



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

Trabajo Especial de Grado

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE
OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS
PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA**

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

REALIZADO POR: Toro Caroli, Geraldine

Dorta Regnault, Francisco A.

TUTOR: Ing. Luis Molner

Caracas, Octubre de 2012

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA.

Toro, Geraldine

gerald_1105@hotmail.com

Dorta, Francisco

dortaf@gmail.com

Molner, Luis

arfcisco@gmail.com

RESÚMEN

En los últimos años el municipio Baruta ha sido protagonista de numerosos sucesos originados por las lluvias, generalmente las mismas ocasionan deslizamientos de tierras en zonas del municipio, debido a múltiples causas que se encuentran expuestas a lo largo de este trabajo; es por ello que el presente documento significa un primer esfuerzo formal para el municipio Baruta en cuanto a la búsqueda de un diseño de sistema de gestión centralizada que optimice el control y monitoreo de pluviómetros, utilizando WiMAX y microondas como tecnologías para la transmisión de los datos; con el fin de lograr que los diferentes entes relacionados con el municipio, tengan un registro de los datos obtenidos por cada uno de estos dispositivos y puedan prevenir y alertar a las comunidades que se encuentren vulnerables tanto a inundaciones como a deslizamientos de tierra. El contenido de este Trabajo Especial de Grado no establece la última palabra en el tema, es una guía que cuenta con una investigación precisa y detallada, la cual busca de dar una solución óptima y eficiente en cuanto a la reducción del riesgo ante deslizamientos de tierra ocasionados por las lluvias.

Palabras Claves: WiMAX, microondas, Protección Civil, pluviómetro.

DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mi madre y abuela, por su apoyo incondicional y por los consejos que me brindaron cuando más los necesité, los cuales me enseñaron a ser perseverante a pesar de las dificultades y que todo logro implica sacrificios.

A los buenos amigos con los que he compartido durante mi vida universitaria, hicieron de ésta, una experiencia que nunca olvidaré.

Gracias a todos!

Geraldine Toro Caroli

La satisfacción que ahora siento quiero compartirla con todos aquellos seres vivos que con su apoyo, sembraron en mi ánimo y deseo de triunfar, a ellos dedico mi éxito y logros profesionales.

A mis padres, hermanas y amigos que siempre me brindaron apoyo a lo largo de toda la carrera.

Francisco Dorta Regnault

AGRADECIMIENTOS

UCAB

Ing. Wilfredo Torres

Ing. Carlos Butrón

Ing. Mayra Narváez

Escuela de Ingeniería Civil

Protección Civil del municipio Baruta

Directora Miriam Veracoechea

Otros

Ing. Ariana Hernández

Índice General

Introducción	1
Capítulo I. Planteamiento del Proyecto	3
I.1 Planteamiento del Problema	3
I.2 Objetivo General	6
I.3 Objetivos Específicos	6
I.4 Limitaciones y Alcances.....	6
I.5 Justificación	7
Capítulo II. Marco Teórico	9
II.1 Antecedentes	10
II.2 Pluviómetro	11
II.2.1 Tipos de pluviómetros	12
II.3 Criterios de redes de transmisión:	12
II.3.1 Redes de área local (LAN, <i>Local Area Network</i>).....	13
II.3.2 Red de área amplia (WAN, <i>Wide Area Network</i>).....	13
II.3.3 Redes de área metropolitana (MAN, <i>Metropolitan Area Network</i>)	13
II.3.4 Redes públicas	14
II.3.5 Redes privadas	14
II.4 Medios de transmisión	14
II.4.1 Medios guiados.....	14
II.4.1.1 Cables de pares trenzados:.....	14
II.4.1.2 Cable Coaxial:	15

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

II.4.1.3 Fibra óptica:	15
II.4.2 Medios no Guiados	16
II.4.2.1 Microondas.....	16
II.4.2.2 Satélites	16
II.4.2.3 Ondas cortas	16
II.5 Gestión.....	17
II.6 Sistema.....	17
II.6.1 Sistema de gestión.....	17
II.6.1.0 Concepto	17
II.6.1.1 Etapas	18
II.6.1.1.0 Etapa de Ideación:	18
II.6.1.1.1 Etapa de Planeación (Planificación).....	19
II.6.1.1.2 Etapa de Implementación (Gestión).....	19
II.6.1.1.3 Etapas básicas del control.....	19
II.6.1.2 Ventajas.....	20
II.6.2 Sistemas de control	21
II.6.3 Sistemas de alerta temprana	21
II.6.4 Proyecto.....	21
II.7 Gestión de proyectos.....	22
II.8 Wi-Fi (<i>Wireless Fidelity</i>).....	23
II.9 Microondas	24
II.10 WiMAX (<i>Worldwide Interoperability for Microwave</i>).....	26
II.10.1 Tipos de redes inalámbricas WiMAX.....	26
II.10.1.0 WiMAX fijo.....	27

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

II.10.1.1 WiMAX Móvil	27
II.10.2 Utilidades de las redes WiMAX.....	27
II.10.3 Ventajas	28
II.10.4 Desventajas	29
.10.5 Seguridad.....	29
Capítulo III. Metodología	31
III.1- Documentación y Análisis.....	32
III.2- Diseño y Experimentación.....	32
III.3- Análisis de Resultados	33
Capítulo IV. Desarrollo y Resultados	34
IV.1- Documentación y Análisis	34
IV.1.1- Investigación y estudio del área de los pluviómetros, su estructura, tipos, usos, funciones, etc.....	34
IV.1.2- Localización e investigación acerca de las zonas que en los últimos años se han visto vulnerables a las precipitaciones en el municipio Baruta.....	34
IV.1.3- Observación del sistema de control y monitoreo que utilizan los pluviómetros actualmente para así poder delimitar las posibles fortalezas y debilidades que pueda tener dicho sistema.	36
IV.1.4- Establecimiento y definición de las nuevas tecnologías que permitan diseñar un sistema automatizado de control y gestión para los pluviómetros ubicados dentro del municipio a estudiar.....	37
IV.1.4.1.0- Eko Weather Station Suite (Estación meteorológica Eko).....	40
IV.1.4.1.1- ES1100 - Humedad del suelo y temperatura	41
IV.1.4.1.3- ES1401 - Radiación Solar.....	42
IV.1.4.1.4- Nodo Eko (Eko Node)	43

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

IV.1.4.1.5- Eko Gateway	44
IV.1.4.1.6- Eko Base Radio	44
IV.1.4.1.7- EkoView Web Interface (Interfaz Web EkoView)	45
IV.1.4.2 Microondas	48
IV.1.4.3 WiMAX fijo vs WiMAX móvil	49
IV.1.4.4- Comparación entre las tecnologías microondas, WiMAX fijo y Wifi. 50	
IV.2- Diseño y Experimentación.....	52
IV.2.1- Análisis de fenómenos ambientales presentes en nuestro trabajo de investigación.	52
IV.2.2- Ubicación de los pluviómetros que se encuentren dentro de las áreas de captación que se tomarán en cuenta para el diseño.	58
IV.2.3- Planteamiento del diseño de un sistema, el cual brinde control y gestión centralizada de los pluviómetros situados en el municipio Baruta de una manera eficiente, segura y confiable.	60
IV.2.3.1- Modelo de propagación.....	71
IV.2.3.2- Especificaciones del Sistema WiMAX	77
IV.2.3.2- Conexión Tramo El Volcán- Radio Base.....	79
IV.2.3.3- Diseño planteado para la red principal WIMAX.	83
IV.2.4- Evaluación y especificación de los sistemas de redundancias ideales con la finalidad de asegurar que el sistema diseñado tenga un funcionamiento ininterrumpido.	84
IV.2.4.2- Diseño de la redundancia.	98
IV.2.4.3- Diseño final del sistema planteado.....	99
IV.3- Análisis de Resultados	106

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

IV.3.1- Realizar el estudio y análisis de los datos obtenidos con la finalidad de comprender las posibles dificultades y limitantes que se presentaron, para así poder proponer posibles soluciones.	106
Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones	107
Capítulo VI. Bibliografía	109
Glosario	112
Apéndices.....	114
Apéndice “A”: Mapa de ubicación de los primeros pluviómetros propuestos para el municipio Baruta.....	114
Apéndice “B”: Mapa de ubicación de los pluviómetros actuales dentro del municipio Baruta.....	115
Apéndice “C”: Pluviómetro Davis.....	116
Apéndice “D”: Pluviómetro Delta OHM.....	117
Apéndice “G”: Kit Oregon Scientific	121
Apéndice “H”: Pluviómetro Global Water	122
Apéndice “I”: Estación Meteorológica Ventus EMW928	123
Apéndice “J” Ventus Wireless Estación meteorológica EMW155	124
Apéndice “K”: Topología de red lógica del sistema propuesto.....	125
Apéndice “L”: Direccionamiento IP.....	126
Apéndice “M”: Estimación de costos del proyecto.	127
Anexos.....	128
Anexo “A”: Eko Weather Station.....	128
Anexo “B”: Sensor de humedad del suelo y temperatura.....	129
Anexo “C”: ES1401 - Radiación Solar.....	130
Anexo “D”: Nodo Eko	131

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

Anexo “E”: Eko Gateway.....	132
Anexo “F”: Eko Base Radio.....	133
Anexo “G”: Registro de precipitación de Baruta dentro de los años 1971 al 2006 según INAMEH.....	134

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

Índice de figuras

FIGURA 1. ETAPAS DE SISTEMAS DE GESTIÓN	18
FIGURA 2. GESTIÓN DE PROYECTOS	22
FIGURA 3. FASES EN GESTIÓN DE PROYECTOS.....	23
FIGURA 4. FASES DE LA METODOLOGÍA.....	31
FIGURA 5. CONEXIÓN DE LOS COMPONENTES EKO... ..	46
FIGURA 6. RED PRINCIPAL DEL SISTEMA PLANTEADO. FUENTE: PROPIA.	84
FIGURA 7. DISEÑO DEL SISTEMA DE REDUNDANCIA. FUENTE: PROPIA.....	99
FIGURA 8. DISEÑO FINAL FUENTE: PROPIA	100
FIGURA 9. MAPA DE UBICACIÓN DE LOS PLUVIÓMETROS PROPUESTOS DENTRO DEL MUNICIPIO BARUTA	114
FIGURA 10. MAPA DE UBICACIÓN DE LOS PLUVIÓMETROS ACTUALES DENTRO DEL MUNICIPIO BARUTA	115
FIGURA 11. TOPOLOGÍA DE RED LÓGICA DEL SISTEMA PLANTEADO. FUENTE: PROPIA.	126

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

Índice de tablas

TABLA 1. TEMAS Y APORTES. FUENTE: PROPIA	10
TABLA 2. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS SEGÚN SU BANDA. FUENTE: PROPIA	24
TABLA 3. COMPARACIÓN DE PLUVIÓMETROS.	39
TABLA 4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE MICROONDAS. FUENTE: PROPIA.....	48
TABLA 5. COMPARACIÓN WiMAX FIJO VS WiMAX MÓVIL. FUENTE: PROPIA.	49
TABLA 6. COMPARACIÓN HSPA, WiMAX FIJO Y WIFI. FUENTE: PROPIA.	50
TABLA 7. MODELO DE RIESGO: EL NIÑO, LA NIÑA. FUENTE: PROPIA.	57
TABLA 8. UBICACIONES DE LOS PLUVIÓMETROS PROPUESTOS. FUENTE: PROPIA.....	60
TABLA 9. ESPECIFICACIONES DE ALTURA DE LA RADIO BASE. FUENTE: PROPIA.....	61
TABLA 10. ESPECIFICACIÓN DE LAS ALTURAS DE LOS SUSCRIPTORES WiMAX. FUENTE: PROPIA.....	62
TABLA 11. AZIMUT RADIO BASE 1 (R1).FUENTE: PROPIA.	71
TABLA 12. PERDIDAS POR TRAYECTO. FUENTE: PROPIA.	73
TABLA 13. DATOS PARA EL CÁLCULO DE CAPACIDAD DE LA RADIO BASE. FUENTE: PROPIA.....	76
TABLA 14. RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CAPACIDAD DE LA RADIO BASE. FUENTE: PROPIA.....	77
TABLA 15. COMPARACIÓN DE MARCAS DE SUSCRIPTORES WiMAX. FUENTE: PROPIA.	78
TABLA 16. COMPARACIÓN DE MARCAS Y MODELOS DE RADIO BASE PARA WiMAX. FUENTE: PROPIA.	79
TABLA 17. DISTANCIAS TRAYECTOS EL VOLCÁN-R1. FUENTE: PROPIA.....	81
TABLA 18. ESPECIFICACIONES SEGÚN BANDA DE FRECUENCIA EN MICROONDAS. FUENTE: PROPIA.	85
TABLA 19. ESPECIFICACIONES ENLACE MICROONDAS. FUENTE: PROPIA.	86
TABLA 20. RANGO DE AZIMUT DE LAS ANTENAS DE MICROONDAS. FUENTE: PROPIA...	96
TABLA 21. MARCAS DE RADIO. FUENTE: PROPIA.	97
TABLA 22. COMPARACIÓN DE SWITCHES. FUENTE: PROPIA.....	103
TABLA 23. COMPARACIÓN DE ROUTERS. FUENTE: PROPIA.....	104

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

TABLA 24. ESPECIFICACIONES DEL PLUVIÓMETRO MARCA DAVIS. FUENTE: PROPIA	116
TABLA 25. ESPECIFICACIONES PLUVIÓMETRO MARCA DELTA OHM	117
TABLA 26. ESPECIFICACIONES DEL PLUVIÓMETRO A CUBETA BASCULANTE MARCA DELTA OHM. FUENTE: PROPIA.	118
TABLA 27. ESPECIFICACIONES DE EKO WEATHER STATION SUITE FUENTE: PROPIA	119
TABLA 28. ESPECIFICACIONES DE LOS SENSORES EKO.....	120
TABLA 29. ESPECIFICACIONES DEL KIT METEOROLÓGICO MARCA OREGON SCIENTIFIC. FUENTE: PROPIA.....	121
TABLA 30. ESPECIFICACIONES DEL PLUVIÓMETRO GLOBAL WATER. FUENTE: PROPIA.	122
TABLA 31. ESPECIFICACIONES DE ESTACIÓN METEOROLÓGICA VENTUS EMW928..... FUENTE:PROPIA.....	123
TABLA 32. ESPECIFICACIONES DE VENTUS WIRELESS ESTACIÓN METEOROLÓGICA EMW155. FUENTE: PROPIA.	124
TABLA 33. ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL SISTEMA PLANTEADO. FUENTE: PROPIA.....	127
TABLA 34. REGISTRO DE PRECIPITACIÓN INAMEH DEL MUNICIPIO BARUTA EN LOS AÑOS 1971-2006. FUENTE: INAMEH.	136

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1. ENLACE TERRESTRE DE MICROONDAS	25
ILUSTRACIÓN 2. MAPA GEOGRÁFICO Y POLÍTICO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO BARUTA.....	35
ILUSTRACIÓN 3. ESTACIÓN METEOROLÓGICA EKO PRO. FUENTE: (MEMSIC, INC, SF)	40
ILUSTRACIÓN 4. SENSOR ENCARGADO PARA LA HUMEDAD Y TEMPERATURA DEL SUELO.	41
ILUSTRACIÓN 5. SENSOR QUE MEDIE EL CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO.	42
ILUSTRACIÓN 6. SENSOR DE RADIACIÓN SOLAR.	42
ILUSTRACIÓN 7. NODO EKO PARA LA TRANSMISIÓN INALÁMBRICA VÍA WIFI.....	43
ILUSTRACIÓN 8. GATEWAY DE EKO. FUENTE:(MEMSIC,INC,2010)	44
ILUSTRACIÓN 9. RADIO BASE DE EKO. FUENTE:(MEMSIC,INC,2010).....	44
ILUSTRACIÓN 10. CONEXIÓN BÁSICA DEL GATEWAY A LA RADIO BASE DE EKO Y A UN SERVIDOR.....	45
ILUSTRACIÓN 11. IMÁGENES DEL SOFTWARE EKOVIEW.....	45
ILUSTRACIÓN 12. RADIOENLACES DE LA RADIO BASE 1 (R1). FUENTE: PROPIA.	63
ILUSTRACIÓN 13. LÍNEA DE VISTA EL CAFETAL-R1. FUENTE: PROPIA.....	63
ILUSTRACIÓN 14. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE EL CAFETAL- R1. FUENTE: PROPIA.....	64
ILUSTRACIÓN 15. LÍNEA DE VISTA HOYO DE LA PUERTA-R1. FUENTE: PROPIA.	64
ILUSTRACIÓN 16. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE HOYO DE LA PUERTA- R1. FUENTE: PROPIA	64
ILUSTRACIÓN 17. LÍNEA DE VISTA COLINA DE BELLO MONTE-R1. FUENTE: PROPIA.....	64
ILUSTRACIÓN 18. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE COLINAS DE BELLO MONTE- R1. FUENTE: PROPIA	65
ILUSTRACIÓN 19. LÍNEA DE VISTA TERRAZAS DEL CLUB HÍPICO-R1. FUENTE: PROPIA.....	65

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

ILUSTRACIÓN 20. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE TERRAZAS DEL CLUB HÍPICO- R1. FUENTE: PROPIA.....	65
ILUSTRACIÓN 21. LÍNEA DE VISTA VALLE ARRIBA-R1. FUENTE: PROPIA.....	65
ILUSTRACIÓN 22. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE VALLE ARRIBA- R1. FUENTE: PROPIA	66
ILUSTRACIÓN 23. LÍNEA DE VISTA ALTO PRADO-R1. FUENTE: PROPIA.	66
ILUSTRACIÓN 24. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE ALTO PRADO- R1. FUENTE: PROPIA	66
ILUSTRACIÓN 25. LÍNEA DE VISTA LOS SAMANES-R1. FUENTE: PROPIA.	66
ILUSTRACIÓN 26. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE LOS SAMANES- R1. FUENTE: PROPIA.	67
ILUSTRACIÓN 27. LÍNEA DE VISTA CHUAO-R1. FUENTE: PROPIA.	67
ILUSTRACIÓN 28. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE CHUAO- R1. FUENTE: PROPIA	67
ILUSTRACIÓN 29. LÍNEA DE VISTA LAS MERCEDES-R1. FUENTE: PROPIA.	67
ILUSTRACIÓN 30. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE LAS MERCEDES- R1. FUENTE: PROPIA	68
ILUSTRACIÓN 31. LÍNEA DE VISTA CUMBRES DE CURUMO-R1. FUENTE: PROPIA.	68
ILUSTRACIÓN 32. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE CUMBRES DE CURUMO- R1. FUENTE: PROPIA.....	68
ILUSTRACIÓN 33. LÍNEA DE VISTA LA TRINIDAD-R1. FUENTE: PROPIA.....	68
ILUSTRACIÓN 34. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE LA TRINIDAD- R1. FUENTE: PROPIA	69
ILUSTRACIÓN 35. LÍNEA DE VISTA LA TAHONA-R1. FUENTE: PROPIA.....	69
ILUSTRACIÓN 36. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE LA TAHONA- R1. FUENTE: PROPIA	69
ILUSTRACIÓN 37. LÍNEA DE VISTA LAS MINAS-R1. FUENTE: PROPIA.....	69
ILUSTRACIÓN 38. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE LAS MINAS- R1.FUENTE: PROPIA	70
ILUSTRACIÓN 39. RADIO DE COBERTURA WiMAX. FUENTE: PROPIA.....	70

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

ILUSTRACIÓN 40. ESCENARIO TÍPICO DE PROPAGACIÓN NLOS USADO EN EL MODELO COST 231. VISTA PERFIL.	72
ILUSTRACIÓN 41. ENLACE EL VOLCÁN-R1. FUENTE: PROPIA	80
ILUSTRACIÓN 42. ELEVACIÓN DEL TERRENO TRAMO EL VOLCÁN-R1. FUENTE: PROPIA.....	80
ILUSTRACIÓN 43. ENLACE DE LA RADIO BASE 1 AL DATA CENTER UTILIZANDO FIBRA ÓPTICA. FUENTE: PROPIA.....	81
ILUSTRACIÓN 44. ELEVACIÓN DEL TERRENO R1- DATA CENTER. FUENTE: PROPIA.	82
ILUSTRACIÓN 45. CORTE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA SELECCIONADO.	83
ILUSTRACIÓN 46. ENLACES MICROONDAS. FUENTE: PROPIA.	87
ILUSTRACIÓN 47. LÍNEA DE VISTA EL CAFETAL-R1. FUENTE: PROPIA.....	88
ILUSTRACIÓN 48. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE EL CAFETAL- R1. FUENTE: PROPIA.....	88
ILUSTRACIÓN 49. LÍNEA DE VISTA HOYO DE LA PUERTA-R1. FUENTE: PROPIA.....	88
ILUSTRACIÓN 50. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE HOYO DE LA PUERTA- R1. FUENTE: PROPIA	88
ILUSTRACIÓN 51. LÍNEA DE VISTA COLINA DE BELLO MONTE-R1. FUENTE: PROPIA.....	89
ILUSTRACIÓN 52. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE COLINAS DE BELLO MONTE- R1. FUENTE: PROPIA	89
ILUSTRACIÓN 53. LÍNEA DE VISTA TERRAZAS DEL CLUB HÍPICO-R1. FUENTE: PROPIA.....	89
ILUSTRACIÓN 54. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE TERRAZAS DEL CLUB HÍPICO- R1. FUENTE: PROPIA	89
ILUSTRACIÓN 55. LÍNEA DE VISTA VALLE ARRIBA-R1. FUENTE: PROPIA.	90
ILUSTRACIÓN 56. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE VALLE ARRIBA- R1. FUENTE: PROPIA.....	90
ILUSTRACIÓN 57. LÍNEA DE VISTA ALTO PRADO-R1. FUENTE: PROPIA.....	90
ILUSTRACIÓN 58. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE ALTO PRADO- R1. FUENTE: PROPIA.....	90

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

ILUSTRACIÓN 59. LÍNEA DE VISTA LOS SAMANES-R1. FUENTE: PROPIA.	91
ILUSTRACIÓN 60. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE LOS SAMANES- R1. FUENTE: PROPIA	91
ILUSTRACIÓN 61. LÍNEA DE VISTA CHUAO-R1. FUENTE: PROPIA.	91
ILUSTRACIÓN 62. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE CHUAO- R1. FUENTE: PROPIA	91
ILUSTRACIÓN 63. LÍNEA DE VISTA LAS MERCEDES-R1. FUENTE: PROPIA.	92
ILUSTRACIÓN 64. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE LAS MERCEDES- R1. FUENTE: PROPIA	92
ILUSTRACIÓN 65. LÍNEA DE VISTA CUMBRES DE CURUMO-R1. FUENTE: PROPIA.	92
ILUSTRACIÓN 66. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE CUMBRES DE CURUMO- R1. FUENTE: PROPIA.....	92
ILUSTRACIÓN 67. LÍNEA DE VISTA LA TRINIDAD-R1. FUENTE: PROPIA.....	93
ILUSTRACIÓN 68. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE LA TRINIDAD- R1. FUENTE: PROPIA	93
ILUSTRACIÓN 69. LÍNEA DE VISTA LA TAHONA-R1. FUENTE: PROPIA.....	93
ILUSTRACIÓN 70. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE LA TAHONA- R1. FUENTE: PROPIA	93
ILUSTRACIÓN 71. LÍNEA DE VISTA LAS MINAS-R1. FUENTE: PROPIA.....	94
ILUSTRACIÓN 72. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE LAS MINAS- R1. FUENTE: PROPIA	94
ILUSTRACIÓN 73. LÍNEA DE VISTA EL VOLCÁN-R1. FUENTE: PROPIA.	94
ILUSTRACIÓN 74. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE EL VOLCÁN- R1. FUENTE: PROPIA.....	94
ILUSTRACIÓN 75. LÍNEA DE VISTA DATA CENTER-R1. FUENTE: PROPIA.	95
ILUSTRACIÓN 76. ESPECIFICACIONES RADIO ENLACE DATA CENTER- R1. FUENTE: PROPIA.....	95
ILUSTRACIÓN 77. COBERTURA MICROONDAS. FUENTE: PROPIA.	96
ILUSTRACIÓN 78. ANTENA ANDREW VALU LINE. FUENTE: (COMMScope, SF).....	98
ILUSTRACIÓN 79. DATASHEET DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA EKO. FUENTE: (MEMSIC, INC, 2010)	128

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

ILUSTRACIÓN 80. DATASHEET DEL SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA DEL SUELO.	129
ILUSTRACIÓN 81. DATASHEET DEL SENSOR DE RADIACIÓN SOLAR. FUENTE: (MEMSIC, INC, 2010).....	130
ILUSTRACIÓN 82. DATASHEET DEL NODO EKO. FUENTE: (MEMSIC, INC, 2010)	131
ILUSTRACIÓN 83. DATASHEET DEL GATEWAY EKO. FUENTE: (MEMSIC, INC, 2010)	132
ILUSTRACIÓN 84. DATASHEET DE LA RADIO BASE EKO. FUENTE: (MEMSIC, INC, 2010).....	133

Introducción

Actualmente las tecnologías de la información y las telecomunicaciones son y seguirán siendo un factor importante en el crecimiento de la economía mundial, permitiendo así una globalización en las distintas áreas de una empresa o una organización. Como también los son en el ámbito de la vida diaria de los ciudadanos, todo esto se conoce como “la sociedad de la información (SI)”. Las redes de telecomunicaciones interconectan sistemas para transmitir voz, datos y video, con la utilización de distintos equipos y medios de transmisión permitiendo el uso de distintos servicios que ayuden a mejorar la productividad de las organizaciones logrando establecer conexiones hasta con los lugares más inhóspitos de un país.

En Venezuela es cierto que el sector va en un crecimiento bastante lento con respecto a otros países del continente americano, sin embargo al pasar del tiempo se le ha dado la importancia y valoración de cómo ayudaría a solventar problemas en las comunicaciones. Recientemente el sector de las telecomunicaciones ha sido la segunda actividad económica de mayor crecimiento después de la explotación petrolera.

El municipio Baruta forma parte del estado Miranda al igual que es parte del área metropolitana de Caracas, en conjunto con los municipios Sucre, El Hatillo, Chacao y Libertador. La alcaldía del municipio Baruta cuenta con Departamentos de Protección Civil y Tecnologías que son los que están directamente relacionados con el presente trabajo especial de grado.

Los terrenos de Baruta, son unos de los que presentan mayores desniveles topográficos en la ciudad de Caracas, a causa de esto y del poco mantenimiento de los sistemas de desagües en las zonas montañosas, se ha visto recurrentemente eventos como inundaciones y deslizamientos de tierra que están cobrando vidas humanas y

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

grandes pérdidas económicas. Pero los mencionados entes carecen de sistemas y equipos de monitoreo y alarma en todo el municipio, que les ayuden a llevar un control preventivo de las zonas más vulnerables ante las lluvias.

El presente trabajo especial de grado se realizó con el objetivo de crear un sistema preventivo basado en la utilización de pluviómetros con el fin de generar alertas a los diferentes organismos competentes del municipio Baruta antes de que ocurran desastres.

El mencionado trabajo especial de grado está contenido por cinco (5) capítulos. En el primer capítulo, se explica el planteamiento del problema y los objetivos que el presente trabajo debe cumplir para resolver esa problemática, como también se explica una justificación del por qué es necesario realizar este proyecto, y los alcances y limitaciones que se presentaron.

El segundo capítulo, está compuesto por todas las bases teóricas de los diferentes elementos tecnológicos y equipos para poder llevar a buen término este proyecto, el cual está enfocado a la utilización de equipos terminales como pluviómetros o estaciones meteorológicas, y como medio de transmisión el inalámbrico presentándose tecnologías como microondas, WiMAX y Wi-Fi.

El tercer capítulo define tres fases metodológicas como investigación y documentación, diseño del sistema y análisis de resultados, que permiten cumplir con los objetivos planteados en el primer capítulo.

El cuarto capítulo posee el desarrollo de las fases metodológicas expuestas en el tercer capítulo, mediante cálculos teóricos, utilización de software, métodos, comparaciones de tecnologías y equipos a ser utilizados. También se encuentra a lo largo del capítulo los resultados del desarrollo como los diseños planteados a lo largo del proyecto hasta llegar al diseño de la propuesta final de este trabajo especial de grado. Por último el quinto capítulo donde se presenta concretamente las conclusiones y recomendaciones que surgieron en la realización de este proyecto.

Capítulo I. Planteamiento del Proyecto

En este capítulo se presenta la descripción del problema planteado en el presente Trabajo Especial de Grado, los objetivos necesarios para resolver dicho problema, así como también la justificación y sus alcances y limitaciones.

I.1 Planteamiento del Problema

El municipio Baruta forma parte del estado Miranda, conjuntamente con otros 20 municipios, y es parte del área metropolitana de Caracas junto al municipio Sucre, Libertador, Chacao y El Hatillo.

Como todos los municipios, Baruta cuenta con una Alcaldía municipal cuyo principal objetivo es velar por el desarrollo integral del municipio y sus ciudadanos. Su misión es cumplir con la función de gobierno local mediante la aplicación de técnicas y métodos que garanticen la máxima eficiencia en la administración de los bienes y servicios de los ciudadanos que habitan en el municipio; mientras que su visión es constituir un modelo de gerencia municipal con una clara orientación de excelencia en el servicio hacia la comunidad. Dicha alcaldía posee departamentos orientados a tareas específicas para brindarles un buen servicio a los Baruteños; los Departamentos de Protección Civil y Tecnología son los que estarán íntimamente involucrados con este trabajo de investigación.

El municipio Baruta posee un relieve mayormente de tipo montañoso por encontrarse dentro de los límites de la Serranía del Litoral, formando parte de los relieves montañosos que cierran el valle tectónico de Caracas por su parte sur; el clima característico es de tipo tropical, sin embargo, dado a su topografía y latitud, el municipio posee climas locales variantes de acuerdo a la altitud, temperatura, humedad y cobertura vegetal de la zona, a esto se le conoce como microclima. El

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

efecto de microclima abarca a toda la ciudad de Caracas y es uno de los pocos que existen en el mundo.

Demográficamente el Municipio tiene una tasa de crecimiento intercensal del 11,50% anual (años 81-91), con una densidad de 3.312 hab/Km² para el año 1998. Se ha determinado en el Municipio un alto índice de migración de las áreas vecinas tanto hacia la zona urbana como a la rural debido a que se encuentra situado en una de las zonas de la Región Capital con posibilidades para nuevos desarrollos, lo que la hace atractiva para el traslado de nuevos habitantes en búsqueda de una mejor calidad de vida.

Es bien sabido que dentro de la ciudad de Caracas, Baruta es uno de los municipios con más altos niveles de riesgo geológico, propenso a deslizamientos de tierra, inundaciones y fallas de borde. En los últimos años se ha caracterizado por la recurrencia de deslizamientos de tierra que han afectado a sectores como Santa Cruz del Este, Las Minas, Colinas de Bello Monte, Valle Arriba, Los Campitos y El Cafetal, producto tanto de las lluvias como de las construcciones no permitidas; si bien las lluvias han sido el mayor detonante de los deslizamientos causados por la debilidad de los suelos, ya que los mismos están compuestos de material meteorizado o fragmentado; también existe irresponsabilidad por parte de los habitantes del municipio Baruta que al remodelar y construir anexos en sus viviendas sin permiso catastral, el cual es requisito esencial para iniciar la edificación de una obra determinada con aprobación de la Municipalidad, agregan mayor peso del que los taludes pueden soportar, y al llegar precipitaciones fuertes inevitablemente el suelo cede. A causa de esto y del poco mantenimiento de los sistemas de desagües en las zonas montañosas anualmente son registrados por Protección Civil, una gran cantidad de emergencias por casos de fallas de borde, obstrucción de vías, derrumbes y deslizamientos de tierra los cuales a su vez han afectado el suministro de servicios básicos como luz, agua, gas y teléfono, sin contar que cada vez se están cobrando más vidas humanas, y están sucediendo con mayor frecuencia en sectores urbanos

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

marginales como Las Minas y Santa Cruz de Este, donde debido a la alta densidad poblacional y condiciones de vivienda precaria los daños son de gran magnitud.

