

TABLA DE CONTENIDOS

	página
Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Tabla de Contenidos	III
Índice de Figuras	VI
Índice de Tablas	VIII
Resumen	IX
1. Introducción	10
1.1. Descripción	10
1.1.1. Contexto del proyecto	10
1.1.2. Definición del problema	11
1.1.3. Propuesta de solución	12
1.2. Objetivos	12
1.3. Alcances	13
1.3.1. Trabajo Relacionado	14
1.4. Resumen	15
2. Marco Teórico	16
2.1. Estaciones de monitoreo	16
2.2. Normas de calidad del aire	19
2.3. Efectos del material particulado en el ser humano	20
2.4. Tipos de material particulado	21
2.4.1. Material particulado PM 2.5	22
2.4.2. Material particulado PM 10	22
2.5. Componentes para la construcción de la estación	23
2.5.1. Microcomputador Orange Pi one	23
2.5.2. Arduino UNO	24

2.5.3.	Servidor de base de datos	25
2.5.4.	Servidor web	26
2.5.5.	Servicio web	26
2.5.6.	Sensor de calidad del aire	26
2.5.7.	Costo de componentes	27
2.6.	Librerías de código utilizadas	28
2.6.1.	Librería de python Numpy	28
2.6.2.	Librería de python Urllib2	28
3.	Proceso de selección del sensor	29
3.1.	Características generales de los sensores	29
3.1.1.	Sensor SDS021	29
3.1.2.	Sensor PPD42	30
3.1.3.	Sensor GP2Y1010A	34
3.1.4.	Sensor BL25B1	35
3.1.5.	Sensor DSM501A	36
3.2.	Comparación de sensores	38
3.2.1.	Escenario de pruebas	38
3.2.2.	Instalación de sensores	39
3.2.3.	Pruebas comparativas de los sensores	42
3.2.4.	Calibración y corrección de los datos de prueba	48
3.2.5.	Gráficos comparativos y conclusiones	52
3.3.	Conclusiones	55
3.4.	Resumen	56
4.	Implementación de la estación	57
4.1.	Construcción y montaje de dispositivos finales	57
4.2.	Conexión, comunicación y pruebas funcionales	60
4.2.1.	Modelo de bases de datos para la estación	60
4.2.2.	Descripción de entidades	62
4.2.3.	Conexión con servicio de comunicación	63
4.3.	Pruebas de comunicación y almacenamiento en la base de datos	66
5.	Conclusiones	67
5.1.	Investigación de sensores	67

5.2. Pruebas de sensores	68
5.3. Construcción de la estación	69
5.4. Objetivos	69
6. Trabajo Futuro	71
Glosario	73
Bibliografía	74
Anexos	
A: Especificación sensores	78
A.1. Tablas de especificación de sensores	78
A.1.1. Sensor SDS021	78
A.1.2. Sensor PPD42	79
A.1.3. Sensor GP2Y1010AU0F	79
A.1.4. Sensor DSM501A	80
A.1.5. Sensor BL25B1	80
A.2. Códigos de funcionamiento sensores	81
A.2.1. Código Arduino lectura sensor PPD42	81
A.2.2. Código sensor GP2Y1010AU0F	82
A.2.3. Código sensor SDS021	83
A.2.4. Código Arduino lectura sensor DSM501A	84
A.2.5. Código sensores con funcionamiento conexión serial directa a Orange pi	85
A.3. Gráficos comparativos de los sensores V/S el sensor del gobierno	88
A.3.1. Gráfico Comparativo sensor PPD42NS MP2.5 y MP 10	88
A.3.2. Gráfico Comparativo sensor DSM501A MP2.5 y MP 10	89
A.3.3. Gráfico Comparativo sensor GP2Y1010AAU0F MP2.5 y MP 10	90
A.3.4. Gráfico Comparativo sensor SDS021 MP2.5 y MP 10	91
A.3.5. Gráfico Comparativo sensor BL25B1 MP2.5 y MP 10	92

