

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación y Antecedentes	1
1.2. Descripción del problema	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Estructura de la Memoria	3
2. Marco Teórico	4
2.1. Caracterización de las tecnologías LPWAN	4
2.1.1. Largo Alcance	4
2.1.2. Baja Potencia y Bajo Costo	5
2.2. LoRaWAN	6
2.3. Sigfox	8
2.4. Aplicaciones IoT	9
2.4.1. Salud	9
2.4.2. Smart Cities	10
2.4.3. Sector Agropecuario	10
2.4.4. Otras Aplicaciones	11
2.5. Estado del Arte	11
2.5.1. Comparación LoRaWAN v/s Sigfox	11
2.5.2. Trabajos Previos	11
3. Metodología de la Investigación	14
3.1. Levantamiento de Información de Aplicaciones IoT	14
3.2. Pruebas de funcionamiento de las redes LPWAN	15
3.2.1. Fiabilidad de la transmisión	16
3.2.2. Uso de batería	16
3.3. Elaboración de Guía de recomendación de tecnologías	17
4. Rubros y Aplicaciones IoT que utilizan LPWAN	18
4.1. Proyectos en Chile	18
4.2. Experiencia Internacional	19
4.2.1. Proyectos de Cuidado de la Salud	19
4.2.2. Proyectos en Agricultura y Ganadería	20
4.2.3. LPWAN en Domótica	20

4.2.4.	Proyectos en Smart Cities	21
4.3.	Impacto de las redes LPWAN	22
4.4.	Requerimientos de conexión de proyectos IoT	22
4.4.1.	Cuidado de la Salud	22
4.4.2.	Agricultura y Ganadería	23
4.4.3.	Smart Cities	24
4.4.4.	Largo de los mensajes	24
4.4.5.	Tabla-resumen	26
5.	Implementación de las pruebas	27
5.1.	Pruebas a implementar	27
5.2.	Desarrollo de los nodos	28
5.2.1.	Conexión a Sigfox	29
5.2.2.	Conexión a LoRaWAN	29
5.2.3.	Otras funciones MicroPython utilizadas	31
5.3.	Adquisición de Resultados	32
5.3.1.	Fiabilidad	32
5.3.2.	Uso de la batería	32
6.	Resultados y análisis de funcionamiento	34
6.1.	Fiabilidad	34
6.1.1.	Prueba 1: Cuidado de la Salud, mensajes por minuto	34
6.1.2.	Prueba 2: Agricultura, mensajes cada 30 minutos	35
6.1.3.	Prueba 3: Smart Cities, mensajes por minuto	35
6.1.4.	Prueba 4: Mensaje cada 6 horas	35
6.2.	Consumo energético	36
6.2.1.	Prueba 1: Cuidado de la Salud	36
6.2.2.	Prueba 2: Agricultura	38
6.2.3.	Prueba 3: Smart Cities	39
6.2.4.	Prueba 4: Mensajes diarios	40
6.3.	Análisis de Resultados	41
7.	Guía de selección de tecnologías de comunicación para Aplicaciones IoT	43
7.1.	Primera Parte: Definiciones de la Aplicación IoT	43
7.1.1.	Definiciones en sensores	44
7.1.2.	Definiciones en actuadores	46
7.2.	Segunda Parte: Redes LPWAN o de Alto Throughput	47
7.2.1.	Características para utilizar alto <i>throughput</i>	48
7.2.2.	Tecnologías de alto throughput	48
7.3.	Tercera Parte: LoRaWAN, Sigfox u otra LPWAN	49
8.	Conclusiones y Trabajo Futuro	53
	Bibliografía	55