Sin embargo Protección Civil a pesar de ser una institución estratégica para el municipio, cuya misión es planificar, coordinar, ejecutar y supervisar todas las acciones, medidas y procesos de prevención y atención, necesarios para garantizar la protección de toda persona ante cualquier situación que implique amenaza, vulnerabilidad o riesgo; con un talento humano proactivo, profesional y dado plenamente por la vida de sus semejantes sustentado en los valores de voluntariedad, solidaridad y desprendimiento; carece de un sistema de prevención y monitoreo en los sectores críticos, que les permita llevar un control de las zonas vulnerables a este tipo de riesgo ante fuertes lluvias.

Dado a esta situación se propone la creación de un sistema preventivo enfocado en la utilización de pluviómetros capaces de enviar la información recogida a través de una red igualmente diseñada, con el fin de automatizar y optimizar el sistema de monitoreo de emergencias, generando alertas a diferentes organismos para así reducir la posibilidad de pérdidas o daños ocasionados por deslizamientos de tierra originados por las lluvias en el municipio Baruta. Por medio de éste sistema podrá beneficiarse todo el pueblo Baruteño, dado que las autoridades municipales conjuntamente con Protección Civil tendrán la posibilidad prevenir y alertar a la población cuando los valores de precipitaciones superen el límite establecido según la localidad, de esta manera se reducirá la posibilidad de perdidas tanto materiales como humanas. Para lograr esto es necesaria la identificación precisa de las áreas más afectadas por este tipo de emergencia para así poder ubicar estratégicamente los pluviómetros en dichas zonas, por otro lado se propone la utilización de las tecnologías existentes más adecuadas que aseguren el envío de la información de forma eficiente, en base a los requerimientos de la red, hasta el centro desde el cual se llevara a cabo el monitoreo.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

I.2 Objetivo General

Diseñar un sistema de gestión centralizada que optimice el control y monitoreo de los pluviómetros del municipio Baruta.

I.3 Objetivos Específicos

- a. Identificar las zonas que se han visto mayormente afectadas por precipitaciones en los últimos 2 años (2010 – 2012) en el municipio Baruta.
- b. Determinar la ubicación de los pluviómetros dentro de las áreas de captación que se tomarán en cuenta para el diseño.
- c. Evaluar el sistema de control y monitoreo actual de los pluviómetros para precisar sus fortalezas y debilidades.
- d. Identificar las nuevas tecnologías que permitan diseñar un sistema automatizado de control y gestión de pluviómetros dentro del municipio.
- e. Determinar los sistemas de redundancias ideales para asegurar el funcionamiento ininterrumpido del sistema diseñado.
- f. Proponer el diseño de un sistema que permita el control y gestión centralizado de los pluviómetros del municipio Baruta de manera eficiente, segura y confiable.

I.4 Limitaciones y Alcances

En este trabajo de grado no se incluye la implementación de dicho sistema, ni ninguna de las actividades que no hayan sido expuestas en la redacción de los objetivos específicos y la metodología. No se realizaron pruebas reales con los pluviómetros ni equipos de red, ni hubo participación en el proceso de compra de los equipos necesarios para implementar éste diseño, ya que la Alcaldía del municipio

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Baruta debe entrar en un proceso de licitación, por lo que no se llevará a cabo la implementación de éste proyecto.

Además tampoco está contemplado en este trabajo especial de grado la solicitud de adquisición de licencias ante CONATEL para el uso de las frecuencias utilizadas dentro del diseño.

Incluye el diseño de la red del sistema planteado, al igual que la utilización de basamentos teóricos para comprobación de la factibilidad de dicho sistema.

Contiene el diseño de una arquitectura de red que nos permite monitorear, controlar y gestionar pluviómetros en las zonas en las cuales serán ubicados estratégicamente en las localidades más críticas respecto a derrumbes y deslizamientos de tierra. Además de un modelo de riesgo para dichas zonas.

I.5 Justificación

El principal motivo por el cual se decidió realizar este trabajo especial de grado en conjunto con la Alcaldía del municipio Baruta y el Departamento Protección Civil, fue con el objetivo de la prevención y mitigación de los deslizamientos de tierra que afectan la vulnerabilidad de la población y deterioran el medio ambiente.

Teniendo en cuenta la gran variedad de peligros naturales que existe en el municipio como los fenómenos atmosféricos de rasgos extraordinarios, inundaciones y deslizamientos, y dado al aumento acelerado de la densidad de población, es necesario, a fin de reducir la vulnerabilidad y exposición de la población a estos peligros, la realización de un diseño de una red de pluviómetros dentro del municipio Baruta; en la investigación se centra la atención en el problema de los deslizamientos del terreno al ser uno de los peligros naturales que afectan a la zona.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

Ello permitirá la mejor toma de decisiones a la hora de reducir el riesgo frente a este peligro.

Por todo ello, la investigación se ha centrado en encontrar una serie de estudios que permita que el sistema preventivo diseñado sea sostenible en el tiempo, buscando que los objetivos propuestos ayuden a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos de la geografía del municipio Baruta y reduciendo así; las posibilidades de daños y pérdidas materiales y humanas.

Además de lo anterior, este Trabajo Especial de Grado, es realizado como requisito indispensable para obtener el título de Ingeniero en Telecomunicaciones; en el cual fueron aplicados todos los conocimientos adquiridos en todas las materias del pensum académico.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

Capítulo II. Marco Teórico

Para la correcta realización del proyecto se deben conocer una serie de conceptos físicos y técnicos para así abarcar en su totalidad todas las tecnologías involucradas en el desarrollo del mismo, de esta manera, se podrá realizar el proyecto de la mejor forma y se tendrán los conocimientos indicados para resolver las eventuales dificultades que se presenten en el transcurso del desarrollo del proyecto.

TEMA	APORTE
Pluviómetro	Por medio del uso del pluviómetro se podrán llevar a cabo mediciones de precipitación en un lugar específico (municipio Baruta).
Criterios de redes de transmisión	Se debe conocer los diferentes tipos de redes para poder determinar la solución más eficiente.
Medios de transmisión	Es necesario su conocimiento para establecer la mejor manera de transportar la información desde el origen hasta el destino.
Gestión	Es una herramienta que ayuda a administrar y correlacionar los diferentes recursos.
Sistema	Sirve como plataforma tecnológica para la transmisión datos.
Gestión de proyectos	Organización y administración de los recursos que intervienen en un proyecto para que se pueda culminar dentro del tiempo definido.
Wi-Fi (<i>Wireless Fidelity</i>)	Es una de las tecnologías estudiadas como mecanismo de conexión de los pluviómetros de forma inalámbrica.
Microondas	Es una de las tecnologías tomadas en cuenta para ser utilizada como elemento de

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

	conexión de los pluviómetros de forma inalámbrica.
WIMAX(<i>Worldwide Interoperability for Microwave</i>)	Es la tecnología escogida para utilizarse para la interconexión de los equipos.

Tabla 1. Temas y aportes.

Fuente: Propia

II.1 Antecedentes

Título: Diseño de una arquitectura de red de área metropolitana que optimice el sistema de atención de emergencia y Protección Civil del municipio Baruta.

Realizado por: Hernández Cadenas, Ariana A. y Dalami, Aghil

Fecha: Febrero 2012

El trabajo especial de grado mencionado anteriormente fue realizado en el municipio Baruta, el cual contempla una investigación acerca de las tecnologías que actualmente son más aptas y eficientes a la hora de brindar servicios de transmisión de datos, voz y video sobre áreas urbanas. Usando las prestaciones brindadas por las tecnologías WiMAX y microondas, así como también de los protocolos y topologías de red necesarias para ofrecer un servicio de calidad y alcance, fue concretado un diseño de red MAN que cubriera eficazmente los requerimientos planteados por el Departamento de Protección Civil.

Los objetivos de este trabajo tanto el general como los específicos se muestran a continuación:

Objetivo General

Diseñar una arquitectura de red MAN que optimice el uso de recursos del sistema de atención de casos de emergencia y protección civil del municipio Baruta de caracas.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Objetivos Específicos

- Determinar las áreas de captación y cobertura para el diseño de la arquitectura MAN.
- Diagnosticar la infraestructura del sistema actual de municipio Baruta para precisar de qué forma contribuye a integrar una arquitectura de red MAN para dar respuesta a emergencias.
- Determinar los cambios y requerimientos necesarios para diseñar el sistema de atención ciudadana mediante la red MAN.
- Determinar las nuevas tecnologías que permitan diseñar un sistema de protección civil segura y confiable.
- Conocer los recursos con los que cuenta el municipio Baruta por cada uno de sus servicios de atención y protección civil que contribuyan al funcionamiento del sistema que se quiere diseñar.
- Identificar los sistemas de redundancia ideales para evitar el mal funcionamiento de la arquitectura diseñada.
- Desarrollar un modelo de red MAN adaptada a las necesidades del municipio Baruta con un alto nivel de confiabilidad y seguridad.

A continuación se encuentran una serie de conceptos que se consideraran relevantes para la elaboración del presente Trabajo Especial de Grado.

II.2 Pluviómetro

Los pluviómetros proveen el método más exacto de medición de precipitación del agua en un punto geográfico. Para tener un valor operacional, el reporte del pluviómetro debe estar disponible en tiempo real y debe ser útil para la detección de inundaciones, vaguadas y derrumbes. (Segura, 2007)

II.2.1 Tipos de pluviómetros

- Pluviómetros simples: en principio cualquier recipiente abierto de paredes verticales puede servir de pluviómetro, porque lo que interesa es retener el agua proveniente de una precipitación para luego medir su volumen. En el sistema métrico se mide en milímetros y decimas de milímetros. Sin embargo, es importante que las mediciones de los instrumentos sean normalizadas para poder comparar las medidas tomadas en diferentes localidades. (Chereque, 2003).
- Pluviómetros registradores (Pluviógrafos): los pluviómetros simples solo registran la cantidad de lluvia caída; no nos dicen nada acerca de la intensidad que ella adquiere en el transcurso de la precipitación, lo cual se consigue con los pluviógrafos. (Chereque, 2003).
- Pluviómetros totalizadores: se utilizan cuando hay necesidad de conocer la pluviometría mensual o estacional de una zona remota. Estos pluviómetros acumulan el agua precipitada durante un periodo de tiempo más o menos largo. (Chereque, 2003).

II.3 Criterios de redes de transmisión:

Una red es un conjunto de dispositivos conectados por enlaces de un medio físico. Estos dispositivos son a menudo denominados nodos.

Dentro de las redes en función de su extensión encontramos redes basadas en las distancias de conexión implicadas. Entre ellas se distinguen:

II.3.1 Redes de área local (LAN, *Local Area Network*)

Tienen una extensión limitada a una planta, edificio o grupo de edificios y su objetivo es soportar la compartición de recursos en los que se aloja la información y que están conectados a la red. Estas redes tienen una gran capacidad de cobertura, son fáciles de utilizar, flexibles en cuanto a sus posibilidades de diseño y ofrecen una buena rapidez de trabajo. (Moya, 2007).

II.3.2 Red de área amplia (WAN, *Wide Area Network*)

Esta red abarca una gran área geográfica, con frecuencia un país o un continente. Contiene un conjunto de maquinas diseñado para programas (aplicaciones) de usuario. En la mayoría de las redes de área amplia la subred consta de dos componentes distintos: líneas de transmisión y elementos de conmutación. (Tanenbaum, 2003).

II.3.3 Redes de área metropolitana (MAN, *Metropolitan Area Network*)

Este tipo de red tiene un tamaño intermedio entre una LAN y una WAN, normalmente cubre el área de una ciudad. Está diseñada para proporcionar conectividad de alta velocidad, y puntos de conexión extendidos por la ciudad o parte de ella. Debido a estas características, éste es el tipo de red que se desea utilizar para el diseño propuesto. (Forouzan, 2007).

En los últimos años, gracias al desarrollo de tecnologías inalámbricas, han aparecido nuevas redes como las de área personal (PAN, *Personal Area Network*), Si estas redes hacen uso de tecnología inalámbrica, se les antepone el prefijo W, por ejemplo: WPAN. (Moya, 2007).

II.3.4 Redes públicas

Son aquellas cuyos elementos pertenecen a un operador público de telecomunicaciones y ofrecen sus servicios, en condiciones de igualdad, a cualquier usuario que quiera contratarlos, haciendo el pago mediante tarifas establecidas. (Moya, 2007).

II.3.5 Redes privadas

Este tipo de redes se despliegan para dar servicio a una determinada empresa u organización, siendo esta la que soporta los costes de implantación y mantenimiento de la red. Ofrecen la ventaja de un diseño a la medida y gestión personalizada, pero suelen requerir mayores inversiones y personal propio para su supervisión y mantenimiento. (Moya, 2007).

II.4 Medios de transmisión

Se define como cualquier cosa que puede transportar información de un origen a un destino. De la misma forma existen Medios Guiados y no Guiados.

II.4.1 Medios guiados

Son todos aquellos que proporcionan un conductor de un dispositivo al otro y esto incluye:

II.4.1.1 Cables de pares trenzados:

Está formado por dos conductores, normalmente de cobre. El trenzado hace posible que ambos cables se vean afectados igualmente por las influencias externas. Esto da como resultado que el receptor, que calcula la diferencia entre ambos cables, no recibe señales no deseadas. La velocidad de datos en un cable trenzado varía según su categoría o especificación siendo el de más rápida

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

transmisión el llamado SSTP en donde los datos viajan a 600 Mbps. (Forouzan, 2007).

II.4.1.2 Cable Coaxial:

Tiene un núcleo conductor central formado por un hilo sólido o enfilado, normalmente de cobre, rodeado por un aislante de material dieléctrico, a su vez rodeado por una hoja de metal conductor, la cual sirve como blindaje contra el ruido. El cable coaxial presenta un gran ancho de banda, sin embargo, la atenuación de la señal enviada es mucho mayor en este tipo de cables que en los cables de pares trenzados. Esto genera una rápida debilitación de la señal y por ende el uso frecuente de repetidores. (Forouzan, 2007).

II.4.1.3 Fibra óptica:

Está hecha de plástico o de cristal y transmite 1 haz de señales en forma de luz. Existen dos tipos de fibra óptica, la *Multimodo* y la *Monomodo*. En este caso la atenuación de la señal se muestra más plana que para el cable coaxial y el de par trenzado, por lo cual se necesitan menos repetidores. (Forouzan, 2007).

Además la fibra óptica presenta una serie de ventajas tales como mayor ancho de banda (puede proporcionar anchos de banda dramáticamente mayores que cualquier cable de par trenzado o coaxial), menor atenuación de la señal, inmunidad a interferencia electromagnética, resistencia a materiales corrosivos, ligereza, mayor inmunidad a los pinchazos.

Mientras que como desventajas del uso de fibra óptica se encuentran: instalación/mantenimiento (debido a que es una tecnología relativamente nueva requiere expertos que no están disponibles en cualquier parte), propagación unidireccional de la luz (ya que sólo se transmite de forma unidireccional) y

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

coste (si la demanda de ancho de banda no es alta, el uso de la fibra óptica no se justifica).

II.4.2 Medios no Guiados

Son aquellos que transportan ondas electromagnéticas sin usar un conductor físico.

II.4.2.1 Microondas

Un sistema de microondas consiste de tres componentes principales: una antena con una corta y flexible guía de onda, una unidad externa de RF (Radio Frecuencia) y una unidad interna de RF. El clima y el terreno son los mayores factores a considerar antes de instalar un sistema de microondas. (Forouzan, 2007).

II.4.2.2 Satélites

Sus ventajas son la libertad geográfica, su alta velocidad, pero sus desventajas tienen como gran problema el retardo de las transmisiones debido a tener que viajar grandes distancias. (Loja, 2012).

II.4.2.3 Ondas cortas

Son también llamadas radio de alta frecuencia, su ventaja es que se puede transmitir a grandes distancias con poca potencia y su desventaja es que son menos fiables que otras ondas. (Loja, 2012).

II.5 Gestión

La Gestión de proyectos también conocida como Gerencia, Dirección o Administración de proyectos es la disciplina de planear, organizar, asegurar y coordinar recursos y personas para cumplir con los Objetivos, Entregables y Criterios de Éxito de los proyectos. Un proyecto es un conjunto de actividades relacionadas para lograr un fin específico, con un comienzo y fin claros, sujeto a tres "restricciones" principales: Tiempo, Presupuesto y Alcance. (Taylor, 2006)

II.6 Sistema

Es una plataforma tecnológica con diferentes elementos y funcionalidades relacionadas con protocolos, con la finalidad de transmitir datos.

Un sistema es una combinación de componentes que actúan juntos y realizan un objetivo determinado. Un sistema no necesariamente es físico. El concepto de sistema también se aplica a fenómenos abstractos y dinámicos, tales como los que se encuentran en la economía. Por tanto, la palabra sistema debe interpretarse como una implicación de sistemas físicos, biológicos, económicos y similares. (Ogata, 1998)

II.6.1 Sistema de gestión

II.6.1.0 Concepto

Es un conjunto de políticas, conceptos y prácticas coherentes entre sí, con el propósito de alcanzar objetivos organizacionales de la empresa de manera eficiente y eficaz. (Chiavenato, 2002)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

II.6.1.1 Etapas

Se establecen cuatro etapas en este proceso, que hacen de este sistema, un proceso circular, pues en la medida que el ciclo se repita recurrente y recursivamente, se logrará en cada ciclo, obtener una mejora. (Vergara, 2009)
Las cuatro etapas del sistema de gestión son:

II.6.1.1.0 Etapa de Ideación

II.6.1.1.1 Etapa de Planeación

II.6.1.1.2 Etapa de Implementación

II.6.1.1.3 Etapa de Control

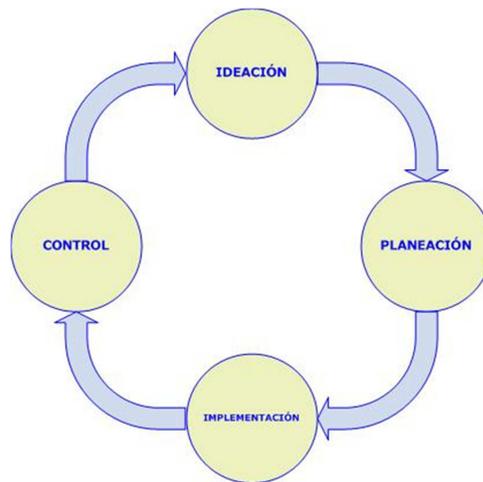


Figura 1. Etapas de sistemas de gestión

Fuente. (Vergara, 2009)

II.6.1.1.0 Etapa de Ideación:

El objetivo de esta etapa es trabajar en la idea que guiará los primeros pasos del proceso de creación que se logra con el sistema de gestión propuesto.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

II.6.1.1.1 Etapa de Planeación (Planificación)

Dentro del proceso, la planificación constituye una etapa fundamental y el punto de partida de la acción directiva, ya que supone el establecimiento de sub-objetivos y los cursos de acción para alcanzarlos.

En esta etapa, se definen las estrategias que se utilizarán, la estructura organizacional que se requiere, el personal que se asigna, el tipo de tecnología que se necesita, el tipo de recursos que se utilizan y la clase de controles que se aplican en todo el proceso.

II.6.1.1.2 Etapa de Implementación (Gestión)

En su significado más general, se entiende por gestión, la acción y efecto de administrar. Es importante destacar que las decisiones y acciones que se toman para llevar adelante un propósito, se sustentan en los mecanismos o instrumentos administrativos (estrategias, tácticas, procedimientos, presupuestos, etc.), que están sistémicamente relacionados y que se obtienen del proceso de planificación.

II.6.1.1.3 Etapas básicas del control

a. Establecimiento de los estándares para la medición.

Un estándar es una norma o criterio que sirve como base para la evaluación o comparación. Los estándares, deben ser medidas específicas de actuación con base en los objetivos. Son los límites en los cuales se debe encuadrar la organización. Se pueden definir, entre otros, estándares de cantidad, calidad, tiempo y costos.

b. Medición del desempeño.

Tiene como fin obtener resultados del desempeño para su posterior comparación con los estándares definidos. Luego, es posible detectar si hay desvíos o variaciones en relación a lo esperado.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

c. Detección de las desviaciones en relación al estándar establecido.

Conocer las desviaciones de los resultados, es la base para conocer las causas de éstas. Todas las variaciones que se presenten, en relación con los planes, deben ser analizadas detalladamente para conocer las causas que las originaron. Analizar las razones que dieron origen a las variaciones permite eficiencia y efectividad en la búsqueda y aplicación de soluciones.

d. Determinación de acciones correctivas y preventivas.

Se determinan las acciones correctivas para corregir las causas de las desviaciones y orientar los resultados al estándar definido. Esto puede significar cambios en una o varias actividades, sin embargo, cabe señalar que podría ser necesario que la corrección se realice en los estándares originales, en lugar de las actividades.

En términos preventivos, es importante considerar que lo más significativo es encontrar maneras constructivas que permitan que los resultados finales cumplan con los parámetros definidos (anticiparse), y no tan sólo en identificar y corregir los errores pasados.

II.6.1.2 Ventajas

Un sistema de gestión ayuda a lograr los objetivos de la organización mediante una serie de estrategias, que incluyen la optimización de procesos, el enfoque centrado en la gestión y el pensamiento disciplinado. (BSI, 2012)

La implementación de un sistema de gestión eficaz puede ayudar a gestionar los riesgos sociales, medioambientales y financieros, mejorar la efectividad operativa, reducir costos, aumentar la satisfacción de clientes y partes interesadas, proteger la marca y la reputación, lograr mejoras continuas, potenciar la innovación, eliminar las barreras al comercio, aportar claridad al mercado

II.6.2 Sistemas de control

Un sistema de control es una interconexión de componentes que forman una configuración del sistema que proporcionará una respuesta deseada. La base para el análisis de un sistema es el fundamento proporcionado por la teoría de sistemas lineales, que supone una relación entre causa y efecto para sus componentes. (Dorf & Bishop, 2005)

II.6.3 Sistemas de alerta temprana

Los Sistemas de Alerta Temprana (SAT), son definidos como sistemas de colección de información variada, mediante monitoreo constante, que permite advertir situaciones amenazantes a la seguridad civil, el SAT debe de ser tan efectivo como para prever a tiempo probables situaciones de crisis y permitir respuestas apropiadas. (Centro de estudios ambientales de Honduras, 2007)

Al término “alerta temprana” a menudo se le da el significado de “predicción” cuando en realidad muchos sucesos que representan una amenaza son impredecibles. La alerta temprana simplemente significa que un suceso es inminente y que es el momento de tomar las medidas necesarias para mitigar (por medio de la preparación y la prevención) sus consecuencias.

Para que sea efectivo, un sistema de alerta temprana debe tener la capacidad de estimular una respuesta oportuna antes de que se presente el suceso. Debe traducir los datos relevantes en indicadores de alerta temprana que los responsables de la toma de decisiones puedan interpretar y utilizar fácilmente.

II.6.4 Proyecto

Esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, un servicio o una obra. (Pino Diaz, 2011)

II.7 Gestión de proyectos

Organización y administración de los recursos que intervienen en un proyecto de manera tal que éste se pueda culminar dentro del alcance, del tiempo y del coste definido.

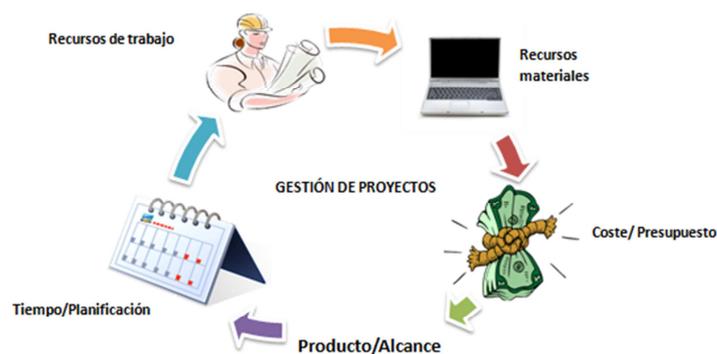


Figura 2. Gestión de proyectos

Fuente: Propia

Entendamos Gestión de Proyectos como la planificación, el seguimiento y el control de las actividades y de los recursos humanos y materiales que intervienen en el desarrollo de cualquier proyecto (realizar un sitio web, organizar un evento, crear una biblioteca, etc.)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Fases:

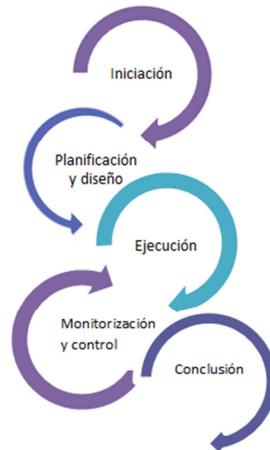


Figura 3. Fases en gestión de proyectos

Fuente: Propia

II.8 Wi-Fi (*Wireless Fidelity*)

Por lo general, Wi-Fi se refiere a cualquier tipo de IEEE 802.11 Wireless Local Area Network (WLAN). Más específicamente, Wi-Fi es el estándar de la industria de los productos definidos por Wi-Fi Alliance y de acuerdo a la norma IEEE 802.11. Diseñado originalmente para el reemplazo de cables en entornos corporativos, las redes inalámbricas se han convertido muy populares en la prestación de la conectividad IP en diferentes entornos.

Existen diversos tipos de Wi-Fi, basados cada uno de ellos en un estándar IEEE 802.11 aprobado y son los siguientes:

- 802,11: El estándar original, el apoyo a la transmisión de 1 o 2 Mbps en la banda de 2,4 GHz utilizando Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) o Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS).

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

- 802.11b: Extensión de 802.11 que proporciona transmisión de 11 Mbps (con un retroceso de 5,5, 2 y 1 Mbps) en la banda de 2,4 GHz y utiliza solamente DSSS.
- 802.11a: Una extensión de 802.11 que proporciona hasta 54 Mbps en la banda de 5GHz y usa una multiplexación por división ortogonal de frecuencias (OFDM) como esquema de codificación en lugar de FHSS o DSSS.
- 802.11g: Una extensión de 802.11b que proporciona hasta 54 Mbps en la banda de 2,4 GHz y también manipula OFDM.
- 802.11n: Modificaciones de las capas físicas y MAC para proporcionar más de 100 MB/s en la banda de 5 GHz y 802.11n utiliza tecnologías OFDM y MIMO. (Varma)

II.9 Microondas

Se pueden definir como aquellas ondas electromagnéticas (OEM) que se desplazan en línea recta, éstas se caracterizan por poseer un elevado nivel de energía; las mismas trabajan frecuencias comprendidas entre 300 MHz y 300 GHz; por consiguiente con una longitud de onda muy corta. (Flores Mercado, Hernández Pérez, & Martínez Montoya, 2007)

Banda	Frecuencia
UHF (frecuencia ultra alta)	0.3 – 3 GHz
SHF (frecuencia súper alta)	3 – 30 GHz
EHF (frecuencia extremadamente alta)	30 – 300 GHz

Tabla 2. Distribución de frecuencias según su banda. Fuente: propia

Los equipos de microondas están diseñados para funcionar en lugares que geográficamente ofrecen una línea de vista limpia, sin obstáculos que hagan que la

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

señal que se transmite sea desviada, bajando de esta forma su eficiencia, o bien sea interrumpida por completo.

El objetivo primordial de los sistemas de comunicación de microondas es transmitir la información de una posición a otra sin interrupciones en el receptor.

En la siguiente figura se muestra en su más simple configuración como se consigue lo anteriormente mencionado:

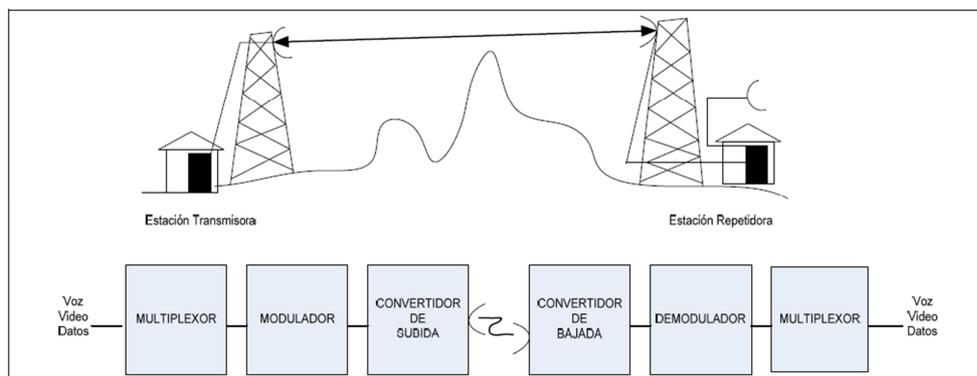


Ilustración 1. Enlace terrestre de microondas

Fuente: (Flores Mercado, Hernández Pérez, & Martínez Montoya, 2007)

La voz, video y los canales de datos son combinados mediante una técnica de multiplexaje al producir solamente una señal modulada a la salida y transmitirla a través de la atmósfera, para que en el receptor ocurra el proceso contrario.

II.9.1 Ventajas de Microondas

Las principales ventajas ofrecidas por microondas son: menos repetidoras son necesarias para amplificar señales, distancias entre centrales son mas pequeñas, las instalaciones subterráneas no son necesarias, los canales múltiples pueden ser transmitidos sobre un solo enlace, tiempos de demora mínimos, interferencias mínimas y menos repetidores representan el

incremento en la confiabilidad y por lo tanto menor costo en mantenimiento. (Flores Mercado, Hernández Pérez, & Martínez Montoya, 2007)

II.10 WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave*)

Es una tecnología diseñada como una alternativa wireless al acceso de banda ancha DSL y cable; una forma de conectar nodos Wi-Fi en una red de área metropolitana (MAN). Sus siglas en Ingles vienen a decir *Worldwide Interoperability for Microwave Access*, o en Español, Interoperabilidad Mundial de Acceso por Microondas. Está también definido por la IEEE como el estándar 802.16. WiMAX puede proveer de acceso de banda ancha wireless de hasta 50 Kilómetros. Si lo comparamos con el estándar wireless 802.11, el cual está limitado en la mayoría de las ocasiones a unos 100 Metros, nos damos cuenta de la gran diferencia que separa estas dos tecnologías inalámbricas. De hecho se suele llamar rústicamente a WiMAX como Wi-Fi con esteroides. Dentro de WiMAX debemos hacer una pequeña diferenciación. El estándar 802.16d para terminales fijos, y el 802.16e para estaciones en movimiento. Esto marca una distinción en la manera de usar este estándar, aunque lo ideal es utilizar una combinación de ambos. (LARA. & AZAEL., 2011)

II.10.1 Tipos de redes inalámbricas WiMAX

Dependiendo de su finalidad, las redes WiMAX se pueden diferenciar en dos tipos diferentes. Diferenciando el tipo de equipos que se conectaran a ellas, siendo estas WiMAX fijo y WiMAX móvil.

II.10.1.0 WiMAX fijo

WiMAX, en el estándar IEEE 802.16-2004, fue diseñado para el acceso fijo. En esta forma de red al que se refirió como "fijo inalámbrico" se denomina de esta manera porque se utiliza una antena, colocada en un lugar estratégico del suscriptor. Esta antena se ubica generalmente en el techo de una habitación, parecido a un plato de la televisión del satélite.

Se podría indicar que WiMAX Fijo, indicado en el estándar IEEE 802.16-2004, es una solución inalámbrica para acceso a Internet de banda ancha (también conocido como Internet Rural). WiMAX de acceso fijo funciona desde 2.5 GHz autorizado, 3.5 GHz y 5.8 GHz exento de licencia. Esta tecnología provee una alternativa inalámbrica al módem cable y al ADSL. (Ibersystems Solutions, S.L, 2008)

II.10.1.1 WiMAX Móvil

WiMAX, en una posterior revisión de su estándar IEEE 802.16-2004, la IEEE 802.16e, se enfoca hacia el mercado móvil añadiendo portabilidad y capacidad para clientes móviles con capacidades de conexión WiMAX (IEEE 802.16e).