ÍNDICE DE FIGURAS

	página
2.1. Estación de calidad del aire y los parámetros de medición	17
2.2. Estaciones de calidad del aire en las zonas de Curicó y Talca	18
2.3. Efectos del material particulado en el ser humano	21
2.4. Representación material particulado MP 2.5	22
2.5. Representación material particulado MP 10	23
2.6. Orange Pi one	24
2.7. Arduino UNO	25
2.8. Monitor atenuación beta MP10, MP2,5	27
3.1. Sensor sds021	30
3.2. Funcionamiento del sensor con dispersión láser	31
3.3. Sensor PPD42	31
3.4. Funcionamiento interno del sensor	32
3.5. Componentes internos del sensor	32
3.6. Diagrama de instalación del sensor de calidad del aire con Arduino . .	33
3.7. Sensor GP2Y1010A	34
3.8. Diagrama de instalación del sensor de calidad del aire con Arduino . .	35
3.9. Sensor BL25B1	36
3.10. Sensor DSM501A	37
3.11. Escenario general de pruebas	38
3.12. Escenario con cumplimiento de las normativa de calidad primaria . .	40
3.13. Dispositivo de prueba para comparación de sensores	42
3.14. Plataforma de descarga de datos capturados por la estación ubicada en Curicó	43
3.15. Formato de datos almacenados, pruebas iniciales por segundo	45
3.16. Datos capturados primera sesión de pruebas Sensor PPD42NS	46
3.17. Datos capturados primera sesión de pruebas Sensor DSM501A	46
3.18. Datos capturados primera sesión de pruebas Sensor GPY1010AAU0F	47
3.19. Datos capturados segunda sesión de pruebas Sensor SDS021	48
3.20. Datos capturados segunda sesión de pruebas Sensor BL25B1	48
3.21. comando instalación numpy	52

3.22. Datos capturados segunda sesión de pruebas Sensor SDS021	53
3.23. Datos capturados segunda sesión de pruebas Sensor SDS021	54
4.1. Dispositivo final montado en su contenedor	59
4.2. Diagrama de conexión de dispositivos	60
4.3. Diagrama entidad relación que muestra las principales interacciones del sistema	61
4.4. Arquitectura de comunicación entre la orange pi y la base de datos .	64
4.5. Datos almacenados en la base de datos	66
A.1. Gráfico que muestra la relación entre el sensor PPD42NS y el sensor de atenuación beta del gobierno, material particulado MP2.5	88
A.2. Gráfico que muestra la relación entre el sensor PPD42NS y el sensor de atenuación beta del gobierno, material particulado MP10	89
A.3. Gráfico que muestra la relación entre el sensor DSM501A y el sensor de atenuación beta del gobierno, material particulado MP2.5	89
A.4. Gráfico que muestra la relación entre el sensor DSM501A y el sensor de atenuación beta del gobierno, material particulado MP10	90
A.5. Gráfico que muestra la relación entre el sensor GP2Y1010AAU0F y el sensor de atenuación beta del gobierno, material particulado MP2.5 .	90
A.6. Gráfico que muestra la relación entre el sensor GP2Y1010AAU0F y el sensor de atenuación beta del gobierno, material particulado MP10 .	91
A.7. Gráfico que muestra la relación entre el sensor SDS021 y el sensor de atenuación beta del gobierno, material particulado MP2.5	91
A.8. Gráfico que muestra la relación entre el sensor SDS021 y el sensor de atenuación beta del gobierno, material particulado MP10	92
A.9. Gráfico que muestra la relación entre el sensor BL25B1 y el sensor de atenuación beta del gobierno, material particulado MP2.5	92
A.10. Gráfico que muestra la relación entre el sensor BL25B1 y el sensor de atenuación beta del gobierno, material particulado MP10	93

ÍNDICE DE TABLAS

	página
2.1. Costo de componentes	28
A.1. Tabla de características sensor SDS021	78
A.2. Tabla de características sensor PPD42	79
A.3. Tabla de características sensor GP2Y1010AU0F	79
A.4. Tabla de características sensor DSM501A	80
A.5. Tabla de características sensor BL25B1	80