36:53] Muy bien, muchas gracias.

Bombero 2: [00:36:53] Mucho gusto.

--Transcript End--

Sarchí Interview Transcript

Location: Estación de Sarchí, Alajuela Province

Date: February 25th, 2020

Start Time: 12:00 pm

End Time: 12:24 pm

Attendees: Jacob Ciolfi, Kathryn Nippert, Kalani Picho, Lisa Spalding, Randall Torres

Alvarado, Bombero 1, Bombero 2, Bombero 3

--Transcript Start--

Jacob Ciolfi: [00:00:00] Muchas gracias por su tiempo. Primero, por favor, nos dicen sus nombres, sus puestos en los bomberos, y años han estado trabajando con los bomberos.

Bombero 1: [00:00:11] Mi nombre es Bombero 1, soy un jefe en la estación Sarchí. Tengo 23 años aquí.

Bombero 2: [00:00:29] Me llamo Bombero 2, soy un bombero voluntario y tengo 13 años desde el bombero.

Bombero 3: [00:00:36] Bombero 3. Yo soy maquinista de bomberos, aca en Sarchí, y 15 años.

Jacob Ciolfi: [00:00:49] Primero, cuál es el tipo de emergencias más común en este estación?

Bombero 1: [00:00:55] Las abejas y charrales.

Jacob Ciolfi: [00:01:05] En sus opiniones, cual es la emergencia más peligrosa se encuentra?

Bombero 1: [00:01:08] De todos tienen, realmente creo que de los más peligrosos, son materiales peligrosos y son incendios en estructuras, depende en la estructura.

Bombero 1: [00:01:41] Pero todas las emergencias representen peligrosos. Estamos en un accidente de tránsito tanto con el ambiente. Seamos por los cables eléctricos y otros vehículos y el mismo accidente, sí? Igual, [...] se atiende muy poco incendio estructural, pero es una de las emergencias que también representa mucho. Por esto generalmente depende la etapa del incendio se ingresa al incendio y podemos correr, digamos. Desplome del techo.[...]

Jacob Ciolfi: [00:02:31] Tienen las emergencias de materiales peligrosos o incendios en edificios que con frecuencia? Solo uno o dos por año?

Bombero 1: [00:02:54] Por material peligroso casi no hay. Digamos en los últimos 10 años han habido un emergencia en los últimos 10 años y un incendio en estructuras generalmente se atienden dos al año.

Jacob Ciolfi: [00:03:16] Y por abejas y charrales?

Bombero 1: [00:03:19] Más, si. De abejas, más.

Bombero 3: [00:03:29] Desde siempre que llevamos [...] de al menos la mitad de los charrales.

Bombero 2: [00:03:42] Por cierto, lo hago atendiendo de la época del año, porque de enero a mayo, en la época que se atienden charrales, es la época seca de mayo para adelante, que en la época lluviosa ya iba a las calles, que no se atienden que más charrales, y las abejas se mantienen todo el año.

Jacob Ciolfi: [00:04:16] Primero abejas, lo que generalmente ocurre en estos llamados? Un ataque?