Los dispositivos equipados con WiMAX que cumpla el estándar IEEE 802.16e usan Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA), similar a OFDM que las divide en subportadoras múltiples. OFDMA, sin embargo, va un paso más allá agrupando subportadoras múltiples en subcanales. Una sola estación cliente del suscriptor podría usar todos los subcanales dentro del periodo de la transmisión. (Ibersystems Solutions, S.L, 2008)

II.10.2 Utilidades de las redes WiMAX

Las redes WiMAX pueden tener muchas utilidades prácticas para todo tipo de entidades, empresas o negocios. (Ibersystems Solutions, S.L, 2008)

- Acceder a una red empresarial desde cualquier punto.
- Acceder a Internet sin necesidad de cables.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

- Conectarse sin cables con un pc, un portátil, una PDA, un teléfono móvil con conexión WiMAX.
- Servicio de HotSpot para acceso restringido por tiempo o volumen.
- Acceder a servicios de VoIP sin cables.

Las arquitecturas y normas de redes WiMAX fijas y móviles brindan a sus clientes un servicio inalámbrico de banda ancha económico y sumamente escalable. Las redes WiMAX fijas ofrecen acceso en forma rápida y económica tanto a abonados residenciales como empresariales.

Las redes WiMAX móviles amplían el servicio a los dispositivos móviles para los usuarios remotos.(Cisco, sf)

Con WiMAX, los clientes disfrutan de capacidades avanzadas de multimedia, navegación por la web en modo nativo, video, conectividad P2P, muchas otras funciones.

II.10.3 Ventajas

- a. Provee servicios de banda ancha en regiones donde el cable tiene un costo elevado (por ejemplo, zonas rurales).
- b. El equipo tiene que contar con una certificación del WiMAX Forum, sólo con ésta certificación su equipo podrá contar con interoperabilidad con otros productos.
- c. Puede alcanzar velocidades de hasta 75 Mbps (para esto tiene que tener el espectro totalmente limpio), también alcanza distancias de hasta 80 kilómetros. Es decir, es mucho más rápida que la de cableado.
- d. Su calidad es aparente ya que tan solo una estación puede ser utilizada por cientos de usuarios. Se puede dividir un canal de comunicación en pequeñas subportadoras. Sus anchos de banda son configurables y no cerrados

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

(sometidos al espectro). Finalmente, cuenta con seguridad máxima. (Wilac, 2011)

II.10.4 Desventajas

Entre las posibles desventajas encontramos que el mal clima puede interrumpir la señal, otro equipo inalámbrico puede causar interferencia, esta tecnología consume mucha electricidad y finalmente, su instalación y costo operacional es elevado. (Wilac, 2011)

II.10.5 Seguridad

El estándar WiMAX está diseñado teniendo en cuenta las cuestiones relacionadas con la seguridad, y ofrece una protección más sólida mediante la encriptación basada en certificados. Los sistemas WiMAX necesitan aplicar medidas para asegurar la privacidad de sus usuarios finales y prevenir del acceso a información confidencial o sensible a personas que no están autorizadas.

Desde que los sistemas WiMAX utilizan la radio interfaz como medio de transmisión, la pregunta que conviene hacerse es cómo prevenir que los intrusos no intercepten información sensible y confidencial transmitida por ondas hertzianas ya sea en banda libre o banda licenciada. Tanto los clientes como los operadores deberían sentirse protegidos y confiar en que su sistema es privado y seguro, y que las medidas apropiadas están disponibles para minimizar los riesgos de seguridad, incluyendo:

- Escuchas/espionaje: interceptar información de forma intencional cuando se está transmitiendo.
- Privacidad: Asegurarse de que la información transmitida es solamente leída por los destinatarios a los que va dirigida.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

- MAC Spoofing: evitar que un atacante copie las direcciones MAC de CPE legítimas con el fin de conseguir el acceso a la red.
- Robo del Servicio: prevenir que los agresores puedan acceder a Internet u otros servicios utilizando CPE robadas y advirtiendo a los usuarios legítimos de obtener los servicios de forma gratuita.

El estándar WiMAX requiere de las mejores características de seguridad en su clase, lograda gracias a la adopción de las mejores tecnologías disponibles actualmente. Las características de seguridad son independientes al tipo de operador (*ILEC Incumbent Local Exchange Carrier* o *CLEC Competitive Local Exchange Carrier*) y a la topología de la red de acceso. En este sentido, el estándar aborda las cuatro áreas principales a tener en cuenta: cómo prevenir el uso clandestino de la conexión wireless; denegación de servicios para unidades robadas o utilizadas de forma fraudulenta; suministrar servicios sólo a los usuarios finales específicos; y cumplir con la Gestión de Acceso Seguro.

Respecto a cómo prevenir la utilización clandestina de la conexión wireless, la clave está en la encriptación. "La encriptación es la clave para prevenir la utilización clandestina de la conexión 'wireless'" (EDICK, 2008)

Capítulo III. Metodología

El presente Trabajo Especial de Grado está basado en la investigación de las diferentes opciones tecnológicas que se consideraron factible para la futura implementación del mismo. Para culminar con éxito dicho trabajo es necesario un proceso de investigación que conlleva la búsqueda de trabajos realizados en el área, el análisis del sistema actual del municipio Baruta, búsqueda de las nuevas tecnologías, recopilación de estadísticas acerca de las precipitaciones en zonas dentro del municipio, donde será diseñado dicho sistema, selección y estudio de los equipos que conformarán el proyecto, hasta una documentación de las decisiones tomadas que comprueben la factibilidad del proyecto. Se presentan a continuación las siguientes fases metodológicas:

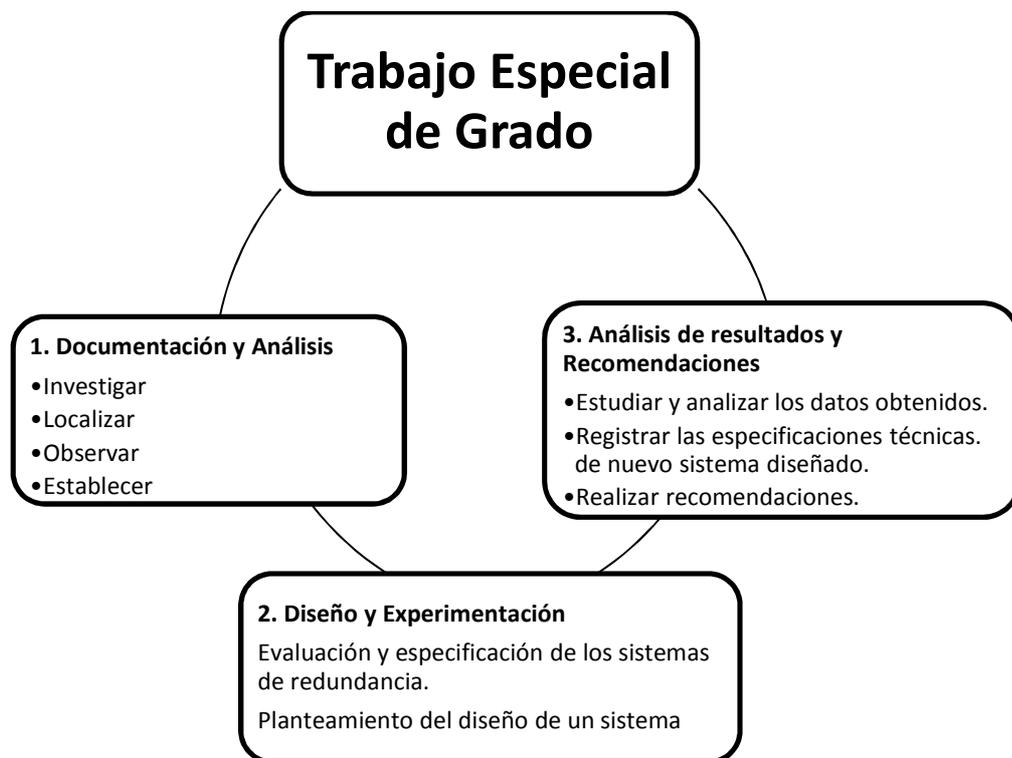


Figura 4. Fases de la metodología.

Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

III.1- Documentación y Análisis

- Investigación y estudio del área de los pluviómetros, su estructura, tipos, usos, funciones, etc.
- Localización e investigación acerca de las zonas que en los últimos años se han visto vulnerables a las precipitaciones en el municipio Baruta.
- Observación del sistema de control y monitoreo que utilizan los pluviómetros actualmente para así poder delimitar las posibles fortalezas y debilidades que pueda tener dicho sistema.
- Establecimiento y definición de las nuevas tecnologías que permitan diseñar un sistema automatizado de control y gestión para los pluviómetros ubicados dentro del municipio a estudiar.

III.2- Diseño y Experimentación

- Análisis de fenómenos ambientales presentes en nuestro trabajo de investigación.
- Ubicación de los pluviómetros que se encuentren dentro de las áreas de captación que se tomarán en cuenta para el diseño.
- Planteamiento del diseño de un sistema, el cual brinde control y gestión centralizada de los pluviómetros situados en el municipio Baruta de una manera eficiente, segura y confiable.
- Evaluación y especificación de los sistemas de redundancias ideales con la finalidad de asegurar que el sistema diseñado tenga un funcionamiento ininterrumpido.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

III.3- Análisis de Resultados

- Realizar el estudio y análisis de los datos obtenidos con la finalidad de comprender las posibles dificultades y limitantes que se presentaron, para así poder proponer posibles soluciones.

- Asentar y fundamentar las especificaciones técnicas que debe cumplir el nuevo sistema diseñado el cual permite una gestión centralizada, logrando optimizar el control y monitoreo de los pluviómetros del municipio Baruta.

Capítulo IV. Desarrollo y Resultados

En el siguiente capítulo se podrá encontrar de forma detallada el proceso mediante el cual fue desarrollado este Trabajo Especial de Grado. Dicho proceso se encuentra dividido en tres fases, las cuales fueron expuestas en el capítulo anterior, sin embargo en el presente capítulo se encontrarán detalles del desarrollo del proyecto y resultados obtenidos en cada una de éstas fases.

IV.1- Documentación y Análisis

IV.1.1- Investigación y estudio del área de los pluviómetros, su estructura, tipos, usos, funciones, etc.

A través de una investigación puntualizada se pudo alcanzar éste propósito; la misma puede ser observada en el Capítulo II, sección 2, del presente Trabajo Especial de Grado, en el cual se encuentra la teoría necesaria para hacer el diseño de un sistema de gestión centralizada que optimice el control y monitoreo de los pluviómetros del municipio Baruta, con el fin de garantizar un sistema con alto rendimiento, poco vulnerable, preciso, con el menor costo posible, utilizando las tecnologías y protocolos más actuales.

IV.1.2- Localización e investigación acerca de las zonas que en los últimos años se han visto vulnerables a las precipitaciones en el municipio Baruta.

Principalmente para cumplir con ésta etapa se adquirió el mapa geográfico y político del municipio Baruta (*véase Ilustración 2*), el mismo fue suministrado por la Dirección de Planificación Urbana y Catastro: Unidad de Información y Archivo de la Alcaldía del municipio Baruta; con el fin de ubicar y estudiar las zonas más vulnerables a deslizamientos de tierra provocados por las lluvias, para posteriormente hacer un análisis y estudio sobre las posibles ubicaciones de los pluviómetros (*véase Apéndice A*), parte de esta etapa se pudo lograr a través de la

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

cooperación por parte de Protección Civil Baruta y autoridades competentes del municipio.

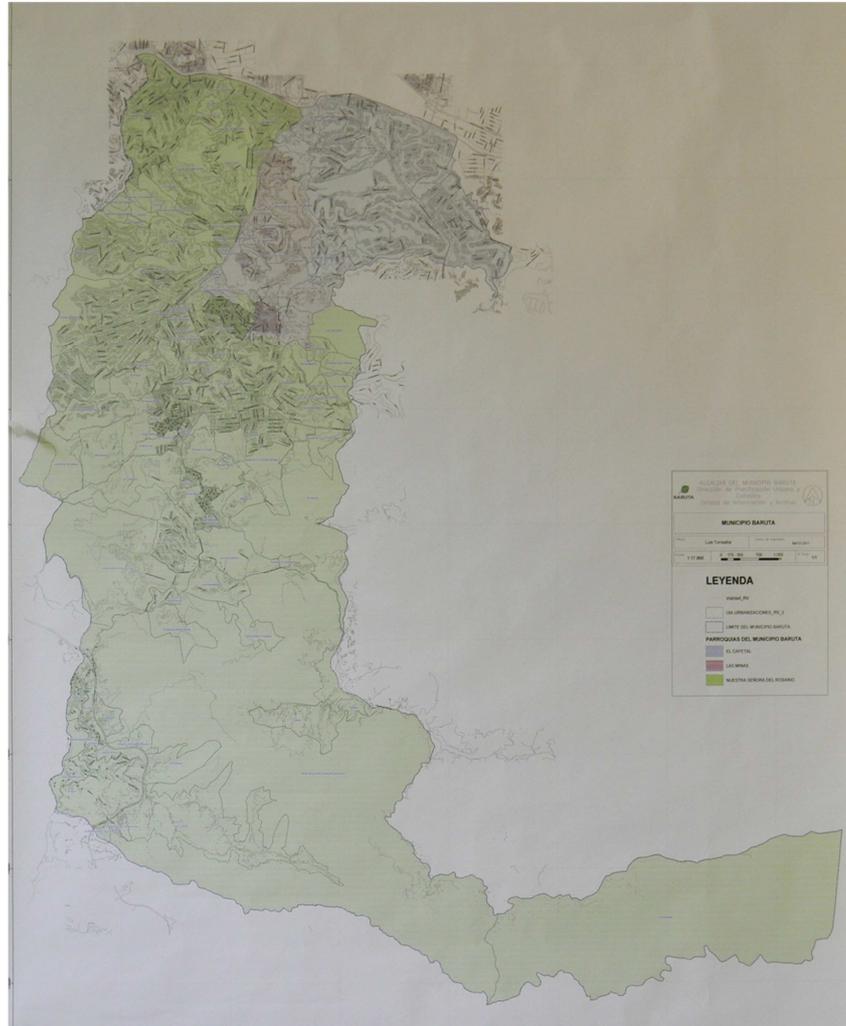


Ilustración 2. Mapa Geográfico y político territorial del Municipio Baruta.

Fuente: (Alcaldía del Municipio Baruta, 2012)

Para localizar los sectores del municipio que han sido vulnerables a deslizamientos de tierra provocados por las lluvias, se realizó una entrevista con Miriam Veracochea directora del departamento de Protección Civil del municipio Baruta, la cual con su experiencia nos dio a conocer las zonas con mayor recurrencia

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

a deslizamiento de tierra e inundaciones originadas por las lluvias en los últimos años (2010-2012), siendo éstas: El Cafetal, Las Mercedes, Colinas de Bello Monte, Cumbres de Curumo, Los Campitos, Las Minas y Santa cruz del Este, además de exponer las principales causas de los deslizamientos ocurridos dentro del municipio.

IV.1.3- Observación del sistema de control y monitoreo que utilizan los pluviómetros actualmente para así poder delimitar las posibles fortalezas y debilidades que pueda tener dicho sistema.

A través de conversaciones con personal de Protección Civil Baruta se pudo adquirir información del sistema actual de monitoreo de los pluviómetros; principalmente se obtuvo un inventario con las unidades de pluviómetros con los que cuenta el municipio para monitorear los niveles de precipitación, tal como se muestra a continuación:

Actualmente el municipio Baruta sólo cuenta con tres (3) pluviómetros, los cuales se encuentran ubicados en: la sede de Protección Civil Baruta (El Cafetal), IDEA (Instituto de Estudios Avanzados, Los Guayabitos) y Los Campitos. (*Véase Apéndice B*)

Es importante enfatizar que a pesar de contar con estos pluviómetros, sólo uno de ellos se encuentra en funcionamiento (Los Campitos), la información que se extrae del mismo se obtiene de forma manual e informal y esta llega a manos Protección Civil a través del uso de la mensajería de texto; lo que deja claro que el municipio no posee un sistema preventivo que sea capaz llevar un registro ordenado de las lecturas obtenidas de cada pluviómetro, para así controlar y monitorear las zonas más afectadas por las lluvias.

IV.1.4- Establecimiento y definición de las nuevas tecnologías que permitan diseñar un sistema automatizado de control y gestión para los pluviómetros ubicados dentro del municipio a estudiar.

En ésta etapa del proyecto se llevó a cabo la investigación acerca de las tecnologías a implementarse en el desarrollo del diseño planteado, esto involucra tanto al tipo de pluviómetro, marca, funciones, como a la tecnología necesaria para lograr la interconexión de los mismos.

Principalmente se hizo un análisis con diferentes marcas de pluviómetros del mercado para así determinar la más adecuada de acuerdo a las necesidades del proyecto. (Véase Apéndices C, D, E, F, G, H, I, J)

Una vez estudiadas las diferentes marcas se inició el proceso de elección, para así optar por la opción más propia de acuerdo a las necesidades del proyecto, tomando en cuenta una serie de aspectos, como se presenta a continuación:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Marca	Davis	Davis	Davis	Davis	Davis	Delta OHM	Eko MEMSIC	Delta OHM	Spectrum watchdog	Oregon Scientific	Delta OHM	Global Water	Global Water	Ventus	Ventus
Modelo	Vantage PRO2	Weather Wizard III	Weather Monitor II	Perception II	HD2013.2	ES-2000 y Eko NODO EN-2100	HD2013	900 ET	WNR200	DHD2013-R	WE800	WE900	EMW928	EMW155	
Características	Cuenta con 65 alarmas, y software Weatherlink.	Software Weatherlink.	Software Weatherlink.	Software Weatherlink.	Es un revelador de lluvia basado en el principio capacitivo.	Sistema de vigilancia inalámbrica que permite la visualización de datos desde cualquier lugar y a cualquier hora.	Es un pluviómetro a cubeta con table y robot, totalmente construido con materiales anticorrosivos para garantizar una larga duración.	Pantalla LCD dual gráfico, carcasa de plástico, incluye trípode y software.	Lluvia por hora, precipitaciones acumuladas, nivel de viento, velocidad por hora en millas, índice de ríos ultravioletas.	Cubeta basculante de plástico resistente con calefactor.	Aplicaciones como la Agricultura, estudios ambientales, refugios sanitarios, instalaciones de aguas residuales, conservación del agua.	Aplicaciones como la Agricultura, estudios ambientales, refugios sanitarios, instalaciones de aguas residuales, conservación del agua.	Aplicaciones como la Agricultura, estudios ambientales, refugios sanitarios, instalaciones de aguas residuales, conservación del agua.	Proporciona una medición precisa y fiable de la velocidad y dirección del viento, sensación térmica, lluvia acumulada, presión barométrica, temperatura, índice de calor y punto de rocío, control y alarmas.	
Tipo de Energía	Radiación solar/energía eléctrica.	Energía eléctrica.	Energía eléctrica.	Energía eléctrica.	Baterías.	Energía solar y baterías.	Baterías.	Baterías.	Baterías y corriente alterna.	Baterías y corriente alterna.	Solar.	Corriente alterna.	No hay información.	Baterías.	
Medio de Transmisión	Cableado (300 metros)	Cableado (12 metros)	Cableado (120 metros)	Cableado (120 metros)	Cableado (5 metros)	IEEE 802.15.4	Puerto serial RS232C	Puerto serial RS-232	Puerto serial RS232	Desde 1 hasta 15 minutos programable	Puerto serial RS232C	Puerto serial RS232	Puerto serial RS232	RF	
Transmisión	Cada 2,5 segundos	Cada 10 segundos	Cada 10 segundos	Cada 10 segundos	No hay información	Cada 15 minutos programable	Cada 15 minutos	No hay información	No hay información	No hay información	Cada 3 segundos	No hay información	No hay información	No hay información	No hay información
Frecuencia	No hay información	No hay información	No hay información	No hay información	No hay información	2.4 Ghz	No hay información	No hay información	No hay información	No hay información	No hay información	No hay información	No hay información	433 MHz	433 MHz
Sensores	Humedad, temperatura, viento y precipitación.	Temperatura, humedad, lluvia.	Temperatura, precipitación, dirección del viento.	Temperatura, precipitación, Dirección del viento.	Precipitación.	Colector de lluvia, sensor de temperatura, sensor de radiación solar.	Precipitación, temperatura y calefacción.	Temperatura, humedad, punto de rocío, pluvimetría, radiación solar.	Temperatura, humedad, precipitación, presión barométrica, radiación solar.	Temperatura, humedad, precipitación, presión barométrica, radiación solar.	Temperatura, humedad, precipitación, presión barométrica, radiación solar.	Temperatura, humedad, precipitación, presión barométrica, radiación solar.	Sensor de viento, sensor de lluvia.	El equipo incluye un sensor de temperatura y humedad en el anemómetro.	
Dimensiones	No hay información	No hay información	No hay información	No hay información	107 diámetro x 70mm altura	95 x 89 x 267mm	No hay información	300x215x300 mm	1,304" de marco de acero inoxidable.	1,304" de marco de acero inoxidable.	No hay información	1" diámetro, 6 pies de alto y 3 pies del marco de montaje.	No hay información	No hay información	
Precio	1737.58 Dólares*	486.64 Dólares*	736.59 Dólares*	356.90 Dólares*	2162.75 Dólares*	3359 Dólares	1432.58 Dólares*	3786.52 Dólares*	419.97 Dólares	2162.77 Dólares*	3467 Dólares	2411 Dólares	379.41 Dólares*	124.68 Dólares*	

* Precios Calculados al 03/09/2012 al cambio de 1 Euro = 1.25939 Dólares

Tabla 3. Comparación de algunos marcas y modelos de pluviómetros existentes en el mercado. Fuente: Propia

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Por medio de la tabla comparativa 3 se observa que Eko MEMSIC es la marca que se consideró factible utilizar en el diseño de éste Trabajo Especial de Grado el modelo ES2000 de la marca Eko MEMSIC, para brindar un sistema de monitorización ininterrumpido , ya que el equipo cuenta con los siguientes beneficios: posee un nodo con energía solar, visualización de datos desde cualquier lugar y momento vía web, alarmas y alertas personalizables, facilita la configuración y escalabilidad sin cargos mensuales extras, posee amplia compatibilidad y escalabilidad con sensores integrados, da información en tiempo real del medio ambiente, monitorea la variabilidad entre microclima. Además de esto no existen cargos adicionales por razones de mantenimiento.

Eko es un sistema de detección ambiental para estudios de microclima, vigilancia de cultivos, e investigación ambiental en ciudades. Es un conjunto de sensores para la monitorización inalámbrica que proporciona datos críticos en tiempo real, de forma fiable y en un formato fácil de usar. Tiene aplicaciones para hacer frente a las necesidades de monitoreo de parámetros ambientales, la agricultura de precisión, el seguimiento de cultivos y manejo del riego. La línea Eko ofrece más facilidad que el resto de las marcas estudiadas en su instalación, uso y mantenimiento, además de brindar mayores ventajas tanto funcionales como técnicas, a pesar de que posee un costo elevado con respecto al resto de las marcas analizadas. Entre las principales ventajas se encuentran la utilización de la energía solar como fuente de energía, el dispositivo también es capaz de operar con baterías; adicionalmente utiliza el medio de transmisión inalámbrico, lo cual es importante ya que hay zonas de difícil acceso para utilizar cableado, debido a los desniveles topográficos característicos del municipio.

Antes de ampliar los detalles del equipo, es importante destacar que MEMSIC, Inc; empresa que diseñó la línea de productos Eko, introdujo un acuerdo

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

definitivo con Crossbow Technology, Inc.; donde adquiere ciertas líneas de productos, propiedad intelectual y activos fijos, entre ellas la línea Eko. Actualmente la empresa Crossbow Technology, Inc. (www.xbow.com), es un proveedor líder de servicios de tecnología de sensores móviles y soluciones de vanguardia en vigilancia ambiental con sede en Silicon Valley; en Julio del 2009 dicha empresa obtuvo el galardón de Mejor Nuevo Producto del Año por la línea Eko TM, en los premios International Business Awards 2009.

Seguidamente se explican cada uno de los componentes que forman parte del kit Eko:

IV.1.4.1.0- Eko Weather Station Suite (Estación meteorológica Eko)



Ilustración 3. Estación meteorológica Eko Pro. Fuente: (MEMSIC, Inc, sf)

Es una estación de sensores que se conecta directamente al nodo, la cual proporciona una verdadera malla inalámbrica con capacidad de Eko ESB (posibilidad de conectarle sensores de otros fabricantes).

Esta solución de energía solar ofrece un conjunto integrado de sensores del clima que combina un colector de lluvia, sensor de temperatura y humedad con pantalla de radiación, el sensor de radiación solar, sensor de presión barométrica y un

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

anemómetro. Esta solución garantiza una configuración sencilla con un mejor rendimiento y fiabilidad. Proporciona la capacidad de medir temperatura y humedad para calcular horas de frío, los grados de temperatura del día, punto de rocíos. La lectura de los datos se transmite cada 15 minutos, lo cual permite generar alarmas y advertencias, las mismas son enviadas al servidor, a través de correo electrónico y mensajería de texto (SMS). A pesar de trabajar con energía solar, el equipo posee baterías con las que puede operar enviando datos por un aproximado de 30 a 60 días. La información técnica se muestra en el Anexo A.

Los siguientes sensores son del fabricante MEMSIC, Inc., los mismos no vienen incluidos en la estación meteorológica; son utilizados para complementar y mejorar el funcionamiento del kit Eko, logrando que sea más eficiente su uso dentro del municipio Baruta.

IV.1.4.1.1- ES1100 - Humedad del suelo y temperatura



Ilustración 4. Sensor de humedad y temperatura del suelo.

Fuente: (MEMSIC, Inc, 2010)

Es un sensor de humedad y temperatura del suelo; hasta cuatro sensores ES1100 se pueden conectar a un nodo para medir la humedad del suelo a distintas profundidades del mismo. Para detalles del sensor véase Anexo B.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

IV.1.4.1.2- - ES1110 – Permeabilidad del suelo



Ilustración 5. Sensor que medie el contenido de agua en el suelo.

Fuente: (MEMSIC, Inc, 2010)

Obtiene el contenido volumétrico de agua mediante la medición de la constante dieléctrica. Incorpora una oscilación de alta frecuencia que permite al sensor medir con precisión la humedad de cualquier tipo de suelo, peso de la salinidad mínima y efectos de textura que pueden tener.

IV.1.4.1.3- ES1401 - Radiación Solar



Ilustración 6. Sensor de Radiación Solar.

Fuente: (MEMSIC, Inc, 2010)

Utiliza el sensor Davis de radiación solar y mide la radiación global, tanto directa como indirectamente. Permite a los usuarios controlar la evapotranspiración. Para ver detalles más específicos véase Anexo C.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

A continuación se muestran los equipos incluidos en el kit que son necesarios para la conexión del sistema:

IV.1.4.1.4- Nodo Eko (Eko Node)



Ilustración 7. Nodo Eko para la transmisión inalámbrica vía Wifi.

Fuente: (MEMSIC, Inc, 2010)

Es un sistema de detección inalámbrico totalmente integrado resistente al aire libre, que permite a los usuarios desplegar rápida y fácilmente una solución de monitoreo multipunto ó punto a punto que proporciona datos en tiempo real de su entorno. Utiliza una radiofrecuencia de eficiencia energética y sensores para la extensa duración de la batería. El nodo tiene un alcance en exteriores de hasta 100 metros en sitios urbanos y con grandes obstáculos, como lo es el municipio Baruta; cada nodo puede alojar hasta 4 diferentes tipos de sensores. Requieren aproximadamente 1-2 horas por día de la exposición al sol para mantener sus baterías cargadas. Para ver detalles más específicos véase Anexo D.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

IV.1.4.1.5- Eko Gateway



Ilustración 8. Gateway de Eko.

Fuente: (MEMSIC, Inc, 2010)

Es un dispositivo de puerta de enlace a la red de sensores que utiliza el sistema operativo Linux Debian. Viene precargado con un programa de gestión de MEMSIC Sensor Network y paquetes de software de visualización de datos, EkoView y Xserve. Estos programas se inician automáticamente cuando la puerta de enlace esté activada. Incluye batería de litio que proporciona energía eléctrica por dos horas, al pasar este tiempo se desconecta (se apaga el sistema), lo que ocasiona una cancelación de datos, pero una vez se reconecte la energía eléctrica se estabiliza la transmisión de los mismos. Para detalles específicos véase Anexo E.

IV.1.4.1.6- Eko Base Radio



Ilustración 9. Radio base de Eko. Fuente: (MEMSIC, Inc, 2010)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Es un paquete completamente integrado que proporciona la conexión entre los nodos, los sensores y el Gateway. La radio base integra un procesador MEMSIC IRIS, antena y tabla de interfaz USB que está pre-programado con el protocolo de MEMSIC XMesh (redes de baja potencia para la comunicación con los nodos Eko). La interfaz USB se utiliza para la transferencia de datos entre la estación base y la aplicación EkoView ejecutada dentro de la puerta de enlace de Eko (el administrador podría ir personalmente y conectarse directamente a la radio base). Para detalles específicos véase Anexo F.

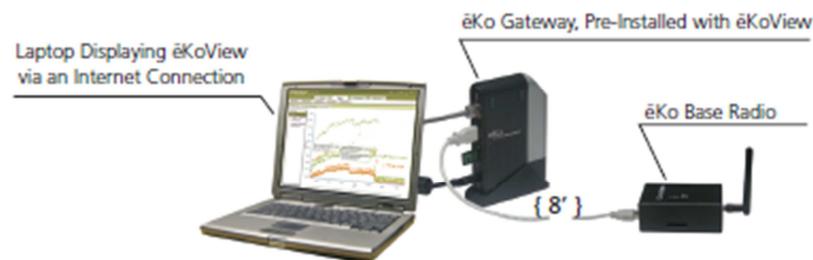


Ilustración 10. Conexión básica del Gateway a la radio base de Eko y a un servidor.

Fuente: (MEMSIC, Inc, 2010)

IV.1.4.1.7- EkoView Web Interface (Interfaz Web EkoView)



Ilustración 11. Imágenes del software EkoView.

Fuente: (MEMSIC, Inc, 2010)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

El equipo ofrece una interfaz web (base de datos), para la visualización de datos de la red de sensores. A través de ella, el administrador puede configurar rápidamente y fácilmente sus preferencias para mostrar sólo los datos que más le interesan en tiempo real. El software viene preinstalado en el Gateway. Además nos proporciona graficas estadísticas de todas las variables manejadas por la estación meteorológica, vistas por hora, diaria, última semana, por meses y por años; lo cual ayudaría a formar una base de estadística de las variables antes mencionadas en todas las zonas del municipio Baruta. Se observa en la Ilustración 11, que el software es capaz de mostrar la ubicación de los pluviómetros, radio base y data center para verlos en pantalla como una simulación similar al software Radio Mobile, el cual da información acerca de la calidad del enlace, si se muestra verde la calidad es del 90% o superior, naranja si esta entre 40% y 90 %, rojo si es menor del 40%, en cuanto a los nodos vecinos brinda información si ellos tienen calidad alta o no. Lo muestra verde si tiene más de dos vecinos con una efectividad del enlace de 90%, naranja si es solo un nodo vecino con 90% de calidad y rojo si no presenta ningún nodo vecino con una calidad mayor al 90%.

La empresa proporciona un manual de usuario bastante completo y detallado en forma de tutorial, el cual debe ser estudiado por las personas que se van a encargar de monitorear y administrar la red.

