



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE ESMERALDAS**



ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

PROYECTO DE TESIS

***“IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE MONITOREO DE GASES
CONTAMINANTES QUE AFECTAN A LA CIUDAD DE
ESMERALDAS”***

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
PROGRAMACIÓN Y DESARROLLO DE SOFTWARE**

**AUTOR
OSCAR ROBERTO CEVALLOS NOBOA**

**ASESOR DE TESIS
ING. JOSÉ LUIS SAMPRIETO M.Sc.**

ESMERALDAS - SEPTIEMBRE – 2013

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de Grado de la PUCESE previo a la obtención del título de INGENIERO EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN.

DIRECTOR DE DISERTACIÓN

Ing. José Luis Sampietro M.Sc.

PRIMER LECTOR

Ing. Eduardo Almeida

SEGUNDO LECTOR

Ing. Pablo Pico V.

**DIRECTOR DE LA ESCUELA
DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
Y COMPUTACIÓN**

Ing. Pablo Pico V.

Fecha

AUTORÍA

Yo, Oscar Roberto Cevallos Noboa, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de ésta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCESE.

Oscar Cevallos N.

C.I. 1709333296

RESUMEN

El presente proyecto está desarrollado de acuerdo a las necesidades que presenta la ciudad de Esmeraldas, en especial para utilización de su población; quienes han percibido que la contaminación ambiental que rodea a la urbe se ha venido incrementado desde hace años atrás.

Se obtuvo información referente a la contaminación ambiental existente en la ciudad de Esmeraldas, en base a entrevistas a personas especializadas en cuestión ambiental, como son la Directora Provincial del Ministerio del Ambiente en Esmeraldas y al Jefe del Departamento de Control de Calidad de Refinería Esmeraldas; así como de una encuesta realizada a la población de la ciudad de Esmeraldas sobre: las fuentes contaminantes, los gases que la provocan y las consecuencias que esto da a la salud de los habitantes.

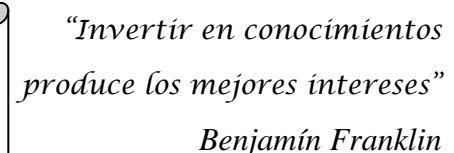
El principal objetivo de esta investigación fue realizar un estudio para la implementación de un Sistema de Monitoreo de Inmisión de gases contaminantes como el monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃), medidos en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), dióxido de carbono (CO₂), medido en partes por millón (ppm); gases que afectan a la ciudad de Esmeraldas y sus habitantes; y así, tener información en tiempo real de los niveles a los cuales está expuesta la población. Además, el sistema de monitoreo mide temperatura, en grados centígrados (°C) y humedad en porcentaje (%).

Las principales industrias con las que cuenta la ciudad de Esmeraldas tienen instalados sistemas de monitoreo de emisión de gases contaminantes que son utilizados para el mejoramiento de sus procesos industriales, así como también para controlar y disminuir la emisión de contaminantes a la atmósfera. Sin embargo, estos datos no están a disposición de la población. Por lo tanto, para facilitar a la población que realice consultas sobre los niveles de contaminación de los gases que mayor efecto tienen sobre

la salud humana se ofrece una herramienta que consiste en un Sistema de Monitoreo de Gases Contaminantes “OMONSYS” que podrá ser visualizado en una página web.

Es difícil eliminar por completo la emisión de contaminantes, pero si es posible reducirla pese a la aparición de otras industrias y el crecimiento del parque automotor que hacen que existan gases contaminantes en el ambiente.

El presente trabajo se compone de cuatro (4) Capítulos, los cuales se declaran a continuación: En el Capítulo 1. MARCO TEÓRICO, en el cual se definen los conceptos sobre la contaminación ambiental, además información de los sistemas de información como son los gestores de bases de datos, lenguajes de programación, tipos de redes, tipos de comunicaciones, entre otros; En el Capítulo 2. DIAGNÓSTICO, se definen los antecedentes diagnóstico, la justificación, objetivos diagnóstico y las variables consideradas en este proyecto, también se muestra la mecánica operativa para la investigación, terminando con la determinación del problema; En el Capítulo 3. PROPUESTA, se inicia con el estudio de factibilidad, luego se analizan el hardware y software requeridos para la realización del proyecto, se realiza el diseño de la base de datos y del sitio web, concluyendo con el desarrollo de la codificación para obtener el Sistema de Monitoreo de Gases Contaminantes “OMONSYS”; En el Capítulo 4. IMPACTOS, se detallan los niveles de impactos que tiene el proyecto y la presente investigación; Luego se detallan las Conclusiones y Recomendaciones. Finalmente se muestra el Glosario, las Fuentes de Información y los Anexos que avalan la presente investigación.