Bombero 1: [00:04:23] Un ataque? Bueno, no. De qué sé yo, de 20 llamadas, tal vez más de 50 llamadas, una es ataque. Y ahora se están tratando de una manera diferente a las que nosotros ahorita [...] un programa nuevo para el reubicarlos, pero ahorita tenemos la estación como tal. No tiene y todavía no estamos dentro del programa. No nos han estado dando el equipo para hacer la reubicación, pero con ellas hay dos situaciones ahí una, y cuando ya están establecidas nosotros ya nos llamamos enjambre, que ellas tienen ya los paneles hechos, tienen sus miel, sus huevos, y cuando van de reforma migratoria, que es que llamamos enjambre. Entonces, cuando ellas ya tienen su miel en sus panales hechos si son más agresivos o redes por el sentido de excluyeron de los huevos de [...] a causa ellas, entonces ya con base a la experiencia de muchos años, trabajan en horas de la noche que son menos agresivas y ya son puntos, digamos que ya no focalizados, con base de situaciones que han pasado, que utilizamos otras formas de trabajar. Para minimizar el riesgo a las picaduras y también con la misma gente con sus manos. Pero si se trata de unos equipos, han ido cambiando. Si vamos a años atrás, se utilizan el traje de bomberos con un sombrero y una malla, y ahí había más posibilidades de picaduras porque habían partes no cubiertas, como las mangas, como los pantalones donde se nos [...], y también que el equipo era más agotador físicamente y la más problemas ahorita con el cambio de trajes de cuerpo entero. Bueno, pues subieron otros que llamamos medio traje, que era ya con el pantalón total y en medio de traje era de la cintura para arriba. Mermó y ahora lo último que ya hace un traje completo es si ya viene de los pies a la cabeza, pero muchas veces es y cómo ellas están en una

forma de ataque, a veces llegan hasta los 50 metros o más. Dónde están [...] entonces, ellas tratan cuánto están muy, muy agresiva, si viajan más y si usted por generalmente los que están en la unidad a veces no tienen la protección completa, entonces porque los que están trabajando propiamente enjambre son los que van con la protección, pero los que están más largos, que ya ha pasado que de donde están los otros compañeros, pero ya no lo digo, que son tantos años de trabajar con ellas que uno ya conociendo cómo se comportan.

Jacob Ciolfi: [00:08:04] Usted cree que un robot sería capaz de ayudar con estas llamadas, con abejas?

Bombero 1: [00:08:20] Yo pienso que que utilizando esas técnicas nuevas de recuperación, un robot con una feromona que, una robot tenga un este como hacerlo, no sé la palabra, [...] donde el robot se acerque con la feromona y ellas lleguen a ubicarse [...], puede ser una opción, digamos, viable. Pienso yo que puede ser una de las formas. No sé si ustedes [...].

Bombero 2: [00:09:02] Que a veces es complicado. Con las abejas están muy arriba, muy altas, entonces para [...] como para un robot, así que ser un robot que tenga un alcance, digamos, suficiente como para llegar dependiendo donde ella se encuentre. Hay lugares donde también se encuentran como muy complicadas de poder llegar alguien que hasta para uno es complicado todavía para un robot. Puede ser un poco más complicado llegar a donde ella se están.

Bombero 1: [00:09:36] Y mucho más en el ataque por haberlos. Normal es simplemente ir a hacer la recuperación, pero justamente en el ataque y decidir si podría acabar con [...].

Bombero 1: [00:09:56] Puede feromona que alegra a las abejas de las personas que están siendo picadas para que sea algo, una acción rápida, no esperar a que nos ocios. Acabamos de ponernos todos los trajes y vamos a poner una manta que lo que ahora tal no sé, no sé si con ese tipo de feromonas algo fuerte que un robot lo lleve a algún espacio más seguro para quitarlas de la vez. [...] pero mosquitos tomando en cuenta la rapidez con que se pueda poner en funcionamiento. Porque si es más rápido que nosotros nos pongamos los trajes y lleguemos donde solo persona, pues de lo que tendremos que hacer nosotros por cuestión de tiempo para hacerlo más rápido.

Jacob Ciolfi: [00:10:56] Gracias. También por charrales lo que generalmente ocurrir en estas llamadas?

Bombero 1: [00:11:07] Charrales también son complicados, porque generalmente son terrenos muy diversos, entendemos uno que es muy quebrado. Qué tipo de robot que fue a ingresar a terrenos que pueden hacer a terrenos de quebrados. Que poco acessado, porque menos a una parte que la maleza alta. Entonces, de la informa ingresar. [...] uno que ya existe, el dron nos puede servir tanto para ver el área que se está quemando y ver las posiciones que va corriendo el fuego. Tenemos poca visibilidad.