La conexión de los componentes explicados anteriormente se muestra en la siguiente figura:

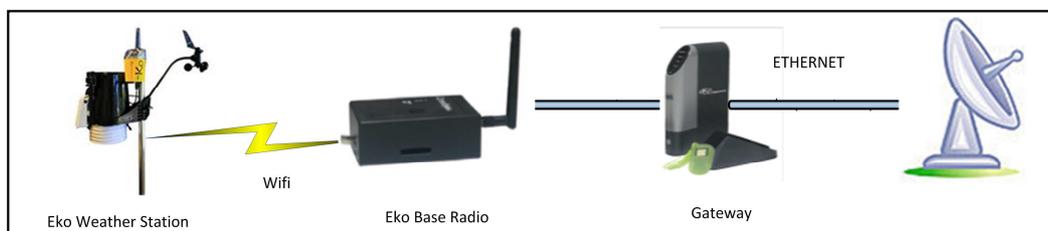


Figura 5. Conexión de los componentes Eko. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

En la figura 5 se puede observar que los pluviómetros están conectados a un nodo Eko mediante cable Ethernet 100baseT, el cual envía todos los datos generados mediante Wi-Fi el cual trabaja en la banda de frecuencia de 2.4 GHz, la misma es más segura y menos vulnerable a interferencias que la banda de 5 GHz en la que también trabaja dicha tecnología. En seguridad tenemos disponibles WEP (Privacidad Equivalente a Cableado), pero no es buena opción ya que no es segura porque existen muchas aplicaciones para *Windows* y *Linux* que escaneando un número suficiente de paquetes de información de una red Wi-Fi, son capaces de obtener las claves WEP utilizadas y permitir el acceso de intrusos a la red, por otro lado tenemos WPA (Acceso Protegido Wi-Fi, definida por la *Wi-Fi Alliance*) y WPA2 (estándar aprobado por la IEEE, la usada por estos dispositivos), la cual tiene menos vulnerabilidades; una de las debilidades más comunes son los ataques contra la clave PSK (*Pre Shared key*), pero WPA2 nos ofrece una alternativa a la generación de 802.1X PMK (Pareja de claves Maestras), usando un servidor de autenticación que no es más que una cadena de 256 bits o una frase de 8 a 63 caracteres, usada para generar una cadena utilizando un algoritmo similar: $PSK=PMK =PBKDF2$ (*Password-Based Key Derivation Function 2*; frase, SSID (*Service Set Identifier*), SSID length, 4096, 256), donde PBKDF2 es un método usado en PKCS#5 (*Password-Based Cryptography Standard*), 4096 es el número de hashes y 256 la longitud del resultado; además de esto se utilizan ciertas reglas de seguridad, tener cambio de claves automático cada cierto tiempo, cambiar la clave por defecto, cambiar el SSID por defecto y desactivar el *broadcasting SSID*, activar el filtrado de direcciones MAC (*Media Access Control*), establecer el número exacto de dispositivos que están conectados a la red, desactivar DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*). Luego estos datos son recibidos en la radio base Eko y entregados mediante cable Ethernet 100baseT al Gateway Eko que envía los datos por la tecnología principal y la redundante (ambas definidas más adelante), para llegar a su destino final, siendo este el software alojado en el Data Center de este proyecto.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Una vez elegida la marca de los equipos (Pluviómetros), fue necesario indagar al tipo de tecnología a utilizarse para lograr la interconexión de los mismos, para ello se tomaron en cuenta las tecnologías como Wi-Fi, microondas y WiMAX. La información conceptual de las mismas se puede encontrar en el Capítulo II, secciones 8, 9 y 10 respectivamente y de forma adicional se hizo un análisis más profundo en éstas tres tecnologías.

IV.1.4.2 Microondas

Inicialmente se tomó microondas como primera opción tecnológica para lograr la interconexión de los dispositivos, por tratarse de un sistema de transmisión basado en la propagación de ondas electromagnéticas a través del aire, en la que un radio enlace es capaz de proveer conectividad entre dos o más lugares con línea de vista, utilizando equipos con frecuencia de portadora superiores a 900 MHz. Adicionalmente se realizó un investigación acerca de ésta tecnología tomando en cuenta sus fortalezas y debilidades, para así elegir la mejor opción.

Microondas	
Ventajas	Desventajas
Gran ancho de banda.	Necesita visibilidad directa.
Antenas relativamente pequeñas.	Condiciones atmosféricas pueden ocasionar desvanecimientos intensos y desviaciones del haz.
Se reducen al mínimo las instalaciones subterráneas.	Introduce tiempos mínimos de retardos.
Las señales de radio se propagan con más facilidad en torno a obstáculos físicos.	Entre los canales de voz existe un mínimo de diafonía.
Confiabilidad y menores tiempos de mantenimiento.	Usa el espectro radioeléctrico, lo que implica la necesidad de permisos para operar.
Instalación más rápida y sencilla.	

Tabla 4. Ventajas y desventajas de Microondas. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

IV.1.4.3 WiMAX fijo vs WiMAX móvil

Para el desarrollo de éste proyecto se estudió adicionalmente la tecnología WiMAX como posible alternativa a manejarse en el diseño del sistema planteado, dada esta situación fue necesario comparar las dos modalidades existentes de éste servicio como lo son WiMAX fijo y WiMAX móvil, para así elegir la opción más conveniente según las necesidades del proyecto, como se muestra a continuación:

	WiMAX fijo (802.16-2004)	WiMAX Móvil (802.16e-2005)
Banda de frecuencia	2GHz-11GHz.	2GHz-6GHz para aplicaciones móviles. 2GHz-11GHz para red fija.
Aplicación	NLOS fijo.	NLOS fijo y móvil.
Arquitectura MAC	Malla punto-multipunto.	Malla punto-multipunto.
Esquema de transmisión	Portadora sencilla, 256 OFDM ó 2.048 OFDM.	Portadora sencilla, 256 OFDM ó 2.048 OFDM u OFDM variable con 128, 512, 1.024 ó 2.048 subportadoras.
Modulación	OPSK, 16 QAM, 64 QAM.	OPSK, 16 QAM, 64 QAM.
Tasa de transmisión de datos absoluta	1 Mbps-75 Mbps.	1 Mbps-75 Mbps.
Multiplexado	TDM/TDMA/OFDMA.	TDM/TDMA/OFDMA.
Duplexado	TDD y FDD.	TDD y FDD.
Ancho de Banda de los Canales	1,5 MHz a 20 MHz.	1,5 MHz a 20 MHz.
Designación de interfaz aérea	WirelessMAN-SCa , WirelessMAN-OFDM WirelessMAN-OFDMA , WirelesHUMAN.	WirelessMAN-Sca, WirelessMAN-OFDM WirelessMAN-OFDMA WirelesHUMAN.
Implementación	256-OFDM como WiMAX fijo.	OFDMA variable como WiMAX Móvil.

Tabla 5. Comparación WiMAX fijo vs WiMAX móvil. Fuente: Propia.

Para fines de análisis del diseño de éste trabajo se optó por la tecnología WiMAX en su versión fija, a pesar que el estándar 802.16e conocido como WiMAX

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

móvil es superior con respecto a la versión fija, con enorme valor añadido en cuanto a movilidad, sin embargo prescindimos de dicha versión dado que en el diseño planteado los dispositivos finales (Pluviómetros), tendrán una ubicación fija dentro del municipio Baruta.

IV.1.4.4- Comparación entre las tecnologías microondas, WiMAX fijo y Wifi.

Una vez estudiadas las tecnologías de microondas y WiMAX como posibles alternativas a utilizarse en el desarrollo del proyecto; se realizó un análisis comparativo entre dichas tecnologías y Wi-Fi, como mecanismos de conexión entre los pluviómetros, a fin de elegir una opción óptima, en base a parámetros como: cobertura, ancho de banda, seguridad, velocidades de transmisión, tal como se presenta a continuación:

Parámetros	Microondas	WiMAX fijo	Wifi
Modulación	AM, FM.	QPSK, 16 QAM, 64 QAM.	DSSS, OFDM, BPSK, QPSK, 16-QAM y 64-QAM.
Ancho de banda	Varía según el fabricante.	1,5 MHz a 20 MHz.	5 MHz por canal.
Bandas de frecuencia	300MHz-300 GHz.	2GHz- 11GHz.	2.4 GHz ó 5 GHz.
Tasa de transmisión de datos	40 Mbps a 200 Mbps.	1 Mbps a 75 Mbps.	11Mbps a 54 Mbps.
Cobertura	40 Km (con línea de vista).	2 km-15 km, puede alcanzar una cobertura máxima de hasta 50 km con línea de vista.	Puede alcanzar un máximo de 350 m.
Seguridad	Depende del protocolo utilizado	Soporta un encriptado fuerte utilizando un Estándar Avanzado de Encriptación (AES), tiene una privacidad robusta y protocolo de manejo de llaves.	Posee métodos de encriptación y procedimientos de autenticación en el estándar 802.11i.
Tecnologías soportadas	Radio Frecuencias.	IP,T1/E1,ATM, Frame Relay, voz.	IP,T1/E1,ATM, Frame Relay, voz.
Multimedia	Capacidad de transmisión de datos multimedia.	Capacidad de transmisión de datos multimedia.	Capacidad de transmisión de datos multimedia
Calidad de servicios	Media.	Alta.	Baja.
Dificultad de Instalación	Intermedia.	Intermedia.	Intermedia.
Costo de implementación	Alto.	Alto.	Bajo.
Diseñado para redes	LAN, MAN y WAN	MAN.	LAN.

Tabla 6. Comparación HSPA, WiMAX fijo y Wifi. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Muchos factores influyen en la elección de la mejor alternativa para una red de comunicaciones. Algunos de ellos son obvios como lo son los económicos; otros son de naturaleza técnica o están relacionados directamente a los servicios que prestan. Luego de evaluar las tres alternativas anteriores, queda claro que las opciones más adecuadas para éste proyecto son microondas y WiMAX, descartando el Wi-Fi como tecnología a manejar, debido a la poca cobertura que ofrece, a pesar que el costo de implementación es bastante bajo. Sin embargo fue necesario elegir la mejor opción entre microondas y WiMAX fijo.

Se puede observar a través de la tabla comparativa que en cuanto a velocidades de transmisión, ancho de banda, calidad de servicios y seguridad entre microondas y WiMAX existen diferencias significativas; sin embargo a pesar que microondas ofrece una mayor velocidad de transmisión de los datos y un mayor ancho de banda, en cuanto a calidad de servicios WiMAX es superior, lo cual es fundamental para este diseño, ya que en microondas las condiciones atmosféricas pueden ocasionar desvanecimientos intensos y desviaciones del haz de la señal, se introducen tiempos mínimos de retardo en la señal, además la misma debe tener un camino recto y definido, cualquier obstrucción es capaz de degradarla o eliminarla; mientras que WiMAX en cuanto a factibilidad técnica es un tipo de red inalámbrica que aprueba una gran lista de características que garantizan flexibilidad en términos de despliegue y servicios potenciales, entre las principales se encuentran: tasa de transmisión de datos alta, ancho de banda escalable y soporte de tasa de datos, retransmisión en capa de enlace, seguridad robusta y protocolo de manejo de llaves, arquitectura basada en IP, soporte para FDD y TDD y capa física basada en OFDM.

Dados los argumentos expuestos anteriormente se consideró WiMAX como tecnología a utilizarse en el diseño del sistema automatizado de control y gestión de pluviómetros, para asegurar que el mismo opere de forma eficiente, ya que la misma ofrece la posibilidad de proporcionar servicio a clientes que no obligatoriamente tengan línea de vista con la estación base, además de ofrecer fácil escalabilidad, lo que permite aumentar la capacidad de usuarios, simplemente añadiendo los

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

transmisores necesarios. Esta tecnología posee el potencial para prestar mejores servicios que el común denominador en las telecomunicaciones existentes.

Luego de escoger la tecnología WiMAX para la red principal del diseño se procedió a escoger la banda de frecuencia; es bien sabido que WiMAX trabaja en la banda de 2 a 11GHz, pero el ente CONATEL (Comisión Nacional de Telecomunicaciones) ofrece las bandas de 3.4 -3.6 GHz y 5.725 – 5.850 GHz, siendo ésta última una banda sin licencia, por lo que hay una gran diversidad de equipos electrónicos utilizándola, lo que podría generar interferencias y retardos. Además conocemos que WiMAX FORUM afirma que WiMAX tiene un funcionamiento óptimo en la banda de 3.5 GHz.

Por todo lo expuesto anteriormente fue escogida la banda de 3.5 GHz para poner en funcionamiento la tecnología WiMAX en este proyecto, a pesar de que es una banda licenciada.

IV.2- Diseño y Experimentación

IV.2.1- Análisis de fenómenos ambientales presentes en nuestro trabajo de investigación.

Se consideró necesario llevar a cabo una investigación, con la cooperación de Meteorólogos, Geólogos e Ingenieros Civiles, para conocer las causas de los deslizamientos de tierra originados por las lluvias, que afectan tanto al municipio Baruta como al resto del país, obteniendo como posibles causas las manifestaciones de los fenómenos meteorológicos El Niño y La Niña; ya que los mismos forman parte de los principales factores que influyen en los regímenes climáticos de numerosas regiones del país. Siendo El Niño un fenómeno de interacción océano-atmosférico que se da en el océano Pacífico y cuyo origen mantiene relación con el nivel de la superficie oceánica y sus anomalías térmicas (temperaturas oceánicas elevadas), tiene grandes repercusiones tanto en el océano como en el continente, ya que conlleva a

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

fuertes sequías. Por el contrario La Niña se caracteriza por temperaturas de superficie del mar anormalmente bajas en el centro y el este del Pacífico tropical; suele ir acompañado del descenso de las temperaturas y provoca fuertes lluvias.

Es relevante aclarar que no existe un patrón definido sobre las influencias de estos fenómenos naturales en Venezuela, ya que los mismos a pesar de ser recurrentes en el tiempo no son eventos periódicos, ni se manifiestan con la misma intensidad, adicionalmente pocas veces ocasionan las mismas consecuencias. Dado esto se planteó la idea de realizar un modelo de riesgo en el que se muestre como estos fenómenos pueden afectar a variables como: temperatura, vientos, riesgo de inundaciones, riesgo de incendios; además de revelar las posibles causas de los deslizamientos de tierra que tanto afectan al municipio Baruta.

Variable	El Niño	La Niña
Temperatura	Se caracteriza por temperaturas oceánicas inusualmente calientes sobre la zona ecuatorial del océano Pacífico, frente a la niña. El Niño es una oscilación del sistema océano-atmósfera en el Pacífico tropical que tiene significativas efectos para el clima en todo el mundo.	La Niña se caracteriza por temperaturas frías y perdurables, si se le compara con El Niño. En las primeras etapas de los incidentes de La Niña, la termoclina (isoterma de 20 °C que separa las capas superficiales del océano de las más profundas) se localiza a poca profundidad respecto a lo normal, principalmente en los sectores del océano Pacífico Central y frente a las costas de América del Sur. Durante la fase madura la termoclina gradualmente se profundiza en la parte occidental del Océano

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

		Pacífico y en el sector Central en las últimas fases de los episodios.
Variaciones climáticas y oceanográficas	<p>El Niño en Venezuela está relacionado principalmente con situaciones de sequía y elevaciones de temperatura anómalas en casi todo el territorio nacional. Debido a que El Niño tiene sus máximos efectos entre diciembre y abril y esa época corresponde con la temporada seca en el país, este evento pareciera afectar primordialmente a la temporada seca, haciéndola más cálida y árida que en condiciones normales, e inclusive afectando el inicio de la temporada lluviosa, pero matizada por otros factores, como la temperatura del Océano Atlántico, la circulación atmosférica en altura y otros.</p> <p>Se ha mencionado que el período principal de precipitación registrado está afectado directamente por la variabilidad climática presente en el Atlántico Tropical. No obstante, por efecto de la circulación general de la atmósfera y de las corrientes marinas, esta variabilidad se ve afectada por el comportamiento termodinámico que tiene lugar en la cuenca del Pacífico, incidiendo sobre los sistemas meteorológicos a</p>	<p>La Niña tiende a tener efectos casi opuestos a los de El Niño, se caracteriza por el enfriamiento de la temperatura de la superficie del océano pacífico ecuatorial, así como permutaciones en la dirección y velocidad de los vientos en la zona intertropical debido a transiciones de la presión atmosférica. Por medio de los registros que se llevan de la temperatura superficial del mar, indican que los períodos fríos se provocaron en los años: 1904, 1908, 1910, 1916, 1924, 1928, 1938, 1950, 1955, 1964, 1970, 1973, 1975, 1988, 1995 y 1998. Es decir, no es un fenómeno reciente, se le conocía como “El Viejo” (<i>Old Man</i>)</p> <p>La aparición de aguas frías, a lo largo del Ecuador y la disminución de la temperatura superficial, por debajo del valor normal, indican que se está en presencia del fenómeno de La Niña.</p>

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

	<p>escala sinóptica que caracterizan el régimen pluviométrico del país.</p> <p>Durante un episodio de El Niño, las aguas superficiales localizadas en la piscina cálida del Pacífico Oeste, se desplazan hacia el Pacífico del Este, transportando mucha nubosidad y lluvias fuertes en la misma dirección. Varios cambios ocurren entonces en el océano y en la atmósfera, en sus respectivos procesos dinámicos y termodinámicos.</p> <p>Con la presencia de La Niña se observa disminución de la presión a nivel del mar en la región de Oceanía y aumento de la misma, en el Pacífico.</p>	
Vientos	<p>Los vientos alisios del este desaparecen o incluso invierten su sentido. La variación de la presión atmosférica aumenta con los suaves cambios de la temperatura de la superficie del agua, producto de la acción de unos vientos suaves.</p>	<p>Los episodios de La Niña, también producen cambios a gran escala en los vientos atmosféricos sobre el Océano Pacífico Tropical, incluyendo un incremento en la intensidad de los vientos Alisios del Este (Este-Oeste) en la atmósfera baja sobre el océano Pacífico Oriental, y de los del oeste en la atmósfera superior. Estas condiciones reflejan cambios significativos en la circulación</p>

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

		<p>ecuatorial de Walker.</p> <p>Debido al aumento en la diferencia de presión entre la costa pacífica de América del Sur y Oceanía, hace que los vientos alisios se intensifiquen y que las aguas, sean más frías a lo largo del Pacífico.</p>
Frecuencia del fenómeno	<p>La presencia del El niño es más frecuente en comparación con La Niña, aunque es difícil calcular El Niño suele producirse de manera irregular, aproximadamente cada dos a siete años.</p>	<p>No necesariamente sucede un episodio de La Niña cuando finaliza el de El Niño, en los quince años recientes apenas en tres ocasiones La Niña ocurrió después de El Niño</p>
Riesgo de incendio	<p>Debido a la sequía prolongada, las variaciones en la temperatura media del aire en la mayoría del territorio Nacional y un déficit en las precipitaciones de la región, hay una disminución en el caudal de los ríos y un déficit en el contenido de humedad del suelo y alto nivel de sequedad, provoca la ocurrencia de incendios sobre la cobertura vegetal en algunas zonas de Caracas.</p>	<p>Bajo incidencias severas de La Niña se ha registrado una disminución importante de casos de incendios forestales.</p>
Riesgo de inundación y deslizamientos de tierra	<p>Riesgo ante inundaciones es muy bajo, ya que en Venezuela el fenómeno de El Niño se caracteriza por un déficit en las precipitaciones, debido a la aparición de sequía y con un patrón de caudales bajos en</p>	<p>Un alto porcentaje de centros poblados, viviendas, infraestructura y equipamientos en diversas áreas del Municipio Baruta reúnen altas condiciones de vulnerabilidad frente a peligros</p>

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

	<p>los principales ríos y quebradas del país.</p>	<p>asociados al Fenómeno La Niña tales como deslizamientos e inundaciones. Este fenómeno climático sucede cuando se enfrían las aguas del Pacífico, lo que provoca que se formen más nubes y, por lo tanto, más lluvias. Las condiciones atmosféricas propias de éste fenómeno causan inundaciones importantes en las cuencas de los ríos, las cuales se ven agravadas por la alta vulnerabilidad de muchas zonas pobladas establecidas en áreas de alto riesgo como costados de ríos y laderas propensas a deslizamientos.</p>
--	---	---

Tabla 7. Modelo de riesgo: El Niño, La Niña. Fuente: Propia.

Cuando en el año se presenta el fenómeno de La Niña existen otras variables a considerar las cuales son bastante complicadas de medir; unas ocasionadas por la madre naturaleza como lo son la inclinación del terreno, el tipo de vegetación y los movimientos tectónicos y otras ocasionadas por el hombre como es el caso de las construcciones desmedidas sin el estudio adecuado del terreno.

En cuanto a la inclinación del terreno, ésta ocasiona erosión (velocidad del movimiento de arrastre), la cual no ocurre de manera inmediata; a través del tiempo se van generando erosiones, que a su vez pueden causar la formación de represas, de manera que al presentarse prolongadas precipitaciones, el mayor volumen de agua arrastra a su paso dichas represas, provocando deslizamientos de tierra.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

La vegetación en el municipio Baruta corresponde a la clasificación de bosque seco y bosque húmedo, en las riberas o zonas aledañas a los ríos o quebradas que surcan el municipio; se pueden encontrar bosques de galería, dado a esto los arboles de los bosques absorben el agua caída en sus suelos, ocasionando un gran peso sobre los mismos, lo cual contribuye a que se originen deslizamientos de tierra.

Los movimientos tectónicos que son ocasionados por el movimiento de las diferentes placas tectónicas del planeta, producen movimientos debajo de las montañas, lo cual genera con el tiempo surcos, que originan deslizamientos de tierra.

Además de lo planteado anteriormente causado por la naturaleza, tenemos las construcciones desmedidas, sin la debida autorización de la Oficina de Planificación y Catastro del municipio Baruta, despacho encargado de realizar estudios del terreno donde se van a construir urbanizaciones, vías de comunicación, edificios, hoteles, entre otras edificaciones; ampliaciones en viviendas construidas sobre taludes en zonas montañosas o en áreas cercanas al cauce de alguna quebrada, son factores que también aumentan el número de deslizamientos de tierra e inundaciones en el municipio Baruta.

En la sección correspondiente a los anexos del presente Trabajo Especial de Grado es posible observar reportes de precipitación pertenecientes al municipio estudiado. (Véase Anexo G)

IV.2.2- Ubicación de los pluviómetros que se encuentren dentro de las áreas de captación que se tomarán en cuenta para el diseño.

Esta etapa del proyecto se fundamentó en la búsqueda de sitios estratégicos dentro del municipio Baruta, para ubicar en ellos los pluviómetros, de manera que los mismos sean capaces de monitorizar si es posible una o varias zonas del municipio, haciendo un manejo eficiente de los recursos y garantizando total cobertura en el mismo; se tomó como referencia la recurrencia de eventos de origen natural como lo

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

son los deslizamientos de tierra e inundaciones. Dado esto se presenta en la siguiente tabla con la ubicación de dichos dispositivos:

Zona	Coordenadas de Ubicación	Área de cobertura
Club Táchira, Colinas de Bello Monte.	Latitud: 10° 28' 37'' Longitud: 66° 52' 33''	Colinas de Bello Monte, Bello Monte Sur, Chula Vista.
Hotel Tamanaco, Las Mercedes.	Latitud: 10° 28' 43,9'' Longitud: 66° 51' 15,4''	Las Mercedes, La Peña, Lomas de Las Mercedes, La Estancia de Chuao.
CC. Terras Plaza, Terrazas del Club Hípico.	Latitud: 10° 26' 48,8'' Longitud: 66° 52' 15''	Club Hípico, Barrio Santa Cruz del Este, Barrio Las Minas por su parte Este, El Peñon, Lomas de Club Hípico, La Ciénaga.
Sede IDEA, Hoyo de la Puerta.	Latitud: 10° 24' 21'' Longitud: 66° 53' 29''	Hoyo de la Puerta, El Placer, Monte Alto, Embalse de los Cocodrilos, La Limonera, Barrio Monte Cristo, Barrio El Progreso, Barrio Monte Rey, Barrio San Pedrito, Los Guayabitos, Urb. Monte Elena.
Valle Arriba Athletic Club, Valle Arriba.	Latitud: 10° 28' 11,6'' Longitud: 66° 52' 19''	Valle Arriba, San Román, Santa Fé, Santa Rosa de Lima.
Calle El Poniente, Alto Prado.	Latitud: 10° 26' 10,9'' Longitud: 66° 53' 46,5''	Alto Prado, Prados del Este, Lomas de Prados del Este, Manzanares.
Colegio Las Cumbres, Cumbres de Curumo.	Latitud: 10° 27' 51,9'' Longitud: 66° 53' 18,7''	Cumbres, Los Campitos, La Alameda.
Edif. Bella Belén, Los Samanes.	Latitud: 10° 27' 31,9'' Longitud: 66° 51' 19,2''	Los Samanes, Santa Inés, Barrio Las Minitas, Sector la

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

		Naya.
CC. Lomas de La Trinidad, La Trinidad.	Latitud: 10° 26' 31,5'' Longitud: 66° 51' 56,1''	La Trinidad, Piedra Azul, Barrio Ojo de Agua, Barrio La Palomera, Casco central de Baruta, Colinas de La Trinidad, Sorocaima, Barrio Los Picapiedras.
Colegio americano, Las Minas.	Latitud: 10° 27' 3,7'' Longitud: 66° 51' 35,8''	Las Minas, La Bonita, Guaicay, Naranjal.
Colegio Los Arcos, La Tahona.	Latitud: 10° 26' 09'' Longitud: 66° 51' 04''	La Tahona, Lomas de La Trinidad, La Bonita. Escampadero, Guaicay.
Jardines Topotepuy, El Volcán.	Latitud: 10° 25' 03,3'' Longitud: 66° 51' 06,9''	El Volcán, Sector La Mata, Colinas de Caricar, Jardines Topotepuy.
Sede de Protección Civil, El Cafetal.	Latitud: 10° 27' 25,1'' Longitud: 66° 49' 32,5''	Santa Clara, San Luis, Santa Paula, Santa Ana, Boulevard de El Cafetal, Colinas de Tamanaco.
Business Software Training Chuao.	Latitud: 10° 28' 53,5'' Longitud: 66° 50' 28,7''	Chuao, Santa Sofía, Caurimare y Lomas del Mirador.

Tabla 8. Ubicaciones de los pluviómetros propuestos. Fuente: Propia.

IV.2.3- Planteamiento del diseño de un sistema, el cual brinde control y gestión centralizada de los pluviómetros situados en el municipio Baruta de una manera eficiente, segura y confiable.

Para lograr esta etapa fue necesario en primera instancia hacer uso del software Radio Mobile, ya que el mismo sirvió como ente simulador en la interconexión de cada pluviómetro con la radio base; para fines de diseño se planteó

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

el uso de una sola radio base (R1), dado que se logró encontrar un lugar idóneo dentro del municipio Baruta, que brinde conexión con cada uno de los suscriptores WiMAX, los mismos se encuentran junto a cada pluviómetro.

- R1: El Volcán, Jardines Topotepuy (Latitud: 10° 25'02'', Longitud: 66° 51'19'').

La radio base debe cumplir con una serie de especificaciones, para su correcto funcionamiento, tal como se indica en la tabla.9.

Suscriptor	Altura del terreno(m)	Altura de la antena (m)	Altura total (m)
Radio-base 1	1458.8	30	1488.8

Tabla 9. Especificaciones de altura de la Radio Base. Fuente: Propia.

No sólo la radio base deben poseer una altura específica; cada pluviómetro se debe ubicar a una altura determinada, ya que el municipio Baruta se caracteriza por tener relieve montañoso y desniveles topográficos.

Suscriptor	Altura del terreno(m)	Altura de la antena (m)	Altura total (m)
Valle Arriba	991.2	8	999.2
Colinas de Bello Monte	1056.6	8	1064.6
Chuao	854.4	20	874.4
El Cafetal	900.7	60	960.7
Hoyo de la Puerta	1409.7	8	1417.7

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

Alto Prado	1210.2	16	1226.2
Los Samanes	1057.5	8	1065.5
Terrazas del Club Hípico	955.3	8	963.3
Las Minas	1077.5	8	1085.5
La Trinidad	1042.9	8	1080.9
La Tahona	1106.6	8	1114.6
Cumbres de Curumo	1049.8	8	1057.8
Las Mercedes	885.1	51	936.1

Tabla 10. Especificación de las alturas de los suscriptores WiMAX. Fuente: Propia.

La Radio Base (R1), tiene comunicación directa vía WiMAX con los pluviómetros ubicados en El Cafetal, Hoyo de la puerta, Colinas de Bello Monte, Terrazas del Club Hípico, Valle Arriba, Alto Prado, Los Samanes, Chuao, Las Mercedes, Cumbres de Curumo, La Trinidad, La Tahona y Las Minas tal como se muestra en la siguiente imagen.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

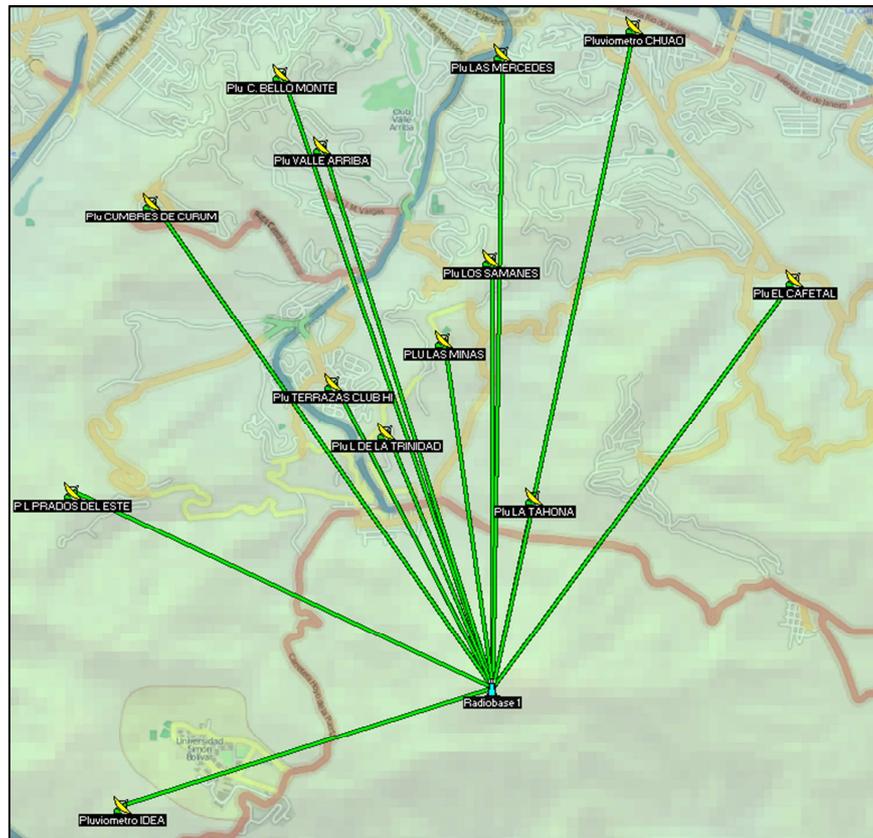


Ilustración 12. Radioenlaces de la Radio Base 1 (R1). Fuente: Propia.

A continuación se presentan imágenes procedentes de Radio Mobile donde observa de forma individual la línea de vista del radioenlace existente entre los suscriptores antes mencionados y la radio base 1.

1. El cafetal



Ilustración 13. Línea de vista El Cafetal-R1. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Distance between Plu EL CAFETAL and Radiobase 1 is 5,5 km (3.4 miles)
 True North Azimuth = 216.2°, Magnetic North Azimuth = 228.0°, Elevation angle = 5.5290°
 Terrain elevation variation is 558.1 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 0.6F1 at 0.5km
 Average frequency is 3500.000 MHz
 Free Space = 118.1 dB, Obstruction = 0.5 dB, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = -0.0 dB
 Total propagation loss is 118.6 dB
 System gain from Plu EL CAFETAL to Radiobase 1 is 177.0 dB
 System gain from Radiobase 1 to Plu EL CAFETAL is 177.0 dB
 Worst reception is 58.4 dB over the required signal to meet
 50.000% of time, 50.000% of locations, 50.000% of situations

Ilustración 14. Especificaciones radio enlace El Cafetal- R1. Fuente: Propia

2. Hoyo de La Puerta



Ilustración 15. Línea de vista Hoyo de La Puerta-R1. Fuente: Propia.