*“Invertir en conocimientos
produce los mejores intereses”*
Benjamín Franklin

ABSTRACT

This project is developed according to the requirements by Esmeraldas city, especially for use of their citizens who have perceived environmental contamination since years ago but now this has increased.

It's difficult to eliminate completely the emission of pollutants, but it can be reduced despite the emergence of others industries and fleet growth that causes polluting gases in the environment.

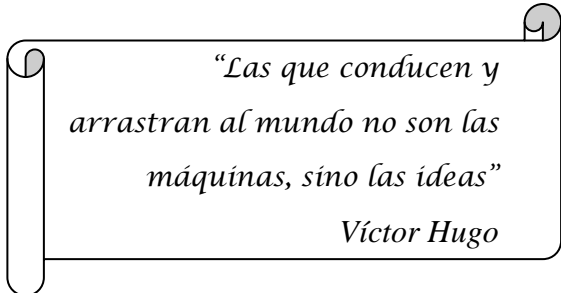
We obtain information about the environmental pollution of Esmeraldas city, based on interviews with specializing people of environmental issues, like that the Provincial Director of the Ministry of Environment in Esmeraldas and the Boss of Quality Control Department Esmeraldas Refinery; well as inquests to the citizens of Esmeraldas city on: pollutant sources, the causes and consequences of gases on the health of the people.

The main objective of this investigation was to study for the implementation of a Monitoring System of gases polluting such as carbon monoxide (CO), sulfur dioxide (SO₂), nitrogen dioxide (NO₂), Ozone (O₃), measured in micrograms per cubic meter ($\mu\text{g} / \text{m}^3$), carbon dioxide (CO₂), measured in parts per million (ppm); gases affecting the city of Esmeraldas and its habitants, and with this we could have information on real time of the levels that people are exposed. Also, the monitoring system measures temperature in degrees Celsius ($^{\circ}\text{C}$) and humidity in percent (%).

The main industries that have the city, have installed monitoring systems of emissions of the polluting gases that are used for the improvement of industrial process, as well as to control and reduce the emission of pollutants into the atmosphere. However, this information is not available to the citizens. Therefore, to make easy the consultations of the levels of contamination of the gases for the people and they can know the effects of

the gases on human health. We provide a tool that consist of a Monitoring System of Pollutant Gases "OMONSYs" which can be viewed on a website.

This document consists of four (4) chapters, which are declared as follows: Chapter 1. THEORETICAL, which defines the concepts of environmental pollution, and reports of the information systems such as database managers, programming languages, network types, types of communications, among others; Chapter 2. DIAGNOSIS, diagnosis sets out the background, rationale, objectives and variables diagnosis considered in this project also shows the modus operandi for research, ending with the determination of the problem. Chapter 3. PROPOSAL, begins with the feasibility study, then analyzed the hardware and software required for the project, it makes the design of the database and the website, concluding with the development of the coding for hardware recognition used to obtain the Gas Monitoring System Contaminants "OMONSYs". Chapter 4. IMPACTS, detail the levels of impacts that has the project and the present investigation. After, it details the conclusions and recommendations. Finally, we show the Glossary, Information Sources and Appendices that support this research.



*“Las que conducen y
arrastran al mundo no son las
máquinas, sino las ideas”*

Víctor Hugo

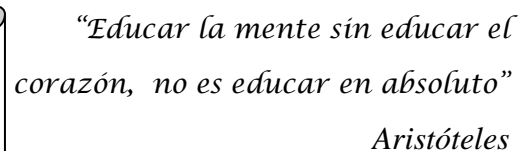
DEDICATORIA

A mi Esposa e Hijos: Mony, Ariel y Naomi, de quienes he tenido todo su apoyo y paciencia en este tiempo que he dedicado a mis estudios y es por ellos todo mi esfuerzo realizado.

A mis Padres: Francisco y Alicia, porque ellos me forjaron gran parte de mi existencia, para hacerme una persona responsable en todos los ámbitos de la vida.

A mis Hermanos: Margoth, Germán, Pablo, Mauricio, Rossana, Adriana y Víctor, de quienes he recibido buen ejemplo y gran dedicación a las tareas realizadas.

A mis Padres Políticos: Alfonso y María, quienes han sabido alentarme para alcanzar mis grandes objetivos.



“Educar la mente sin educar el corazón, no es educar en absoluto”
Aristóteles

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida y la salud.

A mi Esposa, Hijos, Padres y Hermanos, por su apoyo incondicional.

A los docentes de la Escuela de Sistemas, quienes me han brindado su amistad y han compartido gran parte de sus conocimientos.

A todas las amistades que he conseguido a lo largo de la vida, quienes me han apoyado en todo momento para seguir adelante.