Bombero 1: [00:12:19] Digamos que el viento al norte, pero por el humo y por la bomba no sabíamos qué había después de la norma. Entonces fui a ver dónde corro el fuego. Qué hay más allá? Si hay casas o no hay casas y hay un bosque, no hay bosque. Entonces la toma área y así se nos impedía muchos trabajos. Pero ya pare la cuestión de extinción de incendios, aunque [...].

Bombero 3: [00:13:00] Para entender un poco más el asunto. Qué lo que quieren hacer ustedes es un robot terrestre. Si?

Jacob Ciolfi: [00:13:10] Que ustedes ya usan drones, si?

Bombero 3: [00:13:15] Si, si. Pero lo que ustedes planean es algo terrestre, únicamente terrestre. La parte de los charrales y todo eso, [...]. O un robot que tenga fácil acceso a diferentes lugares entonces de forma terrestre va ser complicado y complicado por el tipo de topografía nos encuentren en Costa Rica, no es que charrales a la parte de la calle.

Bombero 1: [00:13:49] Es de a robot, digamos, tiempo terrestre, cuando ya sería la parte ingeniería. Cómo construir que ayude a hacer rondas y contar con tanto resacate. [...]

Bombero 1: [00:14:14] Yo siento que el aporte robótica nos puede ayudar a bomberos, eso sí, con los materiales peligrosos, la sal, los materiales peligrosos es una emergencia que hay en cierta forma y tiempo de manejarlo porque se prevé un montón de cosas antes. Entonces se vuelven a armar el robot mientras se desarmando el robot. Se puede hacer una revisión a ver qué es lo que tiene que hacer el robot. Por eso se mandó el robot para que haga el taponamiento de la fuga, para que levante un extraño, pero. En la misma revisión del caso? En ese sentido yo creo que un robot sea muy bien y no vamos a exponer a ningún bombero al material peligroso.

Bombero 2: [00:14:59] El robot también puede hacerlo en niveles de que tanta contaminación, digamos. Puede haber en el lugar, digamos en [...] se acercaran un robot a un lugar donde hay un material peligroso. Me imagino que va a tener indicadores, los cuales le van a decir haces. Qué tan bueno le voy a decir algo? Qué tanto nivel de contaminantes en el ambiente en ese lugar? Cómo proceder? Cómo se va a trabajar en esa emergencia?

Bombero 1: [00:15:33] [...] con cámaras, podemos ver el tiempo de material, los reconocimientos que hay [...] con cámaras térmicas, [...] en este momento creo que debe ser aplicarle. Las emergencias son complicadas por el hecho de que tenemos que trabajar con nosotros. No hay más. Tenemos que entrar en tenemos que ver por dónde acaba [...], un incendio es un robot. Yo no sé qué tan resistentes a las altas temperaturas de mil grados y para qué funcionar va a tener que entrar y tener que llevar mangueras [...], más que todo por la accesibilidad.

Bombero 2: [00:16:11] Yo pienso que por el tipo de trabajo del bombero es más que todo por la accesibilidad a los lugares que a una estructura que está en fuego, como lo que hablábamos de las abejas, que tienen que hacer un robot que tenga un buen alcance dependiendo de donde esté. Como decía el jefe, que [...] que es quebrado todas las cosas.

Bombero 2: [00:16:35] Entonces los materiales peligrosos casi siempre se dan en empresas, en edificios, en compañías grandes que ellos manejan todo ese tipo de químicos y esas cosas. Entonces ahí es porque somos máquinas grandes, abiertas, entonces así es más la accesibilidad para importar.

Bombero 1: [00:16:58] Y era cuarta extinción, siempre y cuando sean lugares muy accesibles. El caso de que si, ustedes necesitan [...] tener otra vez para las aplicaciones, pero no pueden ingresar de toda lugares.

Jacob Ciolfi: [00:17:22] Emergencias de escapa de gas son común aquí, o no?

Bombero 2: [00:17:25] Si, si también.