Distance between Pluviometro IDEA and Radiobase 1 is 4.1 km (2.6 miles)
 True North Azimuth = 72.2°, Magnetic North Azimuth = 83.9°, Elevation angle = 0.9414°
 Terrain elevation variation is 280.1 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 8.8F1 at 0.1km
 Average frequency is 3500.000 MHz
 Free Space = 115.6 dB, Obstruction = -1.7 dB, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = 0.5 dB
 Total propagation loss is 114.5 dB
 System gain from Pluviometro IDEA to Radiobase 1 is 177.0 dB
 System gain from Radiobase 1 to Pluviometro IDEA is 177.0 dB
 Worst reception is 62.5 dB over the required signal to meet
 50.000% of time, 50.000% of locations, 50.000% of situations

Ilustración 16. Especificaciones radio enlace Hoyo de la Puerta- R1. Fuente: Propia

3. Colinas de Bello Monte



Ilustración 17. Línea de vista Colina de Bello Monte-R1. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Distance between Plu. C. BELLO MONTE and Radiobase 1 is 7.0 km (4.4 miles)
 True North Azimuth = 161.3°, Magnetic North Azimuth = 173.0°, Elevation angle = 3.4919°
 Terrain elevation variation is 558.6 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 7.6F1 at 0.1km
 Average frequency is 3500.000 MHz
 Free Space = 120.2 dB, Obstruction = 2.2 dB, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = -0.0 dB
 Total propagation loss is 122.4 dB
 System gain from Plu. C. BELLO MONTE to Radiobase 1 is 177.0 dB
 System gain from Radiobase 1 to Plu. C. BELLO MONTE is 177.0 dB
 Worst reception is 54.7 dB over the required signal to meet
 50.000% of time, 50.000% of locations, 50.000% of situations

Ilustración 18. Especificaciones radio enlace Colinas de Bello Monte- R1. Fuente: Propia

4. Terrazas del Club Hípico

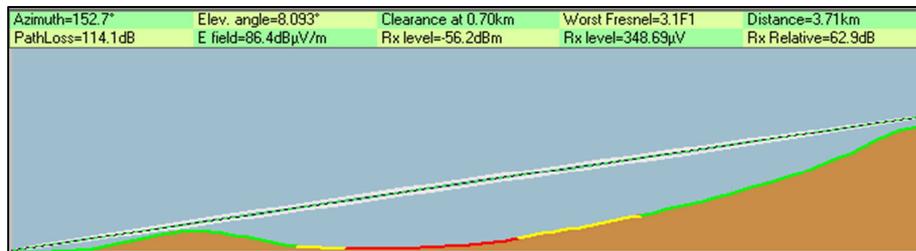


Ilustración 19. Línea de vista Terrazas del Club Hípico-R1. Fuente: Propia.

Distance between Plu TERRAZAS CLUB HI and Radiobase 1 is 3.7 km (2.3 miles)
 True North Azimuth = 152.7°, Magnetic North Azimuth = 164.4°, Elevation angle = 8.0929°
 Terrain elevation variation is 503.5 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 3.1F1 at 0.7km
 Average frequency is 3500.000 MHz
 Free Space = 114.8 dB, Obstruction = -0.7 dB, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = 0.1 dB
 Total propagation loss is 114.1 dB
 System gain from Plu TERRAZAS CLUB HI to Radiobase 1 is 177.0 dB
 System gain from Radiobase 1 to Plu TERRAZAS CLUB HI is 177.0 dB
 Worst reception is 62.9 dB over the required signal to meet
 50.000% of time, 50.000% of locations, 50.000% of situations

Ilustración 20. Especificaciones radio enlace Terrazas del Club Hípico- R1. Fuente: Propia

5. Valle Arriba



Ilustración 21. Línea de vista Valle Arriba-R1. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Distance between Plu VALLE ARRIBA and Radiobase 1 is 6.1 km (3.8 miles)
 True North Azimuth = 162.7°, Magnetic North Azimuth = 174.5°, Elevation angle = 4.5962°
 Terrain elevation variation is 553.1 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 1.4F1 at 0.1km
 Average frequency is 146.000 MHz
 Free Space = 91.5 dB, Obstruction = 6.7 dB, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = 6.6 dB
 Total propagation loss is 104.8 dB
 System gain from Plu VALLE ARRIBA to Radiobase 1 is 177.0 dB
 System gain from Radiobase 1 to Plu VALLE ARRIBA is 177.0 dB
 Worst reception is 72.2 dB over the required signal to meet
 70.000% of situations

Ilustración 22. Especificaciones radio enlace Valle Arriba- R1. Fuente: Propia

6. Alto Prado



Ilustración 23. Línea de vista Alto Prado-R1. Fuente: Propia.

Distance between P.L PRADOS DEL ESTE and Radiobase 1 is 5.0 km (3.1 miles)
 True North Azimuth = 115.4°, Magnetic North Azimuth = 127.1°, Elevation angle = 3.0340°
 Terrain elevation variation is 455.4 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 0.3F1 at 0.1km
 Average frequency is 3500.000 MHz
 Free Space = 117.2 dB, Obstruction = 4.4 dB, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = -0.0 dB
 Total propagation loss is 121.6 dB
 System gain from P.L PRADOS DEL ESTE to Radiobase 1 is 177.0 dB
 System gain from Radiobase 1 to P.L PRADOS DEL ESTE is 177.0 dB
 Worst reception is 55.4 dB over the required signal to meet
 50.000% of time, 50.000% of locations, 50.000% of situations

Ilustración 24. Especificaciones radio enlace Alto Prado- R1. Fuente: Propia

7. Los Samanes



Ilustración 25. Línea de vista Los Samanes-R1. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Distance between Plu LOS SAMANES and Radiobase 1 is 4.6 km (2.9 miles)
 True North Azimuth = 179.9°, Magnetic North Azimuth = 191.7°, Elevation angle = 5.2649°
 Terrain elevation variation is 481.9 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 6.4F1 at 0.1km
 Average frequency is 3500.000 MHz
 Free Space = 116.6 dB, Obstruction = -1.7 dB, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = 0.5 dB
 Total propagation loss is 115.5 dB
 System gain from Plu LOS SAMANES to Radiobase 1 is 177.0 dB
 System gain from Radiobase 1 to Plu LOS SAMANES is 177.0 dB
 Worst reception is 61.5 dB over the required signal to meet
 50.000% of time, 50.000% of locations, 50.000% of situations

Ilustración 26. Especificaciones radio enlace Los Samanes- R1. Fuente: Propia.

8. Chuao

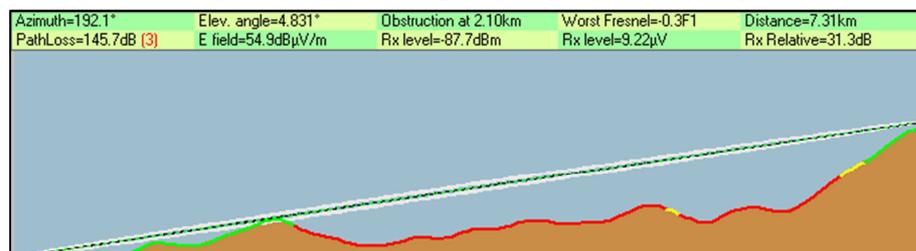


Ilustración 27. Línea de vista Chuao-R1. Fuente: Propia.

Distance between Pluviometro CHUAD and Radiobase 1 is 7.3 km (4.5 miles)
 True North Azimuth = 192.1°, Magnetic North Azimuth = 203.8°, Elevation angle = 4.8307°
 Terrain elevation variation is 604.4 m
 Propagation mode is diffraction, single obstruction, 0.3F1 at 2.1km
 Average frequency is 3500.000 MHz
 Free Space = 120.6 dB, Obstruction = 25.1 dB, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = -0.0 dB
 Total propagation loss is 145.7 dB
 System gain from Pluviometro CHUAD to Radiobase 1 is 177.0 dB
 System gain from Radiobase 1 to Pluviometro CHUAD is 177.0 dB
 Worst reception is 31.3 dB over the required signal to meet
 50.000% of time, 50.000% of locations, 50.000% of situations
 Warning 3

Ilustración 28. Especificaciones radio enlace Chuao- R1. Fuente: Propia

9. Las Mercedes

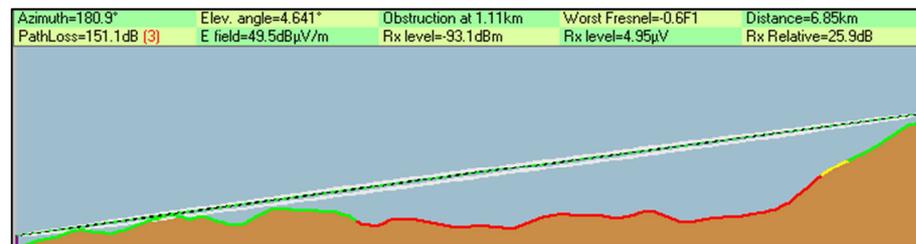


Ilustración 29. Línea de vista Las Mercedes-R1. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Distance between Plu LAS MERCEDES and Radiobase 1 is 6.9 km (4.3 miles)
 True North Azimuth = 180.9°, Magnetic North Azimuth = 192.7°, Elevation angle = 4.6410°
 Terrain elevation variation is 573.7 m
 Propagation mode is diffraction, single obstruction, 0.6F1 at 1.1km
 Average frequency is 3500.000 MHz
 Free Space = 120.0 dB, Obstruction = 31.1 dB, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = -0.0 dB
 Total propagation loss is 151.1 dB
 System gain from Plu LAS MERCEDES to Radiobase 1 is 177.0 dB
 System gain from Radiobase 1 to Plu LAS MERCEDES is 177.0 dB
 Worst reception is 25.9 dB over the required signal to meet
 50.000% of time, 50.000% of locations, 50.000% of situations
 Warning 3

Ilustración 30. Especificaciones radio enlace Las Mercedes- R1. Fuente: Propia

10. Cumbres de Curumo

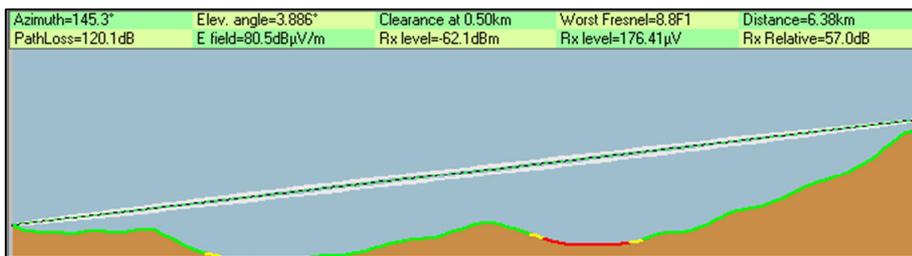


Ilustración 31. Línea de vista Cumbres de Curumo-R1. Fuente: Propia.

Distance between Plu CUMBRES DE CURUM and Radiobase 1 is 6.4 km (4.0 miles)
 True North Azimuth = 145.3°, Magnetic North Azimuth = 157.0°, Elevation angle = 3.8856°
 Terrain elevation variation is 546.7 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 8.8F1 at 0.5km
 Average frequency is 3500.000 MHz
 Free Space = 119.4 dB, Obstruction = 0.7 dB, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = -0.0 dB
 Total propagation loss is 120.1 dB
 System gain from Plu CUMBRES DE CURUM to Radiobase 1 is 177.0 dB
 System gain from Radiobase 1 to Plu CUMBRES DE CURUM is 177.0 dB
 Worst reception is 57.0 dB over the required signal to meet
 50.000% of time, 50.000% of locations, 50.000% of situations

Ilustración 32. Especificaciones radio enlace Cumbres de Curumo- R1. Fuente: Propia

11. La Trinidad



Ilustración 33. Línea de vista La Trinidad-R1. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Distance between Plu L DE LA TRINIDAD and Radiobase 1 is 3.0 km (1.9 miles)
 True North Azimuth = 157.8°, Magnetic North Azimuth = 169.6°, Elevation angle = 8.3888°
 Terrain elevation variation is 488.7 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 11.4F1 at 2.9km
 Average frequency is 3500.000 MHz
 Free Space = 112.9 dB, Obstruction = -1.5 dB, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = 0.5 dB
 Total propagation loss is 111.8 dB
 System gain from Plu L DE LA TRINIDAD to Radiobase 1 is 177.0 dB
 System gain from Radiobase 1 to Plu L DE LA TRINIDAD is 177.0 dB
 Worst reception is 65.2 dB over the required signal to meet
 50.000% of time, 50.000% of locations, 50.000% of situations

Ilustración 34. Especificaciones radio enlace La Trinidad- R1. Fuente: Propia

12. La Tahona



Ilustración 35. Línea de vista La Tahona-R1. Fuente: Propia.

Distance between Plu LA TAHONA and Radiobase 1 is 2.1 km (1.3 miles)
 True North Azimuth = 192.4°, Magnetic North Azimuth = 204.2°, Elevation angle = 10.0589°
 Terrain elevation variation is 424.8 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 8.5F1 at 2.0km
 Average frequency is 3500.000 MHz
 Free Space = 109.9 dB, Obstruction = 0.0 dB, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = -0.0 dB
 Total propagation loss is 110.0 dB
 System gain from Plu LA TAHONA to Radiobase 1 is 177.0 dB
 System gain from Radiobase 1 to Plu LA TAHONA is 177.0 dB
 Worst reception is 67.1 dB over the required signal to meet
 50.000% of time, 50.000% of locations, 50.000% of situations

Ilustración 36. Especificaciones radio enlace La Tahona- R1. Fuente: Propia

13. Las Minas

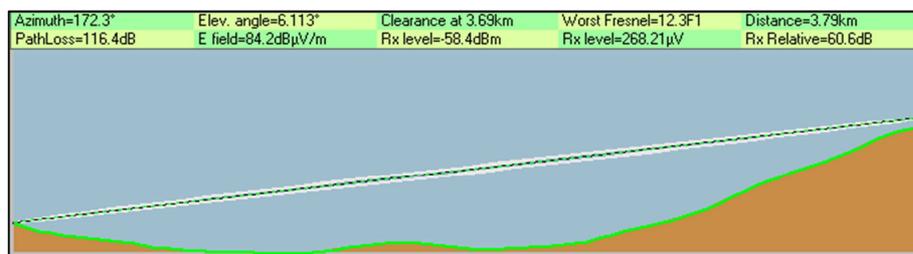


Ilustración 37. Línea de vista Las Minas-R1. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Distance between PLU LAS MINAS and Radiobase 1 is 3.8 km (2.4 miles)
True North Azimuth = 172.3°, Magnetic North Azimuth = 184.0°, Elevation angle = 6.1130°
Terrain elevation variation is 490.8 m
Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 12.3F1 at 3.7km
Average frequency is 3500.000 MHz
Free Space = 114.9 dB, Obstruction = 1.5 dB, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = -0.0 dB
Total propagation loss is 116.4 dB
System gain from PLU LAS MINAS to Radiobase 1 is 177.0 dB
System gain from Radiobase 1 to PLU LAS MINAS is 177.0 dB
Worst reception is 60.6 dB over the required signal to meet
50.000% of time, 50.000% of locations, 50.000% of situations

Ilustración 38. Especificaciones radio enlace Las Minas- R1. Fuente: Propia

Por medio de la siguiente imagen (Ilustración 39) es posible apreciar los radios enlaces existentes en el diseño del sistema planteado, así como el radio de cobertura que brinda WiMAX. Cada uno de los pluviómetros cuenta con valores de señal que varían en el rango de -24.8 db a -42.2 db.

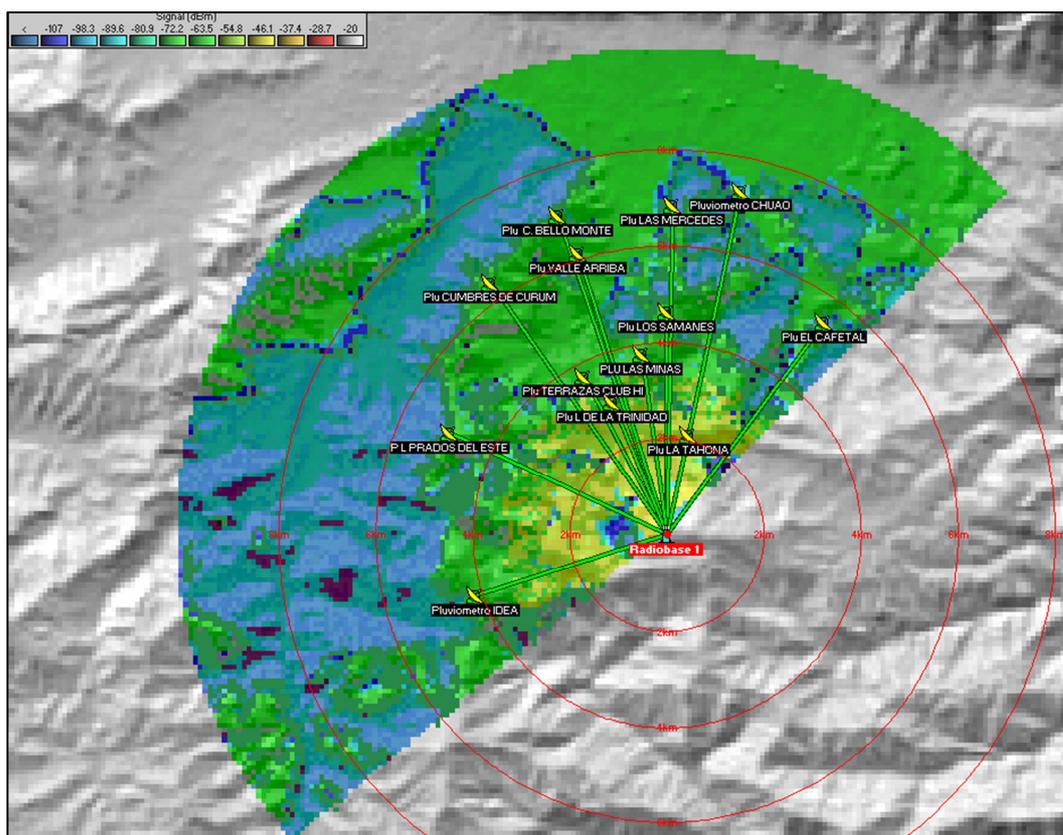


Ilustración 39. Radio de cobertura WiMAX. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

Zona	Rango de azimut
Radio Base 1 (R1)	230 – 45 grados

Tabla 11. Azimut radio base 1 (R1).Fuente: Propia.

IV.2.3.1- Modelo de propagación

Para calcular la capacidad de la radio base utilizada y así confirmar que resulta eficiente dentro del diseño; es necesaria la implementación de un modelo de propagación adecuado a los requerimientos de la red.

En el presente diseño de red WiMAX fue indispensable tomar en consideración todo lo concerniente a la cobertura que se deseaba alcanzar en cada enlace, razón por la cual fue necesario la implementación de un modelo de predicción de pérdidas de propagación de ondas; ya que permiten calcular la pérdida de potencia que afectaría a la señal al propagarse en un ambiente urbano como lo es el municipio Baruta. La mencionada variable nos permite conocer el rango de cobertura entre los pluviómetros y la radio base.

Para la tecnología WiMAX aplicada en ambientes urbanos se consideran convenientes los modelos empíricos cuyas mediciones son realizadas en ambientes sin línea de vista NLOS. De dichos modelos los que más se ajustan a los requerimientos de frecuencia y distancia para lograr una cobertura sin precedentes, se encuentran los siguientes:

- ✓ Modelo de Propagación en Espacio Libre FSPL (*Free Space Path Loss Model*)
- ✓ Modelo de Propagación *Okumura*
- ✓ Modelo de Propagación COST 231 – HATA
- ✓ Modelo COST 231 – *Walfish Ikegami*
- ✓ Modelo de propagación Modelo ECC-33

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

El modelo escogido fue el de COST231 – *Walfish Ikegami*, ya que es uno de los recomendados por la ITU para redes WiMAX, el mismo permite el cálculo de las pérdidas por propagación cuando los enlaces son LOS (*Line Of Sight*); línea de vista directa entre el transmisor y receptor, al igual que cuando el enlace es NLOS (No LOS); no existe línea de vista directa entre transmisor y receptor. Éste modelo es bastante parecido al modelo COST231 – HATA, con la diferencia que fue desarrollado para cubrir las necesidades de la mayoría de empresas de telecomunicaciones en la frecuencia utilizada y a la calidad de servicio; además de un mejor comportamiento frente a ambientes urbano-montañosos, que cuenta con distintas alturas de edificaciones, ancho y orientación de la calle con respecto a la guía de onda. Aunque es importante destacar que este es un modelo teórico, se basa en valores característicos preestablecidos y no se pueden fijar datos de un cálculo a otro más allá de la distancia y frecuencia del enlace.

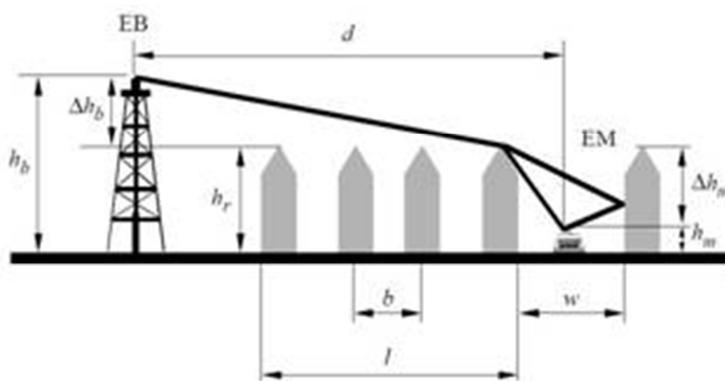


Ilustración 40. Escenario típico de propagación NLOS usado en el modelo COST 231. Vista perfil.

Fuente: (Correia, Marzo 2009)

A continuación se presenta la fórmula necesaria para calcular los valores de pérdida de potencia:

$$p_{L(dB)} = 26 \log_{10}(D) + 20 \log_{10}(f) + 42,6 \quad D \geq 0,02 \text{ km}$$

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Siendo,

p_L = Predicción de pérdidas por trayecto en decibelios

D= Distancia en kilómetros

f= Frecuencia en Mega Hertz

Para este trabajo especial de grado fue utilizada en la radio base una frecuencia de 3420 MHz, ya que la Radio base escogida nos permite una separación entre canales de 20 MHz.

Enlace	Distancia	p_L	PathLoss (dB)
Las Minas	3.79 km	128.3251 dB	116.4 dB
La Tahona	2.12 km	121.7652 dB	110 dB
La Trinidad	2.98 km	125.6101 dB	111.8 dB
Cumbres de Curumo	6.38 km	134.2058 dB	120.1 dB
Las Mercedes	6.85 km	135.0084 dB	151.1 dB
Chuao	7.31 km	135.7423 dB	145.7 dB
Los Samanes	4.63 km	130.5856 dB	115.5 dB
Alto Prado	4.96 km	131.3630 dB	121.6 dB
Valle Arriba	6.13 km	133.7544 dB	104.8 dB
Terrazas del Club Hípico	3.71 km	128.0842 dB	114.1 dB
Colinas de Bello Monte	7.01 km	135.2691 dB	122.4 dB
Hoyo de La Puerta	4.14 km	129.3225 dB	114.5 dB
El Cafetal	5.48 km	132.4888 dB	118.6 dB

Tabla 12. Perdidas por trayecto. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Luego de obtener estos valores se pudo proceder al cálculo de la capacidad real del sistema WiMAX que ofrece la radio base escogida, para la creación de un sistema confiable, seguro y escalable. Usando las siguientes formulas:

Antes de proceder con el cálculo se procedió a escoger el enlace que presentara mayores pérdidas a encontrarse más distante a la radio base que las demás conexiones.

También es destacable mencionar que cada pluviómetro incluyendo al servidor EkoView consume un ancho de banda de aproximadamente 600 kbps, por lo que necesitaríamos por todos un ancho de banda disponible no menor a los 8.20 Mbps (lo recomendable sería contar de al menos 15 Mbps disponible de ancho de banda).

$$P_R (dBm) = P_T + G_T + G_R - P_L - L_{TT} - L_{TR} \quad \text{Fórmula 1}$$

Siendo,

P_R (dBm): Potencia recibida por la antena receptora

P_T (dBm): Potencia del transmisor

G_T (dBi): Ganancia de la antena transmisora

G_R (dBi): Ganancia de la antena receptora

P_L (dB): Pérdidas por propagación

L_{TT} (dB): Pérdidas totales en los terminales del transmisor

L_{TR} (dB): Pérdidas totales en los terminales del receptor

$$N_{RX} (dBm) = -174 + NF + 10 \log_{10} BW_{RX} \quad \text{Fórmula 2}$$

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Siendo,

N_{RX} (dBm): Potencia de ruido en el receptor

NF (dB): Factor de ruido del receptor

BW_{RX} (Hz): Ancho de banda de recepción

$$SNR_{(dB)} = P_R - N_{RX} \quad \text{Fórmula 3}$$

Siendo,

SNR (dB): Relación Señal a Ruido

P_R (dBm): Potencia de la señal recibida

N_{RX} (dBm): Potencia del ruido en el receptor

Luego de la obtención de todos estos datos, se define la capacidad por el Teorema de Shannon como:

$$C = 2BW_{RX} * \log_2(1 + SNR) \quad \text{Fórmula 4}$$

Siendo,

C: Representa la tasa máxima teórica de datos limpios que pueden ser enviados con una determinada potencia media de señal S a través de un canal de comunicación analógico que sufre un ruido blanco gaussiano de potencia N.

BW_{RX} : Ancho de banda de recepción

SNR : La relación señal a ruido.

$$R_{(Mbps)} = \frac{7 BW}{6} * b_n * C_r * N_{utilFFT} * \frac{1}{N_{FFT} + \frac{N_{FFT}}{Tg}} \quad \text{Fórmula 5}$$

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Siendo,

R: las tasas binarias que se conseguirán con una portadora para el estándar 802.16

BW (MHz): Ancho de banda de canalización

$N_{utilFFT}$: Número de subportadoras de datos usadas

N_{FFT} : Cantidad de subportadoras totales para la capa física de tipo OFDM

Tg: Prefijo cíclico utilizado

$N_{utilFFT}$: El número de subportadoras de datos usadas y N_{FFT} la cantidad de subportadora totales para la capa física de tipo OFDM, Tg el tiempo de guarda o prefijo cíclico utilizado.

A continuación se presentan todos los datos necesarios para la aplicación de las fórmulas presentadas y los resultados de las mismas:

Pt (dBm)	Gt (dBi)	Gr (dBi)	Ltt (dB)	Ltr (dB)	PL (dB)	NF (dB)
3	0	16	20	1	135.0084	4
BWrx (MHz)	bn (Hz)	Cr (Mbps)	NutilFFT	NFFT	Tg	m
5	5000	59.0693	196	256	0.03125	14

Tabla 13. Datos para el cálculo de capacidad de la radio base. Fuente: Propia

Los resultados al aplicar los datos presentados en la tabla 13 en las fórmulas presentadas anteriormente son los que se aprecian en la tabla 14.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Pr (dBm)	N_{RX} (dBm)	SNR (dB)	C (Mbps)	R (bps)
-137.0084	-163.0103	26.0019	47.5499	32176.4830

Tabla 14. Resultados del cálculo de capacidad de la radio base. Fuente: Propia

De acuerdo al ancho de banda requerido por todos los pluviómetros y al tener el ancho de banda disponible de la radio base se puede apreciar claramente que hay suficiente ancho de banda para todos los pluviómetros y quedando un margen bastante alto para posible escalabilidad de la red.

IV.2.3.2- Especificaciones del Sistema WiMAX

Las siguientes tablas muestran una comparación en cuanto a suscriptores y radio bases para un sistema WiMAX, se tomaron en cuenta diferentes marcas del mercado.

Marca	Tsunami	FlexWave	Tranzeo	Libra
Modelo	MP.16 3500	MMX 5235	TR – WMX - 3.5-XX	MAX- SS 3X00
Potencia	21 dBm	23 dBm	20 dBm	20 dBm
Ganancia	18 dBi	No especificado	No especificado	20 dBi
Frecuencia	3.4 GHz – 3.6 GHz	3300 MHz - 3800 MHz	3.3 GHz – 3.8 GHz	3.3 GHz – 3.8 GHz
Ancho de banda del canal	3.5 MHz	3.5 MHz, 5 MHz, 7 MHz, 10 MHz	3.5 MHz, 7 MHz	3.5 MHz, 7 MHz
Estándar comunicación de datos del puerto	100 Base TX Ethernet	No especificado	10/100 BASE T	No especificado

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Modulación	OFDM ,256 FFT	QPSK, 16QAM, 64QAM, 1024/512 FFT	OFDM	OFDM, 256 FFT
-------------------	---------------	----------------------------------	------	---------------

Tabla 15. Comparación de marcas de suscriptores WiMAX. Fuente: Propia.

Marca	AirSpan	Cisco	Alvarion	Sem	Samsung	AirSpan
Modelo	Air4G	BWX 8305	BreezeMax	Ice3Max	Macrocell	MicroMAXd
Bandas de Frecuencia (GHz)	700 MHz 800 MHz 1.8 GHz 2.3-2.4 GHz 2.496-2.7 GHz 3.3-3.8 GHz 5.15-6.425 GHz	3.4 – 3.6	2.3 – 3.8	3.4 - 3.6	3.5 GHz	700 MHz, 1.4, 1.5, 1.9, 2.3, 2.5, 2.8, 3.3-3.8 TDD and FDD, 4.9 and 5.9 GHz
Potencia de Tx (dBm)	40	36 – 46	38	36	No especificado	27 dBm
Sensibilidad de Rx (dBm)		No especificado	-100	-103	- 96	No especificado
Ancho del Canal (Mhz)	3.5 MHz, 5 MHz, 7 MHz, 10 MHz, 2 x 7 MHz, 2 x 10 MHz	5	20	3.5, 5, 7, 10	10	10, 5, 3.5, 3, 2.75, 2.5, 1.75, 1.5 MHz
QoS	No especificado	UGS, RTPS, nRTPS, BE	RT	EN 60950-1 EN 60950-22	No especificado	Full IEEE 802.16 QoS service classe
Ganacia	No	16	17	No	No	No

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

(dBt)	especificado			especificado	especificado	especificado
Encriptación	No especificado	PKMv2	WEP 64 - 128 bits	No especificado	No especificado	PKM
Actualización de Software	Si	Si	No especificado	No especificado	Si	Si
VLAN	Si	No especificado	Si	No especificado	No especificado	Si
EMS	No especificado	Si	No especificado	Si	No especificado	
Interfaz Backhaul	No especificado	Si	No especificado	Si	Si	Si
IPv6	Si	Si	No especificado	Si	No especificado	No especificado
MIMO	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla 16. Comparación de marcas y modelos de radio base para WiMAX. Fuente: Propia.

En cuanto a los suscriptores se observa que de acuerdo a los parámetros tomados en cuenta, las mejores opciones son Tsunami y FlexWave. En cuanto a las radio bases ubicadas en la tabla 16 se observa que las dos mejores a utilizarse son la Air4G y la BWX 8305, de acuerdo a los parámetros analizados; sin embargo se decidió escoger el suscriptor Tsunami MP.16 3500 y la radio base Cisco BWX 8305 ya que existe conocimiento de que estos equipos y los mismos han sido seleccionados en proyectos anteriores para el municipio Baruta, pudiendo así tener una consistencia en las marcas de los equipos.

IV.2.3.2- Conexión Tramo El Volcán- Radio Base.

El pluviómetro restante en ser conectado, es el de la zona de El Volcán; sin embargo por su cercanía a la radio base (R1), fue conectado a la misma mediante fibra óptica, con las siguientes especificaciones que se presentan a continuación:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

El enlace está separado en dos tramos de línea recta como se observa en la ilustración 41.



Ilustración 41. Enlace El Volcán-R1. Fuente: Propia

En la siguiente imagen se observa tramo a tramo la elevación del terreno por donde fue colocado el enlace de fibra óptica:

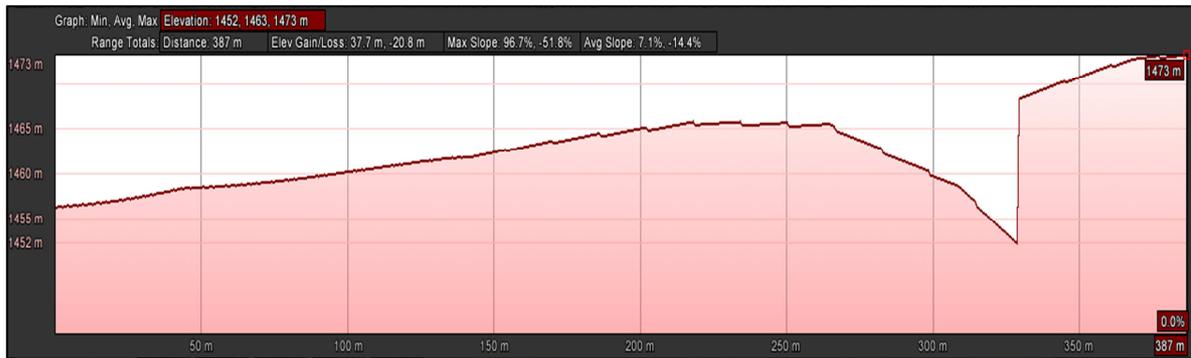


Ilustración 42. Elevación del terreno tramo El Volcán-R1. Fuente: Propia

En la siguiente tabla se dispone detalladamente la distancia de cada tramo de fibra óptica utilizada para el enlace mencionado anteriormente.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Trayecto	Distancia
Pluviómetro hasta el primer tramo	243 metros
Segundo tramo hasta la radio base	144 metros

Tabla 17. Distancias Trayectos El Volcán-R1. Fuente: Propia.