*“Hay una fuerza motriz más poderosa
que el vapor, la electricidad y la
energía atómica: la voluntad”*

Albert Einstein

Tabla de contenido

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	<i>ii</i>
AUTORÍA	<i>iii</i>
RESUMEN	<i>iv</i>
ABSTRACT	<i>vi</i>
DEDICATORIA	<i>viii</i>
AGRADECIMIENTO	<i>ix</i>
ÍNDICE DE TABLAS	<i>xiii</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>xiv</i>
ÍNDICE DE ANEXOS	<i>xvi</i>
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	<i>1</i>
1.1. Contaminación	<i>1</i>
1.1.1. Definición de contaminación	<i>1</i>
1.1.2. Tipos de contaminación	<i>2</i>
1.1.3. Emisores contaminantes	<i>3</i>
1.1.4. Contaminación atmosférica	<i>4</i>
1.1.5. Principales contaminantes del aire	<i>6</i>
1.2. Sistemas de medición de contaminantes atmosféricos	<i>8</i>
1.2.1. Metodologías para la medición de contaminantes atmosféricos	<i>8</i>
1.2.2. Monitoreo de gases contaminantes mediante sensores	<i>9</i>
1.2.3. Tecnología Arduino	<i>12</i>
1.2.4. Unidades de medición de la concentración de contaminantes en la atmósfera	<i>13</i>
1.2.5. Transformaciones habituales de unidades	<i>14</i>
1.2.6. Normas de calidad del aire o nivel de inmisión en el Ecuador	<i>15</i>
1.2.7. Máximos permisibles de gases contaminantes en el Ecuador	<i>16</i>
1.2.8. Redes de vigilancia de la calidad del aire	<i>17</i>
1.3. Ciudad de Esmeraldas	<i>18</i>
1.3.1. Situación geográfica	<i>18</i>
1.3.2. Población	<i>19</i>
1.3.3. Agentes contaminantes en la ciudad de Esmeraldas	<i>19</i>

1.4. Sistemas de información y comunicación de datos	22
1.4.1. Sistemas de información informática	22
1.4.2. Lenguajes de programación	23
1.4.3. Bases de datos	25
1.4.4. Sitios Web	29
1.4.5. Redes de comunicación	32
CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO	38
2.1. Antecedentes Diagnóstico	38
2.2. Justificación	39
2.3. Objetivos diagnósticos	39
2.4. Variables diagnóstico	40
2.5. Indicadores por variables	40
2.5.1. Variable fuentes contaminantes	40
2.5.2. Variable contaminación ambiental	40
2.5.3. Variable concienciación respecto a la contaminación ambiental	41
2.6. Matriz de relación diagnóstica	41
2.7. Mecánica operativa	44
2.7.1. Población o Universo	44
2.7.2. Determinación de la muestra	44
2.7.3. Información primaria	45
2.7.4. Información secundaria	46
2.8. Análisis de la información obtenida mediante aplicación de encuestas	46
2.9. Procesamiento de la información obtenida mediante entrevistas	52
2.9.1. Entrevistas	52
2.10. Análisis FODA	55
2.10.1. Fortalezas	55
2.10.2. Oportunidades	55
2.10.3. Debilidades	55
2.10.4. Amenazas	56
2.11. Determinación del problema diagnóstico	57
CAPÍTULO 3: PROPUESTA	58
3.1 Estudio de factibilidad	58
3.1.1. Recursos humanos	58
3.1.2. Recursos tecnológicos.	59
3.1.3. Recursos económicos.	59