Jacob Ciolfi: [00:17:33] Creen que un robot sería capaz de ayudar con los escape de gas, o más por materiales peligrosas?

Bombero 1: [00:17:45] Las emergencias de escape de gas son parte de materiales peligrosos, entonces sí, sí puede a funcionar. El derecho de hacer un transporte de los materiales en la parte más segura, inclusive enfriarlos los tanques que un poco grande [...].

Bombero 1: [00:18:05] Hay un cilindros de gas que son [...] en los estructuras. Entonces podría ser que un robot sirva para emplearlos. Si hay algún tipo de escape o fuego, entonces sí tendrían. Tendrían sentido.

Jacob Ciolfi: [00:18:21] Entonces un robot haría sensores, cámaras, cámaras térmicas. Hay otras cosas que el robot necesita?

Bombero 1: [00:18:34] La supresión del electric, puedan tirar agua, o espuma.

Bombero 3: [00:18:39] Cerrar una llave paso.

Jacob Ciolfi: [00:18:42] Como un mono?

Bombero 1: [00:18:45] Si, la mano o el brazo para que pueda darle vuelta alguna cabecita o tapar fugas.

Bombero 2: [00:19:00] Esto es básicamente cerrar llaves, tapar fugas, entonces así no va a tener que hacer como un brazo mecánico.

Bombero 1: [00:19:09] Que la [...] del desplazamiento luego como tal al terreno irregular. Se llega pensar en eso por el hecho de que no se vaya.

Jacob Ciolfi: [00:19:40] Cómo cree que se vería un programa de robótica? Hay un robot en todos los estaciones o un robot de materiales peligrosos con la unidad in Tibás?

Bombero 1: [00:19:57] Yo pienso que sería como un robot por batallón. Creo que un robot por cada batallón [...]

Bombero 1: [00:20:25] Cómo se está manejando de llamas por batallones.

Bombero 2: [00:20:31] Para todos?

Bombero 2: [00:20:33] Son 14 batallones?

Bombero 1: [00:20:33] Son 12, 12 y un robot por cada, para materiales peligrosas.

Jacob Ciolfi: [00:20:54] Hay más situaciones de emergencias que usted creen la tecnología robótica podría ser más útil, otra de materiales peligrosos?

Bombero 1: [00:21:10] Si pudiera hacer un robot sería en general, se aplicarían un montón de cosas, pero tendría que elevarse y ojalá tener como un tipo helicóptero que [...] agua. Pero estamos hablando de algo muy grande, muy, muy grande.

Bombero 3: [00:21:30] Estructuras colapsadas también, [...], donde haya cuerpos.

Bombero 1: [00:21:40] En espacios confinados [...] En este momento, qué es lo que se ha tenido con perros? Para identificar en algunas zonas de una estructura colapsada. Tal vez un robot, tengan más chance de ingresar a espacios más pequeños y puede identificar algunos. Espacios para el rescate o personas atrapadas.

Jacob Ciolfi: [00:22:06] También con una cámara termica?

Bombero 1: [00:22:09] Una cámara térmica, y sensores de todo tipo para identificarlos cada gas antiguos de la actualidad, tales como es qué hay de todo decir, qué bueno que no es bueno. Muy a menudo que pueden hacer tipo de emergencia.

Jacob Ciolfi: [00:22:30] Ustedes tienen algunas preguntas para nosotros sobre nuestro proyecto?

Bombero 1: [00:22:41] Ese proyecto es para presentarlo a Bombero Costa Rica, para un futuro de hacer un robot, or es un proyecto propio de la universidad?

Jacob Ciolfi: [00:22:55] Los dos. Por nuestra universidad, pero también vamos a presentar sus datos de entrevistas en la próxima semana.

Bombero 1: [00:24:02] [...] Ojalá se vea un proyecto y nos van a echar una mano con la parte robótica, ¿verdad? [...]

Jacob Ciolfi: [00:24:26] Algunas preguntas más? Muchas gracias por su tiempo, y por ayudarnos.

--Transcript End--