Al tener diseñadas cada una de las conexiones de los pluviómetros con la radio base (R1), fue necesario realizar el diseño de una conexión desde R1 hasta la sede de la Policía Municipal de Baruta ubicada en Los Guayabitos, Urb. Piedra Azul (Latitud: 10° 25´49,9´´ N; Longitud: 66° 52´25,9´´ O); lugar donde se localiza el Data Center, el cual permitirá llevar un registro ordenado de los datos obtenidos en la lectura de cada pluviómetro, además de brindar un respaldo de los mismos. El diseño de dicha conexión se realizó mediante un enlace de fibra óptica, debido a la reducida distancia (3.22 Km) entre ambos puntos y por los beneficios de velocidad, seguridad, confiabilidad que mencionada tecnología nos ofrece.

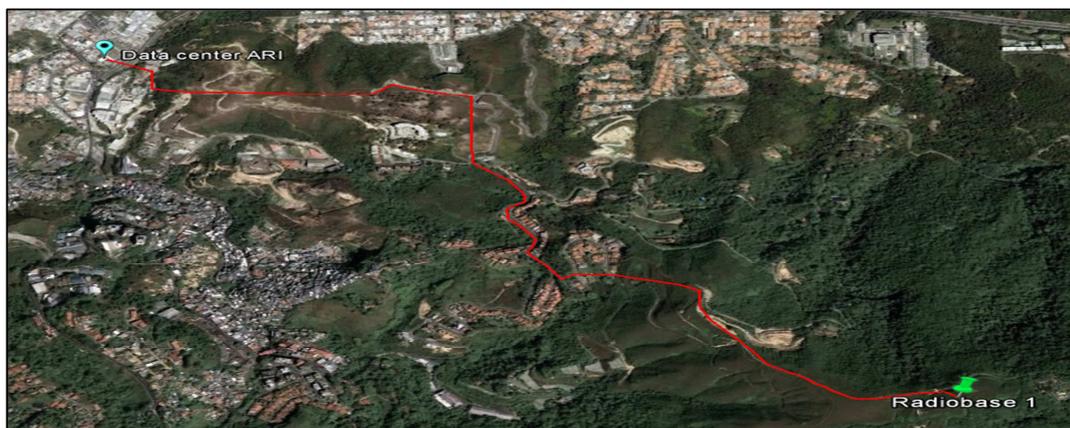


Ilustración 43. Enlace de la Radio base 1 al data center utilizando fibra óptica. Fuente: propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA



Ilustración 44. Elevación del terreno R1- Data Center. Fuente: Propia.

Se utilizará la fibra óptica aérea por postes de alta tensión o de luz, debido a que las horas hombre de instalación se reducen hasta un tercio y se reducen costos. En el mercado existen cuatro tipos de cables como lo son: OPGW (*Optical Ground Wire*), ADSS (*All Dielectric Self Supporting*), MASS (*Metallic Aerial Self Supporting*) y OPPC (*Optical Phase Conductor*). El que mejor se adapta a este proyecto es el ADSS por ser más económico que el resto, utilizando de tipo multimodo, la cual nos permite un alcance de 4 km. Debido a la corta distancia no es preciso el uso de empalmes, solo se necesitan los conectores en sus extremos por lo que no hay pérdidas por desalineamiento angular, desplazamientos laterales de los ejes y separación de las caras de la fibra óptica.

Se propone utilizar el cable All dielectric Cable, anti-shotgun, ADSS short span, modelo IEC 60794-3-20 de la marca DRAKA, que tiene una configuración de hasta 36 números de fibra, alcanza longitudes de hasta 4 km con una tolerancia de 1% hasta 3% y con un vano de 80 m.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA



Ilustración 45. Corte del cable de fibra óptica seleccionado. Fuente: (DRAKA, 2009)

Beneficios que ofrece este tipo de cable son los siguientes:

- ✓ Elemento de refuerzo central: fibra de vidrio reforzada con material plástico.
- ✓ Tubo: material termoplástico, que contiene 6 fibras ópticas de modo único y rellena con un compuesto de estanqueidad adecuado.
- ✓ Cableado: el número requerido de elementos (tubos o rellenos) son de trenzado SZ alrededor del miembro central.
- ✓ Estanqueidad longitudinal: elementos hinchables en agua (núcleo seco).
- ✓ Cubierta interior: una cuerda de apertura por debajo de la envoltura.
- ✓ Armadura: hilos de aramida helicoidalmente colgados.
- ✓ Cable blindado con capa doble de cintas de aramida internamente y en la capa exterior tiene polietileno de alta densidad.
- ✓ Inmune a interferencias de redes eléctricas y no son susceptibles a la caída de rayos ya que no posee elementos metálicos.

IV.2.3.3- Diseño planteado para la red principal WIMAX.

En la presente etapa se muestra el diseño finalizado de la red principal, haciendo uso de la tecnología WiMAX, por lo que es posible observar a través de la siguiente imagen la interconexión de trece pluviómetros mediante dicha tecnología y

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

la conexión del restante pluviómetro haciendo uso de la fibra óptica y de igual manera al Data Center.

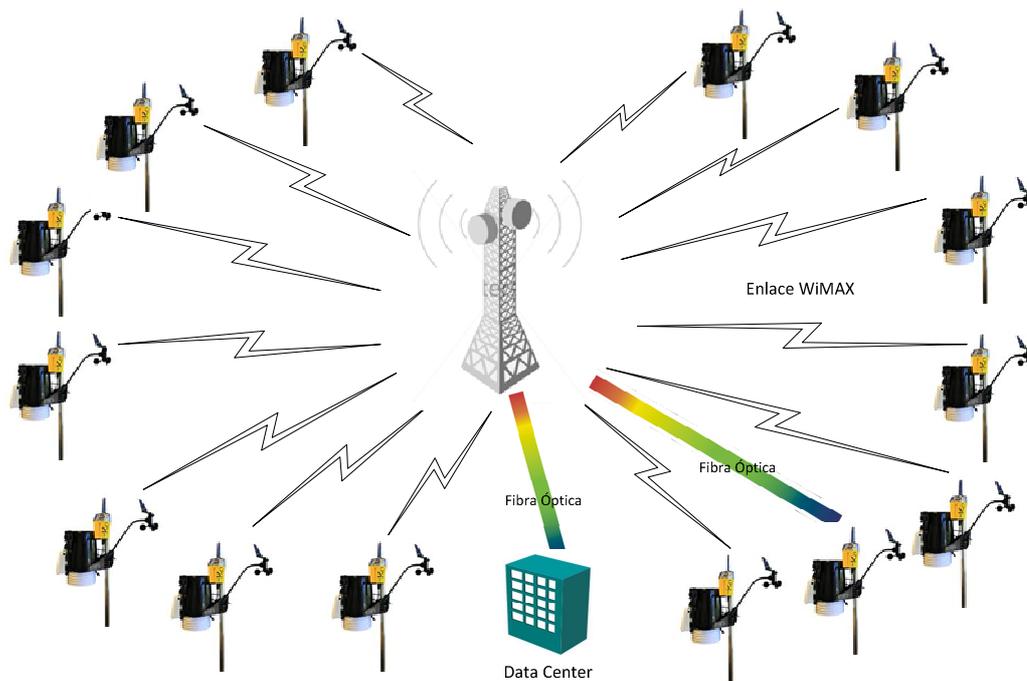


Figura 6. Red principal del sistema planteado. Fuente: Propia.

IV.2.4- Evaluación y especificación de los sistemas de redundancias ideales con la finalidad de asegurar que el sistema diseñado tenga un funcionamiento ininterrumpido.

Con la elaboración del presente trabajo se buscó crear un sistema capaz de estar disponible y operativo las 24 horas al día, 365 días al año, buscando de minimizar los fallos que puedan afectar al funcionamiento normal del sistema, a partir de esto se focalizó ésta etapa en la creación de una comunicación redundante para el sistema planteado, con la finalidad de brindar una comunicación alterna, para casos en que el sistema de interconexión vía WiMAX falle. Dado esto se tomó como

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

tecnología redundante: microondas, ya que de las opciones estudiadas anteriormente es la que ofrece mayores fortalezas después de WiMAX.

Banda de frecuencia	Longitud de onda	Distancia
8 GHz	0.6 m	6 – 10 km
	0.9 m	
	1.2 m	
13 GHz	0.6 m	4 – 6 Km
	0.9 m	
18 GHz	0.6 m	2 – 4 Km
	0.9 m	
23 GHz	0.3 m	0 – 2 Km
	0.6 m	

Tabla 18. Especificaciones según banda de frecuencia en microondas. Fuente: Propia.

En la siguiente tabla se muestran las especificaciones que debe cumplir cada enlace, así como la distancia existente entre cada pluviómetro y la radio Base (R1):

Zona	Distancia	Banda de frecuencia	Longitud de onda	Canal utilizado	Ancho de banda	Referencia
El Volcán	0.37 km	23 GHz	0.3 m	22333.50 MHz – 23565.50 MHz	7 MHz	UIT-R Rec F.637-3
Las Minas	3.79 km	18 GHz	0.9 m	17727.50 MHz – 18737.50 MHz	27.5 MHz	UIT-R Rec F.595-6
La Tahona	2.12 km	23 GHz	0.9 m	22340.50 MHz - 22572.50 MHz	7 MHz	UIT-R Rec F.637-3
La	2.98 km	18 GHz	0.6 m	17755.00 MHz –	27.5	UIT-R Rec

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

Trinidad				18765.00 MHz	MHz	F.595-6
Cumbres de Curumo	6.38 km	8 GHz	0.6 m	8293.00 MHz – 8412.00 MHz	28 MHz	UIT-R Rec F.386-8 Anexo 2
Las Mercedes	6.85 km	8 GHz	0.9 m	8307.00 MHz – 8426.00 MHz	28 MHz	UIT-R Rec F.386-8 Anexo 2
Chuafo	7.31 km	8 GHz	1.2 m	8321.00 MHz – 8440.00 MHz	28 MHz	UIT-R Rec F.386-8 Anexo 2
Los Samanes	4.63 km	13 GHz	0.6 m	12775.50 MHz – 13041.50 MHz	7 MHz	UIT-R Rec F.497-7
Alto Prado	4.96 km	13 GHz	0.6 m	12768.50 MHz – 13034.50 MHz	7 MHz	UIT-R Rec F.497-7
Valle Arriba	6.13 km	8 GHz	0.6 m	8335.00 MHz – 8454.00 MHz	28 MHz	UIT-R Rec F.386-8 Anexo 2
Terrazas del Club Hípico	3.71 km	18 GHz	0.9 m	18662.50 MHz – 19672.50 MHz	27.5 MHz	UIT-R Rec F.595-6
Colinas de bello Monte	7.01 km	8 GHz	1.2 m	8349.00 MHz – 8468.00 MHz	28 MHz	UIT-R Rec F.386-8 Anexo 2
Hoyo de La Puerta	4.14 km	13 GHz	0.6 m	12761.50 MHz – 13027.50 MHz	7 MHz	UIT-R Rec F.497-7
El Cafetal	5.48 km	13 GHz	0.9 m	12754.50 MHz – 13020.50 MHz	7 MHz	UIT-R Rec F.497-7
Data Center	2.51 km	18 GHz	0.6 m	18635.00 MHz – 19645.00 MHz	27.5 MHz	UIT-R Rec F.595-6

Tabla 19. Especificaciones enlace microondas. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

1. El Cafetal

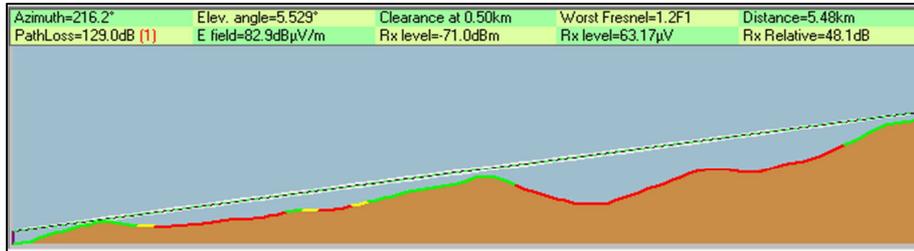


Ilustración 47. Línea de vista El Cafetal-R1. Fuente: Propia.

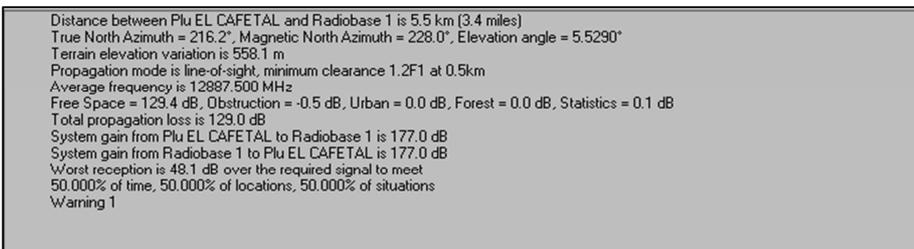


Ilustración 48. Especificaciones radio enlace El Cafetal- R1. Fuente: Propia

2. Hoyo de La Puerta



Ilustración 49. Línea de vista Hoyo de La Puerta-R1. Fuente: Propia.

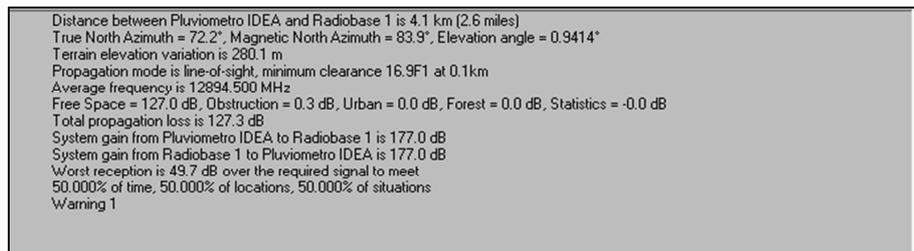


Ilustración 50. Especificaciones radio enlace Hoyo de La Puerta- R1. Fuente: Propia

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

3. Colinas de Bello Monte



Ilustración 51. Línea de vista Colina de Bello Monte-R1. Fuente: Propia.

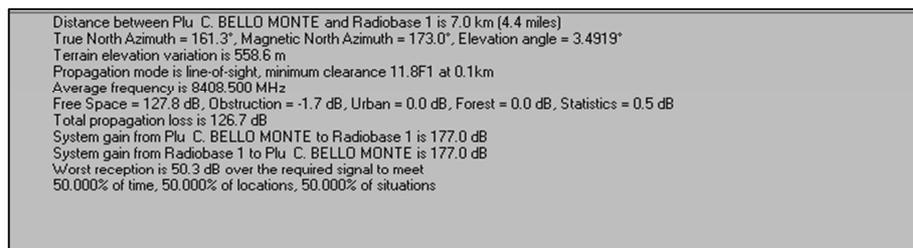


Ilustración 52. Especificaciones radio enlace Colinas de Bello Monte- R1. Fuente: Propia

4. Terrazas del Club Hípico

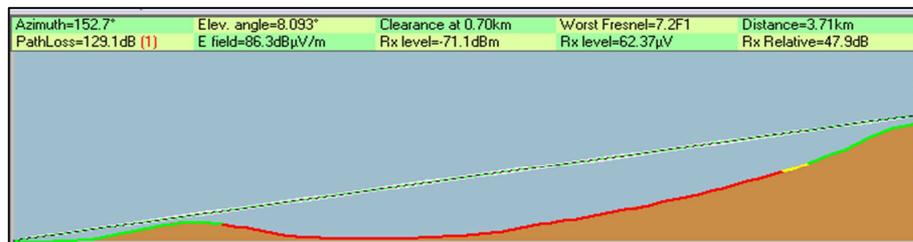


Ilustración 53. Línea de vista Terrazas del Club Hípico-R1. Fuente: Propia.

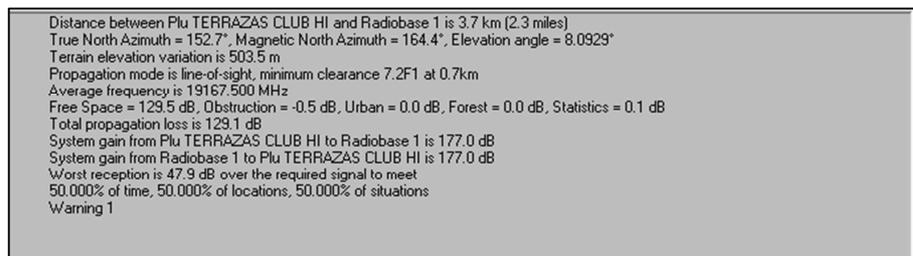


Ilustración 54. Especificaciones radio enlace Terrazas del Club Hípico- R1. Fuente: Propia

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

5. Valle Arriba



Ilustración 55. Línea de vista Valle Arriba-R1. Fuente: Propia.

Distance between Plu VALLE ARRIBA and Radiobase 1 is 6.1 km (3.8 miles) True North Azimuth = 162.7°, Magnetic North Azimuth = 174.5°, Elevation angle = 4.5962° Terrain elevation variation is 553.1 m Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 10.7F1 at 0.1km Average frequency is 8394.500 MHz Free Space = 126.7 dB, Obstruction = 1.3 dB, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = 6.7 dB Total propagation loss is 134.6 dB System gain from Plu VALLE ARRIBA to Radiobase 1 is 177.0 dB System gain from Radiobase 1 to Plu VALLE ARRIBA is 177.0 dB Worst reception is 42.4 dB over the required signal to meet 70.000% of situations

Ilustración 56. Especificaciones radio enlace Valle Arriba- R1. Fuente: Propia.

6. Alto Prado



Ilustración 57. Línea de vista Alto Prado-R1. Fuente: Propia.

Distance between P L PRADOS DEL ESTE and Radiobase 1 is 5.0 km (3.1 miles) True North Azimuth = 115.4°, Magnetic North Azimuth = 127.1°, Elevation angle = 3.0340° Terrain elevation variation is 455.4 m Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 0.5F1 at 0.1km Average frequency is 12901.500 MHz Free Space = 128.5 dB, Obstruction = 0.8 dB, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = -0.0 dB Total propagation loss is 129.3 dB System gain from P L PRADOS DEL ESTE to Radiobase 1 is 177.0 dB System gain from Radiobase 1 to P L PRADOS DEL ESTE is 177.0 dB Worst reception is 47.7 dB over the required signal to meet 50.000% of time, 50.000% of locations, 50.000% of situations Warning 1

Ilustración 58. Especificaciones radio enlace Alto Prado- R1. Fuente: Propia

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

7. Los Samanes



Ilustración 59. Línea de vista Los Samanes-R1. Fuente: Propia.

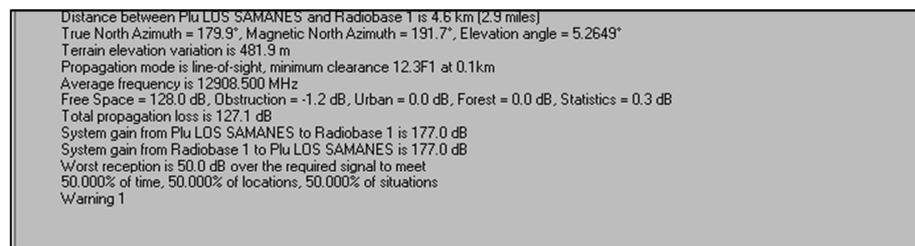


Ilustración 60. Especificaciones radio enlace Los Samanes- R1. Fuente: Propia

8. Chuao

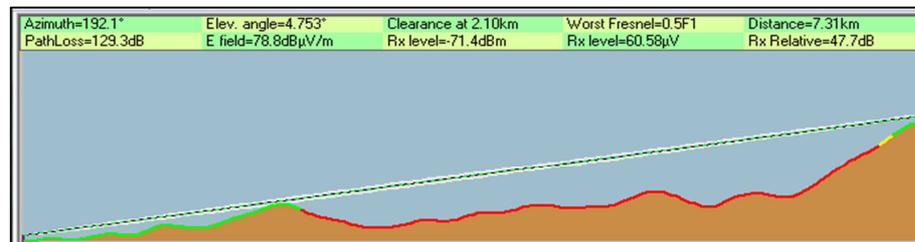


Ilustración 61. Línea de vista Chuao-R1. Fuente: Propia.

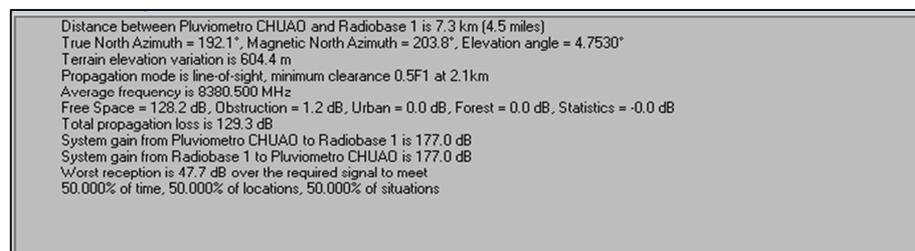


Ilustración 62. Especificaciones radio enlace Chuao- R1. Fuente: Propia

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

9. Las Mercedes



Ilustración 63. Línea de vista Las Mercedes-R1. Fuente: Propia.

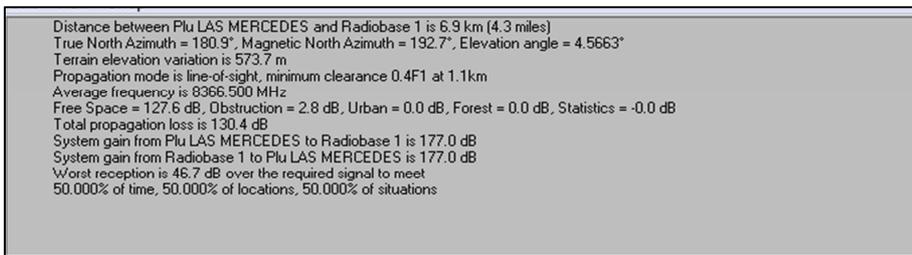


Ilustración 64. Especificaciones radio enlace Las Mercedes- R1. Fuente: Propia

10. Cumbres de Curumo

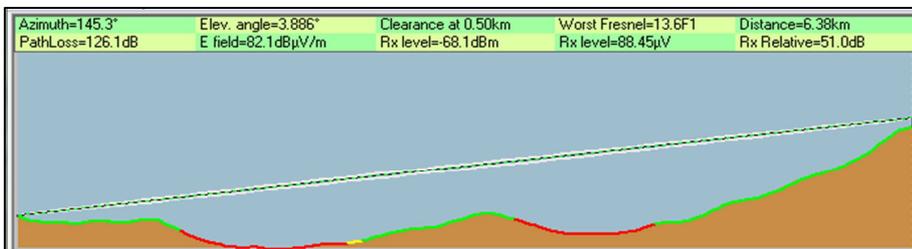


Ilustración 65. Línea de vista Cumbres de Curumo-R1. Fuente: Propia.

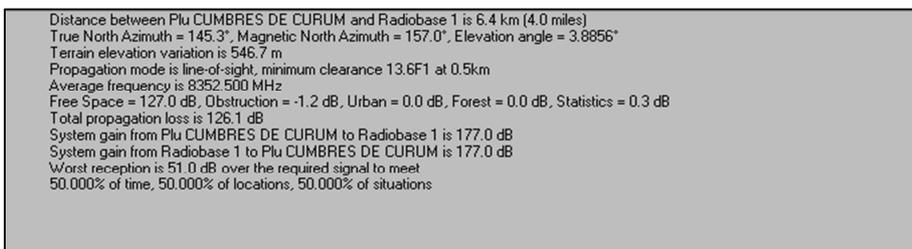


Ilustración 66. Especificaciones radio enlace Cumbres de Curumo- R1. Fuente: Propia

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

11. La Trinidad

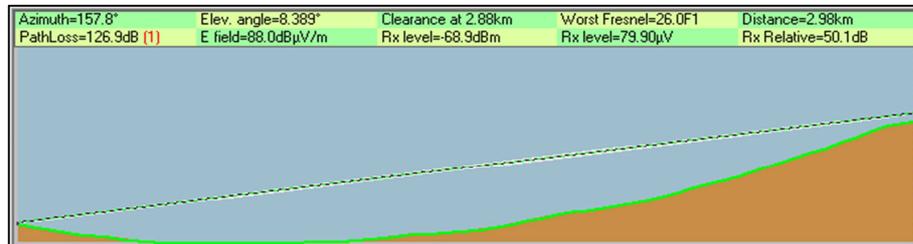


Ilustración 67. Línea de vista La Trinidad-R1. Fuente: Propia.

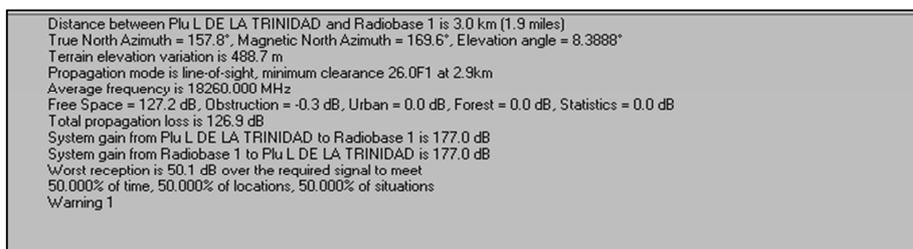


Ilustración 68. Especificaciones radio enlace La Trinidad- R1. Fuente: Propia

12. La Tahona

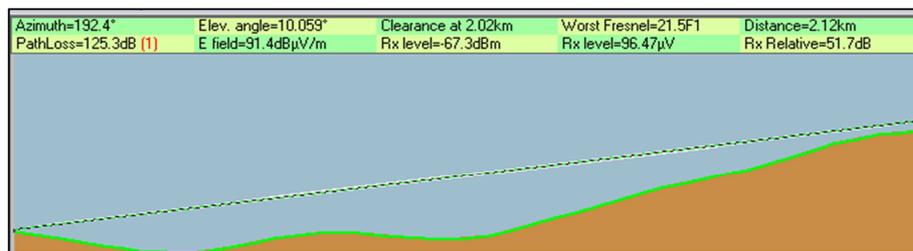


Ilustración 69. Línea de vista La Tahona-R1. Fuente: Propia.

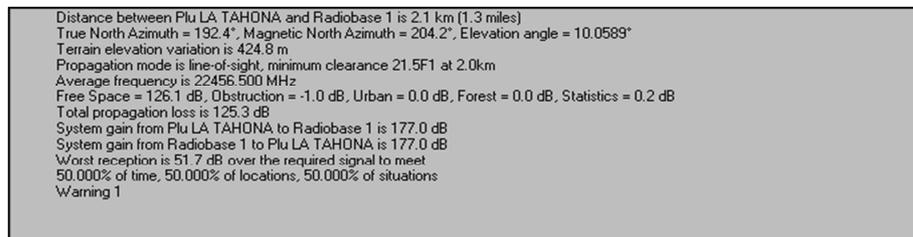


Ilustración 70. Especificaciones radio enlace La Tahona- R1. Fuente: Propia

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

13. Las Minas

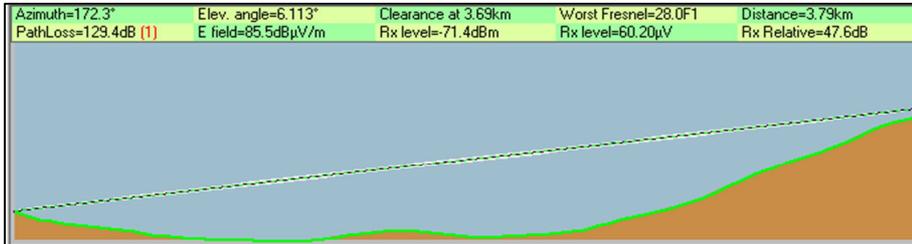


Ilustración 71. Línea de vista Las Minas-R1. Fuente: Propia.

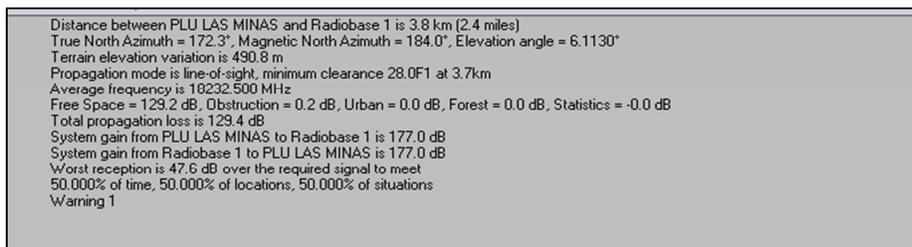


Ilustración 72. Especificaciones radio enlace Las Minas- R1. Fuente: Propia

14. El Volcán



Ilustración 73. Línea de vista El Volcán-R1. Fuente: Propia.

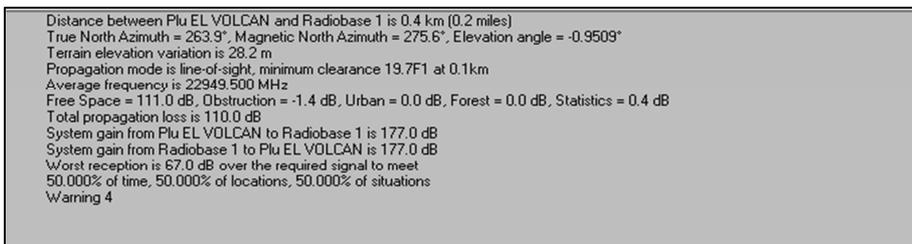


Ilustración 74. Especificaciones radio enlace El Volcán- R1. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

15. Data Center

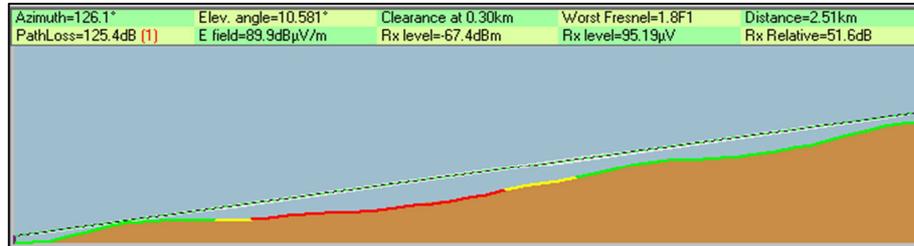


Ilustración 75. Línea de vista Data Center-RI. Fuente: Propia.

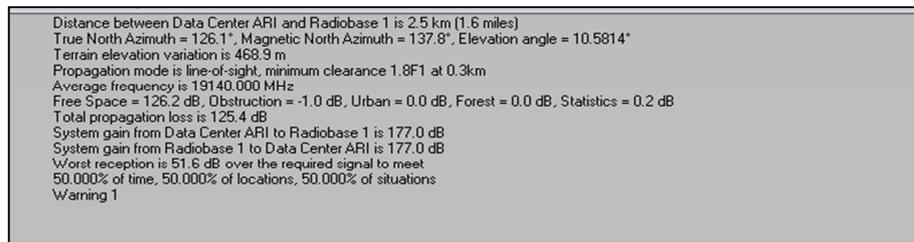


Ilustración 76. Especificaciones radio enlace Data Center- R1. Fuente: Propia.

Por medio de la siguiente imagen (Ilustración 77) es posible apreciar los radio-enlaces existentes en el diseño del sistema de redundancia, así como el radio de cobertura que brinda la comunicación microondas.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

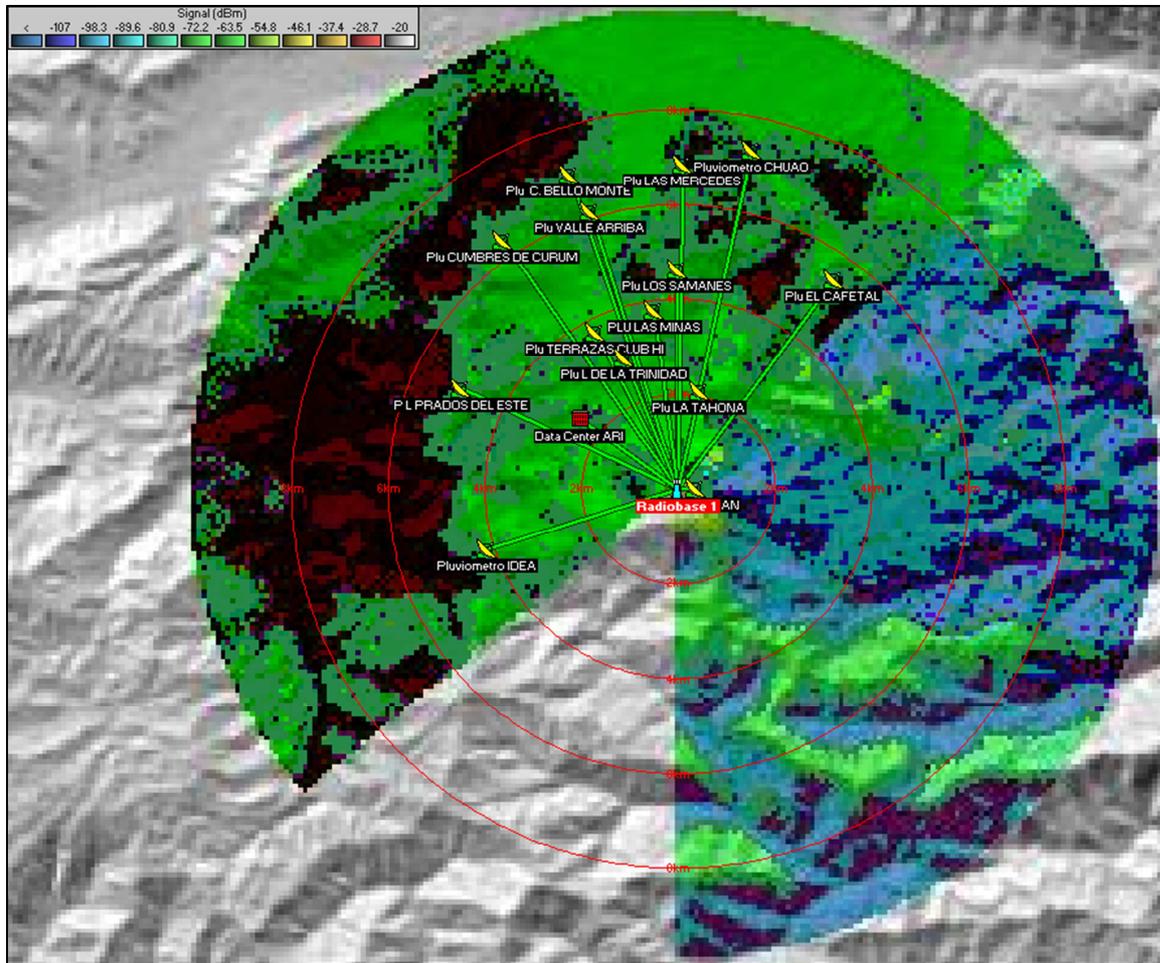


Ilustración 77. Cobertura microondas. Fuente: Propia.

Zona	Rango azimut
Radiobase 1	230 – 120 grados

Tabla 20. Rango de azimut de las antenas de microondas. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

IV.2.4.1- Especificaciones del Sistema de Redundancia

Marca	EVO	Ericsson	Ericsson	EVO
Modelo	Edge	MiniLink LH	MiniLink TN	Advance version of XPAND IP
Bandas de frecuencias	7, 8, 11, 13, 15, 18, 23, 26, 38 GHz	4,5,6,7,8,11,13 GHz	5,6,7,8,10,11,13,15,18,23, 26,28,32, 38, 42 GHz	6,7,8,10,11,13,15,18, 23, 24,26,28,32,38 GHz
Ancho de banda del canal	7/7.5, 13.75/14 y 27.5/28/30 MHz	No especificado	No especificado	3.5, 7, 10, 14, 20, 28/30, 40 y 50/56 MHz
Throughput	10 -111 Mb/s	Depende de la modulación	Depende de la modulación y la frecuencia	Depende de la modulación y la frecuencia
Capacidad de transmisión	No especificado	Hasta 4 Gbps	Hasta 800 Mbps	Hasta 2 Gbps
Ancho de banda	No especificado	56 MHz	7-56 MHz	No especificado
Polarización	No especificado	Single/Dual	Single/dual	No especificado

Tabla 21. Marcas de radio. Fuente: Propia.

En la tabla 21 se pueden observar las características de cuatro modelos de radios provenientes de dos marcas disponibles en el mercado, se eligió el radio MiniLink TN, ya que posee mejores prestaciones en cuanto a ancho de banda (puede ser seleccionable), opera en las bandas de frecuencias necesarias para este proyecto, además de brindar la posibilidad de utilizar polarización vertical y horizontal (ambas o por separado), esto representa un punto fuerte ya que en la estructura de la radio

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

base tendremos las antenas de WiMAX y de microondas. En la misma área donde se encuentra el suscriptor WiMAX se localiza el radio para microondas, a alturas similares o iguales, sin embargo para evitar interferencias entre las señales es necesario polarizar, a pesar de que estas señales trabajen en frecuencias diferentes.

En cuanto a la antena se seleccionó la marca Andrew, modelo: ValuLine, ya que trabaja en la banda de frecuencia de va de los 7 GHz hasta los 60 GHz, posee polarización single/dual, con diámetro de onda entre 0.3 metros hasta los 1.8 metros.



Ilustración 78. Antena Andrew ValuLine. Fuente: (CommScope, sf)

IV.2.4.2- Diseño de la redundancia.

La siguiente figura ilustra los enlaces microondas entre los 14 pluviómetros propuestos y la radio base, así como el enlace de microondas planteado entre el Data Center y la radio base, con el fin de brindar un sistema ininterrumpido. Cada pluviómetro contara con una antena Andrew ValuLine, la cual trabajará en una banda de frecuencia predefinida, tal y como se indicó anteriormente, la cual permite la conexión con la radio base.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

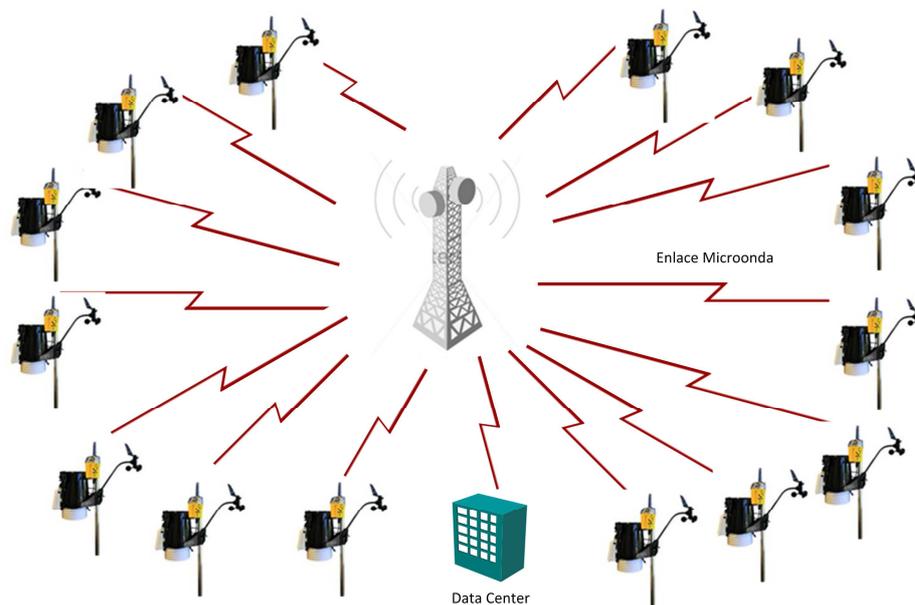


Figura 7. Diseño del sistema de redundancia. Fuente: Propia.

IV.2.4.3- Diseño final del sistema planteado.

Para brindarle al municipio Baruta una red capaz de ser escalable, manejable, fácil implementar y de solucionar problemas se propone un diseño basado en una estructura jerárquica, organizado en tres capas, donde cada una de ellas tiene una función específica.

- Núcleo: proporciona conexiones rápidas entre los diferentes suscriptores (los catorce pluviómetros definidos en la sección IV.2.2) y la radio base (véase sección IV.2.3) y ésta a su vez suministra un transporte óptimo de los datos hasta el Data Center.
- Acceso: proporciona a cada uno de los pluviómetros acceso a los servicios de la red.
- Acceso al Data Center: proporciona al Data Center acceso a los datos suministrados por la red y es donde estará alojado el software EkoView propietario de la empresa Crossbow Technologies (véase sección IV.1.4.1.7)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

responsable del almacenamiento de los datos enviados por los suscriptores y de la visualización de los mismos.

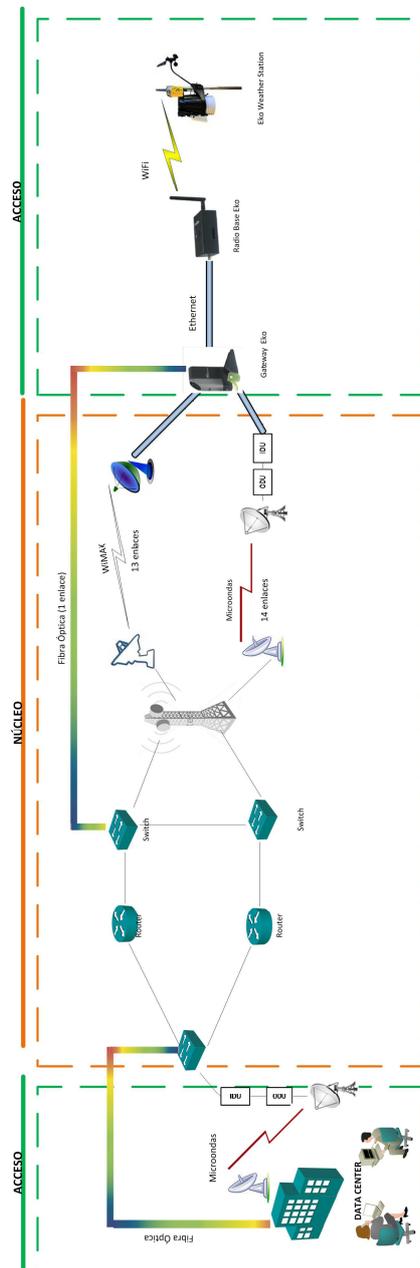


Figura 8. Diseño final. Fuente: propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

III.2.4.4- Diseño de Data Center

Tomando en cuenta la importancia que tiene una buena administración de los datos dentro de una arquitectura de red, para así tener un manejo centralizado y eficiente de los mismos se propuso el diseño de un Data Center, ubicado en la Urbanización piedra Azul como se mencionó anteriormente; dicho centro de datos tendrá comunicación directa con los diferentes entes del municipio Baruta. En cuanto a su diseño se tomo como referencia el estándar Tier III (mantenimiento concurrente), por ser capaz de permitir actividades como el mantenimiento preventivo y programado, reparaciones y agregar o eliminar elementos o componentes del sistema, sin que esto afecte la operación del mismo. Este tipo de data center da soporte 24/7, además de brindar un porcentaje de disponibilidad del 99,982% del tiempo, lo cual es necesario en este trabajo por tratarse de manejo de información automatizada, así como para alertar a las autoridades competentes cuando exista situación de alerta en alguna localidad del municipio.

Los lineamientos y requerimientos básicos se tomaron del Estándar TIA-942, el cual especifica la estructura, ubicación, acceso, protección contra incendios, equipos y redundancia.

El centro de computación debe contar con una configuración de pasillos fríos y calientes, gabinetes, láminas del piso falso, instalación de racks sobre el piso falso, cada uno de ellos cuenta con sus propias especificaciones tal y como se indica a continuación:

- Pasillos Fríos:
 - 1.0 a 1.2 metros; utilizando cableado de potencia.
- Pasillos calientes:
 - 0.8 a 1.0 metros; utilizando cableado de datos.
- Gabinetes:
 - Altura máxima 2.4 m, preferiblemente 2.1 m.
 - Profundidad de 1.0 a 1.1m.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

- Regleta: al menos una de 20 Amp/120V.
- **Generador:**
 - Alimentar los sistemas de A/C
 - Instalar TVSS en la salida.
 - Combustible preferiblemente diesel.
 - Sistema remoto de monitoreo y alarmas.
- **Sistema UPS:**
 - El cuarto de UPS y baterías debe contar con un aire acondicionado de precisión (PAC).

Fue necesario hacer un análisis comparativo con diferentes proveedores de equipos de redes para así tomar la opción que mejor se adapte a las necesidades del Data Center planteado, tal y como se muestra a continuación:

Marca	HP	Cisco	Huawei	D-Link
Modelo	6600	2960	S2300	DES 1024D
Comando de autorización	Radius	TACACS, Radius	HWTACACS+	No hay información
IPV6	si	si	si	no
FTP protegido	si	si	si	si
Puerto usb	si	no	no	no
Número de puertos Ethernet	24	7/8/24/48	8/18/26/52	24
Número de Vlans	144	4000	4096	No hay información
PoE	Si	si	si	no
Ancho de banda	No hay información	32 Gbps	32 Gbps	4.8 Gbps

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Memoria flash	No hay información	32 MB	32 MB	No hay información
Modulo de fibra óptica	No	Si	Si	no
Costo	Medio	Alto	Medio	Bajo

Tabla 22. Comparación de Switches.

Fuente: Propia.

Marca	HP	Cisco	Huawei	D-Link
Modelo	MSR20	2811	NE20E	DI-804HV
Protocolos de enrutamiento	Estático, RIP, OSPF, BGP, IS-IS, MPLS	Estático, RIP, OSPF, BGP, IS-IS, MPLS, EIGRP	MPLS, Estático, BGP, RIP, IS-IS, OSPF	Estático, RIP
IPV6	si	si	si	no
Calidad de servicio	Media	Alta	Media	Baja
Redundancia virtual (VRRP)	si	si	no	no
Puertos Ethernet	18	2 (expandible)	4	4
Versión SNMP	1, 2 y 3	2 y 3	1, 2 y 3	No hay información
FTP	si	si	si	si
Puertos USB	si	si	no	no

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

NTP	si	si	si	no
Firewall	si	si	si	si
Costo	Medio	Alto	Medio	Bajo

Tabla 23. Comparación de Routers.

Fuente: Propia.

En la arquitectura de red se plantea usar equipos de marca Cisco Systems la cual fue escogida luego de hacer un estudio comparativo para los Switches y los Routers que se observa en la tabla 22 y 23 respectivamente.

La red cuenta con un switch 2960, el cual tiene conexiones por fibra óptica y enlace microondas; dichos enlaces permiten la comunicación entre el data center y el sistema planteado, el mismo switch tiene a su vez conexiones con dos routers modelo 2811, utilizando el protocolo HSRP, por ser capaz de manejar redundancia a nivel de routers, ya que en el mismo se utiliza un router para enviar el tráfico (router maestro), mientras que el otro permanece como respaldo, a la espera que ocurra algún fallo (standby) en el router maestro, es importante tomar en cuenta que para el funcionamiento de éste protocolo ambos routers deber tener las mismas especificaciones físicas y técnicas. Este protocolo utiliza una IP virtual, la cual es igual en ambos routers, esta IP sirve como puerta de enlace a los host de la red, además de establecer un orden de prioridad para los routers, la numeración más alta asigna cual router será el activo; cada uno de ellos tendrá conexión con un Firewall Cisco ASA 5585 en su edición IPS, el cual protege a los servidores y la infraestructura de la organización contra gusanos, piratas informáticos y otras amenazas, mediante una combinación de servicios de firewall, seguridad de aplicaciones y prevención de intrusiones. Adicionalmente se necesitan dos switches modelo Catalyst 2960 de 24 puertos que se encuentran conectados a lo anteriormente mencionado. *(Véase apéndice “K” topología red lógica)*

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Debido al número de conexiones existentes entre los switches indicados, es necesario utilizar un algoritmo capaz de manejar las tramas duplicadas, para así evitar la generación de bucles en la red, dado esto se propuso utilizar el protocolo Spanning Tree Protocol (STP), el cual asegura la existencia de una sola ruta lógica entre los destinos de la red, realizando un bloqueo intencional a las rutas redundantes que puedan ocasionar la existencia de un bucle.

En la estructura del Data center se utilizó el servicio de IP estática para todos los host de la red, ya que es preciso que cada uno de los dispositivos mantenga una identificación fija, se consideró necesario escoger una solución para la gestión de seguridad de la red, para esto se tomó El Servidor de Control de Accesos Seguros (ACS) de Cisco Systems por brindar a los administradores de la red el control de quienes acceden a la misma, privilegios de usuarios en la red y auditorías de seguridad mediante el protocolo AAA (*Authentication, Authorization and Accounting*), dicho protocolo controla a quien se le permite acceso en una red (autenticación) y que pueden hacer mientras están ahí (autorización), así como auditar que acciones realizaron al acceder a la red, por medio de servidores Tacacs+, ya que separan los servicios AAA, proporcionando flexibilidad en la implementación, es posible usar Tacacs+ para autorización y registros de auditorías, mientras de utiliza otro método para la autenticación. La red requiere el uso de los servicios Syslog, el cual llevara un registro de todas las incidencias que ocurran dentro de la misma, y NTP, encargado de sincronizar a una misma hora y fecha todos los dispositivos del sistema planteado, para la correcta gestión en la administración del sistema. (*Véase Apéndices L Direccionamiento IP*).

En el apéndice “M” se muestra una estimación de costos para la futura implementación del sistema propuesto en el presente Trabajo Especial de Grado.

IV.3- Análisis de Resultados

IV.3.1- Realizar el estudio y análisis de los datos obtenidos con la finalidad de comprender las posibles dificultades y limitantes que se presentaron, para así poder proponer posibles soluciones.

Esta etapa ha sido desarrollada a lo largo del presente capítulo, ya que el mismo muestra de forma detallada la localización de las zonas más vulnerables a deslizamientos ocasionados por las lluvias, las características del sistema con el que cuenta actualmente el municipio Baruta, análisis de los posibles fenómenos ambientales que afectan al mismo, así como los análisis realizados para la toma de decisiones en cuanto al diseño tanto de la red principal como la redundante, tecnologías a utilizar, equipos y estimación de costos, asegurando un sistema que trabaje de manera eficiente, segura y confiable.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

En términos generales Baruta es el municipio del estado Miranda más propenso a deslizamientos de tierra ya que se encuentra rodeado de montañas, por estar ubicados en los límites de la Serranía del Litoral, dado esto su topografía presenta numerosos desniveles por lo que hace más vulnerable al municipio con respecto al resto del territorio nacional.

Gran parte de la población expuesta a este tipo de riesgo son de escasos recursos económicos, debido a esto no cuentan con las herramientas necesarias para enfrentar y sobreponerse a dichos eventos, son dependientes del gobierno local así como de ayudas externas. Actualmente la alcaldía del municipio Baruta y el departamento de Protección Civil, no cuentan con un sistema de prevención y monitoreo en los sectores críticos, que les permita llevar un control de las zonas vulnerables a este tipo de riesgo ante fuertes lluvias y brindar una respuesta rápida al sector Baruteño afectado. Es por ello que fue preciso realizar un diseño de sistema preventivo que de alguna u otra manera optimice y agilice la respuesta de Protección Civil y demás entes del municipio cuando exista algún tipo de riesgo.

El diseño propuesto en el presente trabajo cuenta con la utilización de tecnologías como WiMAX, microondas, Wi-Fi; en el mismo se utilizan medios de transmisión potentes como la fibra óptica, desarrollando también una estructura óptima y redundante de un centro de datos, desde el cual se lleva a cabo el registro y monitoreo de cada uno de los datos recibidos de cada pluviómetro, haciendo posible manejar de forma remota los equipos de la red.

Partiendo de la escalabilidad del diseño propuesto se le recomienda tanto a futuros tesisistas como al municipio Baruta, el diseño de futuras aplicaciones móviles que permitan informar a los Baruteños si existe situación de riesgo en cuanto a deslizamientos de tierra e inundaciones en alguna de las localidades del municipio.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Se le recomienda a las autoridades competentes establecer comités participativos formado por vecinos de los diferentes sectores que forman al municipio Baruta, que permitan informar y dar apoyo en momentos que se consideren de alerta para la población; así como elaborar planes de asesorías para crear planes locales de prevención y atención de desastres para deslizamientos.

Los equipos de la marca Eko MEMSIC propuestos en este diseño, poseen compatibilidad con numerosos sensores disponibles en el mercado por lo que se propone añadir a dichos dispositivos sensores de riego que permitan mantener y cuidar la cobertura vegetal del municipio cuando se avecinen tiempos de sequía.

También se recomienda que se utilice el Software Eko View propiedad de MEMSIC ya que el mismo admite la configuración de alertas y alarmas que a su vez pueden permitir que los diferentes organismos del municipio Baruta elaboren planes de contingencia para la evacuación de los habitantes del municipio o de alguna localidad que encuentre en riesgo.

Asimismo se recomienda la rápida implementación de éste proyecto, ya que el mismo beneficia a toda una sociedad, Baruta es uno de los municipios más poblados de la ciudad de Caracas (500.000 habitantes aproximadamente) y haciendo un buen uso de cada uno de los recursos y bondades que ofrece este sistema, se puede prevenir a los entes del municipio para así evitar las pérdidas humanas provocadas por los deslizamientos de tierra que tanto afectan al municipio.

Capítulo VI. Bibliografía

- Alcaldía del Municipio Baruta. (Abril de 2012). Dirección de Planificación y Catastro. Baruta, Miranda, Venezuela.
- BSI. (2012). *BSI*. Recuperado el 21 de Abril de 2012, de <http://www.bsigroup.com.mx/es-mx/Auditoria-y-Certificacion/Sistemas-de-Gestion/De-un-vistazo/Que-son-los-sistemas-de-gestion/>
- Centro de estudios ambientales de Honduras. (2007). *Sistema de monitoreo y alerta temprana (SAT) comunitaria a deslizamientos en los municipios de San Francisco del Valle, San Marcos de Ocotepeque y Mercedes, Departamento de Ocotepeque, Subcuenca del río Higuito*. Informe Final, Comisión de estudios ambientales de Honduras, Honduras.
- Chiavenato, I. (2002). *Gestión de Talento Humano*. Costa Rica.
- Cisco. (sf). *Cisco*. Recuperado el 10 de Abril de 2012, de http://www.cisco.com/web/LA/soluciones/sp/mobile_internet/wimax.html
- CommScope. (sf). *CommScope*. Recuperado el 30 de Agosto de 2012, de http://www.commscope.com/andrew/eng/product/antennas/ter_microwave/vp_antennas/index.html
- Correia, L. M. (Marzo 2009). *A View of the COST 231-Bertoni-Ikegami Model*. Berlin: EuCAP.
- Dorf, R. C., & Bishop, R. H. (2005). *Sistemas de control moderno* (Vol. Décima edición). (S. Dormido Canto, & R. Dormido Canto, Trads.) Davis, California, USA: Prentice Hall.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

DRAKA. (06 de 11 de 2009). *Draka*. Recuperado el 06 de 09 de 2012, de [http://communications.draka.com/sites/eu/Datasheets/Std%20FADSLT-D-PKCP-8,8kN-6\(6-36\)-1e.pdf](http://communications.draka.com/sites/eu/Datasheets/Std%20FADSLT-D-PKCP-8,8kN-6(6-36)-1e.pdf)

EDICK. (16 de ABRIL de 2008). *NOBOSTI*. Recuperado el 22 de MARZO de 2012, de <http://www.nobosti.com/spip.php?article65>

Flores Mercado, M. A., Hernández Pérez, M. A., & Martínez Montoya, W. (2007). *Diseño de un enlace de microondas dedicado entre las radio bases de Acajete, Cuacnopala, Esperanza y una central en Puebla*. México: Instituto Politécnico Nacional. Escuela superior de Ingeniería.

LARA., M. A., & AZAEL., R. (2011). *ANALISIS DE TRÁFICO DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES*. Tamaulipas.

Loja, U. T. (2012). *Fundamentos de redes*. Recuperado el 16 de Febrero de 2012, de <http://blogs.utpl.edu.ec/fundamentosderedes/2008/10/24/medios-guiados-y-no-guiados/>

MEMSIC, Inc. (2010). *MEMSIC, Powerful sensing for a better life*. Recuperado el 20 de 08 de 2012, de <http://www.memsic.com/support/documentation/eko/category/15-datasheets.html>

MEMSIC, Inc. (sf). *MEMSIC, Powerful sensing for a better life*. Recuperado el 20 de 08 de 2012, de <http://www.memsic.com/support/documentation/eko/category/15-datasheets.html>

Ogata, K. (1998). *Ingeniería de control moderna* (Vol. Tercera edición). (M. Sarmiento, Trad.) Minnesota, USA: Pearson.

Pino Diaz, J. (2011). *Gestión y administración de proyectos*. Madrid: SEDIC.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Segura, B. (2007). *Diseño de un modelo de pronóstico de crecidas en la subcuenca del río Shullcas*. Lima.

Taylor, H. (2006). International Project Management Association.

Varma, V. K. (s.f.). *IEEE*. Recuperado el 05 de Agosto de 2012, de IEEE: <http://www.ieee.org/portal/site/emergingtech/techindex.jsp?techId=48>

Vergara, G. (31 de Marzo de 2009). *Mejora tu gestión*. Recuperado el 21 de Abril de 2012, de <http://mejoratugestion.com/mejora-tu-gestion/que-es-un-sistema-de-gestion/>

Wilac. (2011). *Wilac*. Recuperado el 10 de Abril de 2012, de http://www.wilac.net/aplica_po.html

Glosario

AAA. *Authentication, Authorization, Accounting*

ACS. *Access Control System*

ATM. *Asynchronous Transfer Mode*

ADSS. *All Dielectric Self Supporting*

CONATEL. Comisión Nacional de Telecomunicaciones

DNS. *Domain Name System*

DCS. Sistema de Control de Distribución

DES. *Data Encryption Standard*

EMS. *Event Managment System*

FDM. Multiplexación por división de Frecuencia

FTP. *File Transfer Protocol*

FPS. Frames por Segundo

FSPL. *Free Space Path Loss Model*

IEEE. Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos

ITU. Unión Internacional de Telecomunicaciones

IETF. *Internet Engineering Task Force*

IP. *Internet Protocol*

LTE. *Long Term Evolution*

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

MAC. *Media Access Control*

MASS. *Metallic Aerial Self Supporting*

MPEG. *Moving Picture Experts Group*

NLOS. *Non Line of Sight*

NTP. *Network Time Protocol*

OFDM. Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal

OFDMA. *Orthogonal Frequency Division Multiple Access*

OPGW. *Optical Ground Wire*

OPPC. *Optical Phase Conductor*

PHY. Capa Física del Modelo OSI

PDU. *Power Distribution Unit*

RF. *Radio frequency*

TDMA. *Time division multiple access*

TDM. Multiplexación por división de Tiempo

TDD. Duplexación por División de Tiempo

TCP. *Protocolo de Control de Transmisión*

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Apéndice “C”: Pluviómetro Davis

Características	Vantage PRO2	Weather Wizard III	Weather Monitor II	Perception II
Transmisión	Hasta 300 metros y ofrece repetidores inalámbricos para mayor alcance	12 metros de cable	Un radio de 120 metros	
Variables	<p>Presión barométrica, humedad exterior, punto de rocío, lluvia diaria y anual, velocidad y dirección del viento, factor de enfriamiento y temperatura exterior</p> <p>Acumulación de la lluvia de 15 minutos, por hora, por mes y precipitación de los últimos cuatro periodos de lluvia</p> <p>Promedio de 10 minutos, dirección de la ráfaga y la dirección del viento dominante a 10 minutos.</p> <p>Índice de calor, sensores opcionales para radiación solar y UV</p>	Temperatura, humedad, lluvia, velocidad y dirección del viento.	Barometría, temperatura, velocidad y dirección del viento y lluvia.	Temperatura, velocidad y dirección del viento y lluvia
Tiempo de actualización	Cada 2.5 segundos	Cada 10 segundos	Cada 10 segundos	Cada 10 segundos
Memoria	Datalogger	-		
Software	Weatherlink	Weatherlink	Weatherlink	Weatherlink
Alarmas		65	-	-
Requerimientos mínimos	Precisa PC con Windows 95/98/ME/2000/NT 4.0 o XP con un mínimo de 5 MB de espacio libre en el disco duro, 4 MB de ram y un puerto serie disponible			
Códigos y compatibilidad con opcionales	EM700, EM701, EM705, EM706, EM707, EM708, EM784, EM717, EM710, EM702, EM732, EM734	EM746, EM747, EM757	EM755, EM756, EM757, EM150, EM150A	EM798

Tabla 24. Especificaciones del pluviómetro marca Davis. Fuente: Propia

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Apéndice “D”: Pluviómetro Delta OHM

Descripción:	Pluviómetro Delta OHM
Modelo	HD2013.2
Características	Es un revelador de lluvia basado en el principio capacitivo. El valor de la capacidad del elemento sensible, sobre un soporte de alúmina, varía en función de la superficie que es bañada por las gotas de agua. Un calefactor integrado en el sensor lo mantiene seco y, evaporando el agua caída, evita falsas señalizaciones debidas a niebla o a fenómenos de condensación. El calefactor además se activa con la baja temperatura, derritiendo la nieve caída y permitiéndole al instrumento de esta manera registrar las precipitaciones nevosas. El casquete circular externo del instrumento hace de paraviento para el sensor garantizando la ausencia de falsas indicaciones.
Tipo de energía	Esta solución funciona con baterías.
Especificaciones	<p>Sensor Tipo Capacitivo con calentador integrado Área sensor 6.6cm² Ángulo 30°</p> <p>Sensibilidad Mínima área sensible 0.05cm² Retraso de intervención (OFF>>ON) < 0.1ms Retraso de apagado (ON>>OFF) < 5min</p> <p>Dimensiones Diám x altura ø107 x 70 mm Peso 450g Longitud del cable 5m (otras medidas a pedido) Material LURAN S777K de la BASF</p> <p>Características eléctricas Alimentación Tensión de alimentación 12Vcc ± 10% Corriente absorbida 130mA (típica) 230mA (máx) 10mA (con calentador deshabilitado) Potencia absorbida por el sensor 0.5 ... 2.3W</p> <p>Salida Rain ON/OFF Open collector, cierra en caso de lluvia. Tensión máxima 15V Corriente máxima 50mA Salida analógica 0...1V (0V = lluvia, 1V = sensor seco) Salida en frecuencia no calibrada 1500 ... 6000Hz (lluvia ... sensor seco) Heater OFF OFF = conectado a GND Capacidad del contacto de cierre 15Vdc, 2mA</p> <p>Condiciones ambientales Temperatura operativa -15 ... +55°C Temperatura de almacenamiento -40 ... +65°C</p> <p>Conexión eléctrica - códigos colores Positivo de alimentación Rojo Rain ON/OFF Azul Heater OFF Verde Salida analógica Amarillo Salida en frecuencia Blanco</p>

Tabla 25. Especificaciones pluviómetro marca Delta Ohm

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Apéndice “E”: Pluviómetro de a cubeta basculante Delta OHM.

Descripción:	Pluviómetro a cubeta basculante Delta OHM
Modelo	HD2013
Características	Es un pluviómetro a cubeta confiable y robusto, totalmente construido con materiales anticorrosivos para garantizar una larga duración. Está constituido por una base de metal sobre la cual está posicionada la cubeta oscilante.
Tipo de energía	Esta solución funciona con baterías.
Especificaciones	<p>Alimentación 12 Vcc o 24Vcc \pm10% 35W</p> <p>Tipo de contacto de salida : Contacto NC (se abre durante la conmutación)</p> <p>Resolución : 0.1 - 0.2 o 0.5mm/conmutación a elección al momento de la orden</p> <p>Exactitud: \pm 2% entre 20÷300 mm/h</p> <p>Rango de temperatura operativa:-20°C ... +60°C +4°C ... +60°C</p> <p>Temperatura de intervento de la calefacción: +4°C</p> <p>Grado de protección: IP67</p> <p>Área del colector: 400cm²</p> <p>Alimentación: Batería a litio 3.6V - 1Ah - tipo 1/2AA sustituible</p> <p>Tipo de evento en registro: Contacto NC o NO seleccionable desde programa.</p> <p>Temperatura ambiente cada 15 minutos fijos.Se genera una alarma (desactivable) si el contacto permanece en la condición no estable por más de 3 segundos.</p> <p>Resolución:Desde 0.050 a 1.599mm/muestra.</p> <p>Capacidad de memorización: 93000 muestras (igual a 18600 mm de lluvia con una resolución de 0.2 mm/muestra) 2 años de temperatura con un intervalo fijo de 15 min.</p> <p>Interfaz PC: Puerta serial RS232C aislada - 9600baud</p> <p>Indicaciones a display:mm o inch de lluvia parciales, mm o inch de lluvia totales, temperatura ambiente °C/°F</p> <p>Rango de temperatura operativa:-20°C ... +60°C</p> <p>Grado de protección : IP67</p> <p>Software en dotación: DeltaLog6</p>
Precio	1137.52€

Tabla 26. Especificaciones del pluviómetro a cubeta basculante marca Delta Ohm. Fuente: Propia.

Apéndice “F”: Estación Meteorológica Eko

Descripción:	Eko Weather Station Suite
Modelo	ES2000
Características	Sistema de vigilancia inalámbrica que permite la visualización de datos desde cualquier lugar y a cualquier hora, es utilizado para estudios de microclimas, investigación del medio ambiente y vigilancia de cultivos agrícolas y ambientales. Posee una interfaz grafica que permite a los usuarios obtener en tiempo real los datos recogidos, los cuales son monitoreados 24/7.
Tipo de energía	Esta solución funciona con energía solar.
Sensores	Ofrece un conjunto integrados de sensores: colector de lluvia, sensor de temperatura y humedad, sensor de radiación solar, sensor de presión barométrica y un anemómetro.

Tabla 27. Especificaciones de Eko Weather Station Suite Fuente: Propia

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Sensores	Resolución	Rango	Precisión
Presión atmosférica	0,1 mbar	880 a 1080 mbar	1,0 mbar
Lluvia	0,02 mm	Día: 0 a 9999 mm Tormenta: 0 a 9999 mm Mes: 0 a 19, 999 mm Año:	4%
Radiación solar	1 W/m ²	0 a 1800 W/m ²	5%
Temperatura	0,1 °C	-40° a +65 °C	0,5 °C
Humedad	1%	0% a 100%	3%
Dirección del viento	1°	0° a 360°	7°
Velocidad del viento	0,1 m/s 1 km/hr	1 a 67 m/s 3 a 241 km/hr	5%

Tabla 28. Especificaciones de los sensores Eko

NOTA: Adicionalmente es necesario el uso del nodo de Eko, el cual permite que los datos se transmiten de forma inalámbrica a través de la red de malla de la puerta de entrada. La integración de esta información con los datos recogidos en diferentes lugares dentro de la implementación proporciona al usuario un nivel micro de detalle disponible con estaciones meteorológicas estándar.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Apéndice “G”: Kit Oregon Scientific

Características	Modelo WMR200 KIT Professional
Modelo	WMR200 KIT Professional Weather Center Bundle– item número WC-W0863
Sensores	Soporta hasta 10 sensores adicionales
Alimentación	6 voltios con un adaptador de corriente alterna y 2 baterías AA y 2 AAA para el sensor
Tiempo de previsión del tiempo	De 12 a 24 horas en un radio de 19 a 31 millas
Aplicaciones	Lluvia, tasa de lluvia, lluvia por hora, precipitaciones acumuladas y lluvia por día, el nivel de viento, ráfagas del viento, velocidad por hora en nudos o millas, índice de rayos ultravioletas.
Temperatura	Alta y baja
Humedad	Alta y baja
Sensación térmica y punto de rocío	Alta y baja
Memoria	Permite ver registros horarios para el barómetro, los datos de lluvia y el sensor de rayos UV
Memoria interna	Almacena datos con un registro de la hora
Transmisión via USB	Se puede seleccionar: 1,2,5,10 o 15 minutos,
Idiomas	Inglés, holandés, italiano, español y francés
Alarma	Para la temperatura, índice de calor, humedad, punto de rocío, ráfaga de viento, y la intensidad de las precipitaciones
Alcance de Transmisión	De 100 metros a 433MHz entre los sensores remotos y la unidad principal
Pluviómetro	Incluye auto-vaciado, un filtro y necesita 2 baterías AAA
Dimensiones	2.5” x0.75” D x3.75” H
Precio	419.97\$

Tabla 29. Especificaciones del kit meteorológico marca Oregon Scientific. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Apéndice “H”: Pluviómetro Global Water

Características	WE800	WE900
Sistema operativo compatible	Windows para el registro de datos del intervalo de	Windows para el registro de datos
Carcasa	Los sensores de dirección del viento, velocidad del viento, humedad y la electrónica del sensor de temperatura están encapsulados en epoxy para la protección del medio ambiente y una larga vida operativa.	Los sensores de dirección del viento, velocidad del viento, humedad y la electrónica del sensor de temperatura están encapsulados en epoxy para la protección del medio ambiente y una larga vida operativa.
Aplicaciones	Agricultura, educación, estudios ambientales, rellenos sanitarios, instalaciones de aguas residuales, conservación del agua	Agricultura, educación, estudios ambientales, rellenos sanitarios, instalaciones de aguas residuales, conservación del agua
Sensores incluidos	Sensor de velocidad del viento WE550 Sensor de dirección del viento WE570 Sensor de temperatura WE700 Sensor de humedad WE600 Pantalla Resistente a la luz solar WE770 WE820	Sensor de velocidad del viento WE550 Sensor de dirección del viento WE570 Sensor de temperatura WE700 Sensor de humedad WE600 Pantalla Resistente a la luz solar WE770 WE820
Sensores opcionales	WE100 Sensor de la presión barométrica WE300 Sensor de radiación solar WE710 Superficie plana del sensor de temperatura LW100 sensor de lluvia (humedad) AT210 sensor de la humedad del suelo WL400 sensor del nivel de agua EP180 bandeja de evaporación RG200 pluviómetro de 6” RG600 pluviómetro de 8” FN0000 Cargador inteligente SP101 Panel solar (80 mA) SP102 Panel solar (350mA) WE830 trípode	WE100 Sensor de la presión barométrica WE300 Sensor de radiación solar WE710 Superficie plana del sensor de temperatura LW100 sensor de lluvia (humedad) AT210 sensor de la humedad del suelo WL400 sensor del nivel de agua EP180 bandeja de evaporación RG200 pluviómetro de 6” RG600 pluviómetro de 8” FN0000 Cargador inteligente SP101 Panel solar (80 mA) SP102 Panel solar (350mA) WE830 trípode
Dimensiones	1.304” de marco de acero inoxidable, con acceso	1” diámetro, 6 pies de alto y 3 pies del marco de montaje
Software	GL500 Global Water Data Logger Software (GWDLS), al trabajar en Windows provee características útiles como lecturas en tiempo real, intervalo de medición, selección de la unidad de ingeniería, configuración del ID de la estación y calibración de los sensores.	No incluido
Transmisión	Vía cable RS232 para la conexión entre el GL500 y el ordenador	Vía cable RS232 para la conexión entre el GL500 y el ordenador
Alimentación	Batería interna de 12 VDC, con una duración de varios meses antes de su recarga	4 -20 mA
Data logger	Incluye reloj de tiempo real con fechas y sellos de tiempo para cada registro, los datos se pueden exportar a cualquier hoja de cálculo estándar para su análisis y presentación gráfica	No incluido

Tabla 30. Especificaciones del pluviómetro Global Water. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Apéndice “I”: Estación Meteorológica Ventus EMW928

Descripción:	Ventus Estación meteorológica Meteotime
Modelo	EMW928
Características	<p>La Estación Meteorológica Meteotime está diseñada de tal forma que es capaz de recibir la señales METEOTIME codificados que contienen la información meteorológica. Permite el pronóstico del tiempo y la medición de parámetros como el viento, la humedad, la lluvia y la presión atmosférica.</p> <p>Mide la temperatura interior y la humedad, y muestra los datos meteorológicos recogidos por los sensores remotos.</p> <p>También posee datos de la temperatura interior / exterior, la presión y las tendencias de la humedad, y la fase lunar.</p>
Tipo de energía	Esta solución funciona con baterías.
Especificaciones	<p>Receptor (Corriente = 6.0V, Ta = 23 ° C) y la unidad del sensor (alimentación = 3.0V, Ta = 23 ° C)</p> <p>Frecuencia de Transmisión RF 434 MHz</p> <p>Ámbito de recepción de RF</p> <p>Sensor termohigrómetro 100 metros máximo (línea de visión)</p> <p>Anemómetro, pluviómetro 30 metros máximo (línea de visión)</p> <p>Rango de presión barométrica 500 hPa a 1100hPa (14,75 inHg a 32,44inHg), (A nivel del mar) (374,5 mm Hg a 823,8 mm de Hg)</p> <p>Rango de Compensación de Altitud -200 metros a +5.000 m (-657 pies a 16.404pies)</p> <p>Resolución Presión barométrica 0,1 hPa (0,003 hPa, 0,08 mmHg)</p> <p>Precisión de presión barométrica + / -5 hPa (0,015 inHg, 0,38 mm Hg)</p> <p>Rango de Visualización de temperatura exterior -40 ° C a 80 ° C (-40 ° F a 176 ° F)</p> <p>Rango de visualización de temperatura interior -9,9 ° C a 60 ° C (14,2 ° F a 140 ° F)</p> <p>Temperatura de funcionamiento -5 ° C a 50 ° C (23 ° F a 122 ° F)</p> <p>Temperatura de almacenamiento -20 ° C a 70 ° C (-4 ° F a 158 ° F)</p> <p>Exactitud de la temperatura +/- 1 ° C o +/- 2 ° F</p> <p>Resolución de temperatura de 0,1 ° C o 0,2 ° F</p> <p>Visualización rango humedad de 0% a 99%</p> <p>Precisión de Humedad +/- 5% (a menos de 25% - 80%)</p> <p>Resolución de humedad 1%</p> <p>Ciclo de recepción</p> <p>Termohigrómetro remoto alrededor de 47 s</p> <p>Pluviómetro 183 S</p> <p>Anemómetro 33 s</p> <p>Rango dirección del Viento 16 posiciones</p> <p>Precisión de dirección de viento +/- 11,25 °</p> <p>Resolución de dirección del Viento 22.5 °</p> <p>Intervalo de muestreo de racha de viento 11 segundos</p> <p>Rango precipitación 1h/24h/ayer 0,0 a 1999,9 mm (78.73 pulgadas)</p> <p>Rango precipitaciones la semana pasada / el mes 0 a 19999 mm (787.3 cm).Requerimientos de hardware para el funcionamiento del software <i>WeatherView</i></p> <p>Sistema operativo: Windows 98 SE o superior.</p>
Sensores	El equipo incluye sensor de viento, sensor de lluvia.
Precio	249,00 € + iva

Tabla 31. Especificaciones de estación meteorológica Ventus EMW928. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Apéndice “J” Ventus Wireless Estación meteorológica EMW155

Descripción:	Ventus Wireless Estación meteorológica
Modelo	EMW155
Características	Proporcionará una medición precisa y fiable de la velocidad y dirección del viento, sensación térmica, diario / semanal / mensual / lluvia acumulada, presión barométrica, pronóstico del tiempo, para interiores y humedad al aire libre, temperatura, índice de calor y punto de rocío, así como reloj radio control y alarmas. La estación meteorológica utiliza señales de radio de 433 MHz para enviar y recibir datos del tiempo o entre monitores y sensores remotos
Tipo de energía	Esta solución funciona con baterías.
Especificaciones	<p>Temperatura interior : 0 ° C a + 50 C (+32 F a +122 F)</p> <p>Temperatura al aire libre : -20 ° C a +60 C (-4 ° F a +140 F)</p> <p>Resolución de temperatura : 0,1 ° C</p> <p>Humedad interna y externa: 20% - 99% RH</p> <p>Humedad Resolución : 1% RH</p> <p>Canal de Temperatura y Humedad : Máximo 3 (un canal ocupado por temp/humedad en anemómetro)</p> <p>Alcance de la velocidad del viento : 0 - 30 m / s</p> <p>: 0 - 108 kmh</p> <p>: 0 - 67 mph</p> <p>: 0 a 58,3 nudos</p> <p>: 0 - 11 Beaufort</p> <p>Lectura pluviómetro : 0 - 9999 mm</p> <p>: 0 a 393,66 cm</p> <p>Transmisión (anemómetro) : Hasta 100M (228 pies) en el área abierta, RF434 MHz</p> <p>De transmisión (pluviómetro) : Hasta 30 m (98 pies) en el área abierta, RF434 MHz</p> <p>Reloj : DCF77 Radiocontrol, Cuarzo de back-up</p> <p>Pilas (no incluidas) : 6.0V AA y adaptador para el monitor</p> <p>: AA x 2 unidades para anemómetro</p> <p>: AA x 2 unidades para medir la lluvia</p>
Sensores	<p>El equipo incluye un sensor de temperatura y humedad en el anemómetro.</p> <p>Alarma de sensación térmica y alarma de ráfaga de viento.</p> <p>El equipo permite la conexión con sensores remotos utilizando señales de radio de 433 MHz para enviar y recibir datos del tiempo o entre monitores.</p>
Precio	99 €

Tabla 32. Especificaciones de Ventus Wireless estación meteorológica EMW155. Fuente: Propia.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

Apéndice “L”: Direccionamiento IP.

Dirección de subred	Primer host	Último host	Broadcast	Máscara	Ubicación
192.168.16.16	192.168.16.17	192.168.16.30	192.168.16.31	255.255.255.248	Red WiMAX
192.168.16.32	192.168.16.33	192.168.16.46	192.168.16.47	255.255.255.248	Red Microondas
192.168.16.48	192.168.16.49	192.168.16.62	192.168.16.63	255.255.255.248	Operativa
192.168.16.64	192.168.16.65	192.168.16.78	192.168.16.79	255.255.255.248	Núcleo
192.168.16.80	192.168.16.81	192.168.16.82	192.168.16.83	255.255.255.252	Wi-Fi
192.168.16.84	192.168.16.85	192.168.16.86	192.168.16.87	255.255.255.252	Wi-Fi
192.168.16.88	192.168.16.89	192.168.16.90	192.168.16.91	255.255.255.252	Wi-Fi
192.168.16.92	192.168.16.93	192.168.16.94	192.168.16.95	255.255.255.252	Wi-Fi
192.168.16.96	192.168.16.97	192.168.16.98	192.168.16.99	255.255.255.252	Wi-Fi
192.168.16.100	192.168.16.101	192.168.16.102	192.168.16.103	255.255.255.252	Wi-Fi
192.168.16.104	192.168.16.105	192.168.16.106	192.168.16.107	255.255.255.252	Wi-Fi
192.168.16.108	192.168.16.109	192.168.16.110	192.168.16.111	255.255.255.252	Wi-Fi
192.168.16.112	192.168.16.113	192.168.16.114	192.168.16.115	255.255.255.252	Wi-Fi
192.168.16.116	192.168.16.117	192.168.16.118	192.168.16.119	255.255.255.252	Wi-Fi
192.168.16.120	192.168.16.121	192.168.16.122	192.168.16.123	255.255.255.252	Wi-Fi
192.168.16.124	192.168.16.125	192.168.16.126	192.168.16.127	255.255.255.252	Wi-Fi
192.168.16.128	192.168.16.129	192.168.16.130	192.168.16.131	255.255.255.252	Wi-Fi
192.168.16.132	192.168.16.133	192.168.16.134	192.168.16.135	255.255.255.252	Wi-Fi

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

Apéndice “M”: Estimación de costos del proyecto.

Equipo	Unidades	Costo unitario	Costo total en dólares
Radio base Cisco BWX 8305	1	30 000	30 000
Pluviómetro Eko Memsic	14	3 359	47 026
Cisco ASA 5585	1	36 991	36 991
Switch Cisco 3560 48 puertos	1	6 302	6 302
Routers Cisco 2811	4	2 495	9 980
Antenas Andrew modelo Kathrein	30	2 000	60 000
Radio Ericsson modelo MiniLink TN	30	800	24 000
Suscriptores Wimax Marca Tsunami modelo MP.16 3500	13	650	8 450
Computadoras	3	600	1 800
Servidores	2	4 000	8 000
Tendido Fibra óptica	3 607 metros	258 139*	266 139*
Extras (cableado Ethernet, conectores, etc.)			10 000
Inversión Total en dólares			508 688

Tabla 33. Estimación de costos del sistema planteado. Fuente: Propia.

* Los precios son calculados a la tasa oficial 4.3 BsF por dólar.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

Anexos

Anexo “A”: Eko Weather Station

Sensors	Resolution	Range	Accuracy
Barometric Pressure (Elevation Range -1000' to +12,500')	0.1 mbar	880 to 1080 mbar	1.0 mbar
Rainfall	0.02 mm (Rounded to 1mm at 2000 mm and above)	Day: 0 to 9999 mm Storm: 0 to 9999 mm Month: 0 to 19,999 mm Year: 0 to 19,999 mm	4%
Solar Radiation	1 W/m ²	0 to 1800 W/m ²	5%
Temperature	0.1°C	-40° to +65°C	0.5°C
Humidity	1%	0% to 100%	3%
Wind Direction	1°	0° to 360°	7°
Wind Speed	0.1 m/s 1 km/hr	1 to 67 m/s 3 to 241 km/hr	5%

Ilustración 79. Datasheet de la estación meteorológica Eko. Fuente: (MEMSIC, Inc, 2010)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Anexo “B”: Sensor de humedad del suelo y temperatura

eS1101 – Soil Moisture and Soil Temperature	
Type	Simple eKo sensor
Sensor Manufacturer / Model	<ul style="list-style-type: none">• Soil Moisture: Irrrometer/Watermark• Soil Temperature: Davis
Range	<ul style="list-style-type: none">• Water Potential: 0 to 200 cbar• Temperature: -40C to +70C
Accuracy	+/- 5%
Cable Length	16ft / 4.8m
Connector	6 pin, Switchcraft
Size	<ul style="list-style-type: none">• Soil Moisture: 3.25" x 3/4" (diameter)• Soil Temperature: 1" x 3/4" (diameter)
Weight	0.6 lbs including cable

Ilustración 80. Datasheet del sensor de humedad y temperatura del suelo.

Fuente: (MEMSIC, Inc, 2010)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Anexo “C”: ES1401 - Radiación Solar

	ES1100	ES1110	ES1201	ES1301	ES1401
Sensor Manufacturer		Decagon EC-5	MEMSIC (Sensirion SHT75)	Decagon LWS	Davis 6450
Range	<ul style="list-style-type: none"> Water Potential: 0 to 200 cbar Temperature*: -40C to +70C 	0-0.3 m ³ /m ³ water content	<ul style="list-style-type: none"> Humidity: 0 to 100%RH Temperature: -40C to 70C 	N/A	0 to 1800 W/m ²
Accuracy	+/- 5%	0.03 m ³ /m ³ all soil up to 8 ds/m	<ul style="list-style-type: none"> Humidity: +/-3% [10 to 90%RH] Temperature: +/-2C full range, +/-1C above -20 	N/A	+/-5% of full scale
Cable Length	16ft / 4.8m	16ft	20ft / 6m	15ft	16ft
Connector	6 pin Switchcraft	6 pin Switchcraft	6 pin Switchcraft	6 pin Switchcraft	6 pin Switchcraft
Size	<ul style="list-style-type: none"> Soil Moisture: 3.25" x 3/4" (diameter) Soil Temperature*: 1" x 3/4" (diameter) 	3.5" x 0.7" x 0.275	3 1/8" x 1.4" (diameter)	4.4" x 2.28" x .03"	6" x 4.25" x 3.25"
Weight	0.6 lbs including cable	0.3 lbs	0.5 lbs including cable	0.3 lbs	0.15 lbs

Ilustración 81. Datasheet del sensor de radiación solar. Fuente: (MEMSIC, Inc, 2010)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Anexo “D”: Nodo Eko

Sensor Ports	
Number of Ports	4: Each port can support one Eko compatible sensor.
Sensor Types	Each port supports either an Eko compatible simple or smart sensor (MEMSIC ESB protocol).
Sensor Measurement Interval	One measurement every 15 minutes (default).
Connectors	Compatible with 6 pin, Switchcraft
Radio	
Frequency	2.405 to 2.480 GHz
Channels	16 channels available selectable via rotary switch
Type	DSSS, IEEE 802.15.4
Transmitter Power Output	+3dbm (typical)
Receive Sensitivity	-101dbm (typical)
Outdoor Range Per Single Radio Hop	Typical 500ft to 1500ft line-of-sight per hop. Range extended through mesh networking hops.
Outdoor Coverage (typical)	<ul style="list-style-type: none"> • Flat with no overhead canopy: One eN2100 per 15-25 acres • Hilly but no overhead canopy: One eN2100 per 5-7 acres • Overhead canopy such as forest, orchards: One eN2100 per 1-2 acres
Antenna	Dipole, Internal
Certification	
	
Visual Indicators	
LED	One tricolor LED to indicate sensor and network connectivity
Power	
Operating Current	0.4 mA average (no sensors) at 15 minute data sampling rate
Solar Panel	Self-contained 1.3"x2.5" solar panel to recharge batteries
Batteries	Standard: 3 AA low-leakage NIMH rechargeable (via Internal solar panel). <ul style="list-style-type: none"> • Life Expectancy: <ul style="list-style-type: none"> 3 months with no solar recharging > 5 years field life Optional: 3 D alkaline cells (no solar recharging) <ul style="list-style-type: none"> • Life Expectancy: 3 yrs
Mechanical	
Water / Dust Resistance	IP66 (Protected from dust and high pressure water jets)
Operating Temperature	-40C to +60C
Operating Humidity	0 to 100 %RH, Condensing
Storage Temperature	-45C to +70C
Mounting Bracket	Wall/pole attachable bracket for quick disconnect of eN2100.
Size	3.75" x 3.5" x 10.5" / 95 x 89 x 267mm
Weight	1.2 lbs/544g

Ilustración 82. Datasheet del nodo Eko. Fuente: (MEMSIC, Inc, 2010)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Anexo “E”: Eko Gateway

Gateway	
Operating System	Debian Linux OS
Flash Memory	
Type	USB plug – In
Memory Size	2 GB (gigabytes)
Connectors	
Ethernet	1 RJ45
USB	2 USB 2.0 host (USB 1.0/1.1 compatible)
Visual Indicators	
5 LEDs	Status Indicators
Power	
Supply Voltage	5V
Power	4W
Mechanical	
Enclosure	Indoor rated
Operating Temperature	6C to 40C ambient
Operating Humidity	10% to 80% non-condensing
Size	5.2" x 0.83" x 3.6"
Weight	0.35 lbs

Ilustración 83. Datasheet del Gateway eko. Fuente: (MEMSIC, Inc, 2010)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

Anexo “F”: Eko Base Radio

Radio	
Frequency	2.405 to 2.480 GHz
Channels	16 channels available
Type	DSSS, IEEE 802.15.4
Transmitter Power Output	+3dbm (typical)
Receive Sensitivity	-101dbm (typical)
Outdoor Range Per Hop	Typical 500ft to 1500ft line of sight per hop. Range extends through mesh networking hops.
Antenna	Removable dipole antenna. Optional outdoor and indoor antennas available.
Antenna Connector	Reverse SMA compatible with most wifi indoor and outdoor antennas
Certifications	
Visual Indicator	
5 LED	Indicate power and radio communication
Cables	
USB	6ft USB cable between e82110 and e82100 gateway. (Accommodates up to 100ft USB extenders to remotely locate e82110 from gateway)
Power	
Voltage	Supplied via USB cable from gateway.
Operating Current	30 mA average
Mechanical	
Enclosure	indoor rated
Operating Temperature	6C to 40C ambient
Operating Humidity	10% to 80% non-condensing
Size	2.25" x 1.25" x 4"
Weight	0.25 lbs

Ilustración 84. Datasheet de la radio base Eko. Fuente: (MEMSIC, Inc, 2010)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL
CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO
BARUTA

**Anexo “G”: Registro de precipitación de Baruta dentro de
los años 1971 al 2006 según INAMEH.**

ESTACIÓN	AÑO	ENERO	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOSTO	SEP	OCT	NOV	DIC
CARACAS-LA CARLOTA	1977	0	1,2	1,2	0,2	107,2	89,2	110,5	187,5	69,1	80	98,7	3,7
CARACAS-LA CARLOTA	1978	1	1	1	1	56	111	104	29	45	198	64	47
CARACAS-LA CARLOTA	1979	1	0	95	50	53	211	119	157	184	126	132	82
CARACAS-LA CARLOTA	1980	7	2	0	68	83	102	169	158	209	75	85	9
CARACAS-LA CARLOTA	1983	26	9	0	58	95	130	85	78	85	100	13	4
CARACAS-LA CARLOTA	1984	12	17	0	45	25	46	186	116	153	140	101	94
CARACAS-LA CARLOTA	1985	3	13	12	94	34	103	118	120	61	214	103	119
CARACAS-LA CARLOTA	1986	1	2	11	70	126	107	46	151	123	118	61	30
CARACAS-LA CARLOTA	1987	19	1	0	0	279	87	127	195	106	197	111	43
CARACAS-LA CARLOTA	1988	9	8	2	1	24	125	62	187	160	249	58	58
CARACAS-LA CARLOTA	1989	8	4	7	10	135	68	124	76	79	20	92	2
CARACAS-LA CARLOTA	1990	10	13	12	49	122	239	123	130	223	277	103	31
CARACAS-LA CARLOTA	1991	11	3	64	12	1	73	45	160	149	83	237	34
CARACAS-LA CARLOTA	1992	4	2	0	46	135	154	173	85	85	21	165	57
LA GUAIRITA	1977	0,1	4,5	2,4	0,4	54,4	-	94	150,8	68,2	85,7	91,5	2,6
LA GUAIRITA	1978	0,6	0,2	5,4	124	59,2	129	88	61,8	19	87	62,6	46
LA GUAIRITA	1979	1,6	0,6	33,6	33,2	61,2	157,2	118	84,6	135,8	113,2	112	60,8
LA GUAIRITA	1980	9	3	0,4	50,2	69	81,8	199,2	166,8	122,2	43,6	82,4	19
LA GUAIRITA	1981	1,8	121,6	6,8	206,5	93,2	142,8	93,2	134,2	139,6	60,5	20,2	25
LA GUAIRITA	1982	23,6	25	4,6	44,4	*	257,5**	76	41,8	80,6	*	73,6**	17,4
LA GUAIRITA	1983	29,8	2	0	57,2	87,7	121,2	60,8	93,6	75	-	-	-
CARACAS-PETARE-CAURIMARE	1977	1	0,4	1,1	0	51,8	170,4	123,6	223,8	117,2	128,7	94,8	9,2
CARACAS-PETARE-CAURIMARE	1978	0,2	0	8,4	168,2	55,3	145	108,2	171,2	99	132,4	57,6	55,6
CARACAS-PETARE-CAURIMARE	1979	2	3	94,6	63	103	207,8	116,6	107,7	110,8	175,4	108,4	120

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

CARACAS-PETARE-CAURIMARE	1980	26	6,6	0	75,8	102,2	84,4	158	139,2	217	87,8	109	16,8
CARACAS-PETARE-CAURIMARE	1981	0,6	98	35,6	295,3	154,4	160,6	92,4	141,7	143	110,2	8,4	26,4
CARACAS-PETARE-CAURIMARE	1982	40,2	22,7	5,4	60,8	226,4	200,4	116,6	111,2	163,8	80,4	53,6	57,2
CARACAS-PETARE-CAURIMARE	1983	52,2	6,2	0,4	62,5	130,4	176,6	178,8	131,6	83	103,2	17	4
CARACAS-PETARE-CAURIMARE	1984	48,6	19,4	1	27,8	23,6	33	244,4	131,8	165,7	127,8	207,4	93,6
CARACAS-PETARE-CAURIMARE	1985	11,2	20	10,4	149,2	79,6	115,6	125,9	143	131,8	223,6	131,2	192,2
CARACAS-PETARE-CAURIMARE	1986	9,2	8,8	11,8	68	173,2	183,4	46,8	137	147,6	149,8	125,8	38,2
CARACAS-PETARE-CAURIMARE	1987	41	3,6	21,8	7,4	181,1	134,9	159,6	147,6	144,8	-	-	-
CARACAS U.S.B.	1971	-	-	-	-	-	110,5	191,1	169,1	93,5	118,8	63	57,5
CARACAS U.S.B.	1972	82	7	41,6	61,9	169,4	88,4	179,7	107,7	78,9	159,1	56,5	-
CARACAS U.S.B.	1973	4,3	1,8	7,9	58,8	30,8	32,7	49,5	152,6	124,2	101,9	156,6	29,1
CARACAS U.S.B.	1974	25,8	10	32,6	2,8	92,6	31,6	123,6	179	85,4	159,8	48,6	24
CARACAS U.S.B.	1976	-	-	-	-	-	-	-	-	115	278,7	54,8	19,2
CARACAS U.S.B.	1977	4,4	1,6	4,4	2,4	92,7	226,8	136,4	157,8	84,4	91,1	65,2	15,8
CARACAS U.S.B.	1978	1,2	0,8	1,4	133	120	167,8	156,8	89,8	48	98,4	70,8	61,2
CARACAS U.S.B.	1979	6	3,2	36,8	40	118,8	208,8	156,4	143	179,2	106,8	125,2	72,2
CARACAS U.S.B.	1980	12,4	9	2,6	43,2	92,8	92,6	205,2	197,8	144,8	52,6	102,2	35,4
CARACAS U.S.B.	1981	9,4	153,6	13	204,4	143,2	146,8	129,4	124,4	123,2	59	14,8	65,4
CARACAS U.S.B.	1982	32,8	24,2	6,4	76,4	192	209,2	92,2	84,4	114,6	137,4	27,4	32,8
CARACAS U.S.B.	1983	46,4	4	1,8	37,8	163	183	88	114	114	60	-	-
CARACAS U.S.B.	1985	1,8	42,6	2,8	84,2	116,2	96,8	111,3	69,4	75,8	111,3	99	*
CARACAS U.S.B.	1986	68,2**	0,6	9,4	100,4	-	-	82,8	154,6	135,4	133,8	74,2	45,8
CARACAS U.S.B.	1987	28,6	1,8	0	0,4	111,8	100,8	141,1	160,4	93	101,9	126,2	-
CARACAS U.S.B.	1988	5	16,2	10,4	1,8	11,4	315,2	73,6	128,8	187,8	217,6	96,4	70,4
CARACAS U.S.B.	1989	12,8	2,6	9,8	0	180	96,8	180,8	75,8	92	32,4	76	10,2
CARACAS U.S.B.	1990	42,2	43	2,2	19	187,6	177,4	126,6	168,2	109,6	214	129	32,8

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADA QUE OPTIMICE EL CONTROL Y MONITOREO DE LOS PLUVIÓMETROS DEL MUNICIPIO BARUTA

CARACAS U.S.B.	1991	20,2	8	68,8	32	8,4	94,4	87,6	174,6	132,2	106,7	116	57,8
CARACAS U.S.B.	1992	6	14,2	1,6	38,8	212	265,4	198,2	142,4	104,6	21,6	151,6	67,2
CARACAS U.S.B.	1993	27,2	9,4	3	147,4	135	190,2	119,6	238,8	83,3	13,2	108,8	86,2
CARACAS U.S.B.	1994	7,8	7,4	1,4	47	57,2	160,6	212,3	133,4	68,2	165,2	83,2	19,4
CARACAS U.S.B.	1995	2,6	6,2	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CARACAS U.S.B.	1998	0,2	0,6	150,3	43	162,4	247,2	121,1	117,8	46,1	163,7	0	0
CARACAS U.S.B.	2006	-	-	-	-	-	-	83,9	70,7	44,2	230,2	-	-

Tabla 34. Registro de precipitación INAMEH del municipio Baruta en los años 1971-2006. Fuente: INAMEH.