3.2. Integración de Componentes	59
3.2.1 Estructura del Sistema de Monitoreo	59
3.3. Requerimientos de Hardware	61
3.3.1. Tarjeta concentradora Arduino	61
3.3.2. Sensores de gases contaminantes placa Arduino	63
3.3.3. Display LCD de 16 segmentos	69
3.3.4. Tarjeta de Comunicación X-bee	72
3.3.5. Fuente de Alimentación	75
3.3.6. Caja de conexión de placa Arduino	75
3.3.7. Caja de conexión de sensores	77
3.4. Requerimientos de Software	78
3.4.1. Interfaz de desarrollo Arduino y drivers para S.O. Windows	78
3.4.2. Codificación para Reconocimiento de Sensores	79
3.4.3. Programa de Arduino para Visual Studio	83
3.4.4. Diseño del Windows Form	83
3.4.5. Diseño del Sitio Web	87
3.5. Documentación	97
3.5.1. Pruebas de Funcionamiento	97
3.5.2. Manual de Instalación	99
<i>CAPÍTULO 4: IMPACTOS</i>	<i>100</i>
4.1 Impacto social	101
4.2 Impacto ambiental	102
4.3 Impacto tecnológico	103
4.4 Impacto económico	104
4.5 Impacto general	105
<i>CONCLUSIONES</i>	<i>106</i>
<i>RECOMENDACIONES</i>	<i>107</i>
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	<i>108</i>
<i>GLOSARIO</i>	<i>113</i>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Contaminación del aire y del agua.....	5
Tabla 2: Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión.....	16
Tabla 3: El valor límite de exposición profesional (LEP-VLA) del INSHT.....	16
Tabla 4: Matriz de Relación Diagnóstica.....	43
Tabla 5: Estrategias FA, FO, DA, DO.....	56
Tabla 6: Conversión de unidades de gases contaminantes.....	68
Tabla 7: Distribución de Pines de LCD 16x2 con Arduino.....	70
Tabla 8: Cable DB-25.....	76
Tabla 9: Estructura del código de Sensores en Arduino.....	80
Tabla 10: Descripción de Tabla CO, para gas monóxido de carbono.....	93
Tabla 11: Descripción de Tabla CO ₂ , para gas dióxido de carbono.....	94
Tabla 12: Descripción de Tabla SO ₂ , para gas dióxido de azufre.....	94
Tabla 13: Descripción de Tabla NO ₂ , para gas dióxido de nitrógeno.....	94
Tabla 14: Descripción de Tabla O ₃ , para gas ozono.....	95
Tabla 15: Descripción de Tabla Temperatura.....	95
Tabla 16: Descripción de Tabla Humedad.....	95
Tabla 17: Especificaciones de equipos de prueba.....	97
Tabla 19: Indicadores de impacto social.....	101
Tabla 20. Indicadores de impacto ambiental.....	102
Tabla 21. Indicadores de impacto tecnológico.....	103
Tabla 22. Indicadores de impacto económico.....	104
Tabla 23. Indicadores de impacto general.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Refinería Estatal Esmeraldas	20
Figura 2: Ubicación de Refinería Estatal de Esmeraldas	20
Figura 3: CelecEP Termoesmeraldas	21
Figura 4: Acerca de SQL-Server 2008 R2	27
Figura 5: SQL Server 2008 R2	28
Figura 6: Visual Studio 2010	32
Figura 7: Red tipo Bus	34
Figura 8: Red tipo Anillo	35
Figura 9: Red tipo Estrella	35
Figura 10: Red tipo Malla	36
Figura 11: Conocimiento de las causas de la contaminación ambiental	47
Figura 12: Fuentes de contaminación ambiental en la ciudad de Esmeraldas	48
Figura 13: Visitas al médico por problemas de enfermedades a causa de la contaminación ambiental	49
Figura 14: Uso de internet para informarse de la contaminación ambiental existente en la ciudad de Esmeraldas	50
Figura 15: Utilidad de instalación de sistemas de monitoreo de la contaminación ambiental en la ciudad de Esmeraldas.....	51
Figura 16: Conexiones de Hardware y Software	60
Figura 17: Tarjeta Arduino Uno	61
Figura 18: Distribución de Pines de la placa Arduino Uno.....	62
Figura 19: Tarjeta Arduino Shield Sensor V1.0.....	63
Figura 20: MQ7 – Sensor de Monóxido de Carbono CO	64
Figura 21: MG811 – Sensor de Dióxido de Carbono CO2	65
Figura 22: MQ136 – Sensor de Dióxido de Azufre SO2	66
Figura 23: MQ131 – Sensor de Dióxido de Nitrógeno NO2 y Ozono O3	67
Figura 24: DHT11 – Sensor de Humedad y Temperatura	69
Figura 25: LCD Display 16x2.....	70
Figura 26: Esquema de conexiones LCD Display con Arduino	71
Figura 27: Diagrama de conexiones LCD Display con Arduino	71
Figura 28: Módulos de Comunicación X-bee	73
Figura 29: Reconocimiento de modulo X-bee	74
Figura 30: Configuración de dispositivos END y COORDINADOR de X-bee	74
Figura 31: Fuente regulada de hasta 12Vdc.....	75
Figura 32: Conexiones de tarjeta Arduino	76
Figura 33: Elaboración de caja electrónica para Arduino	77
Figura 34: Conexión de Sensores de Gases Contaminantes	77
Figura 35: Elaboración de caja para Sensores de Gases Contaminantes	78

Figura 36: Interfaz del Entorno de Desarrollo IDE.....	79
Figura 37: Interfaz de Arduino para Visual Studio 2010.....	83
Figura 38: Windows Forms para comunicación con placa Arduino.....	85
Figura 39: Secuencia de nueva lectura de sensores para formulario Windows Forms.....	86
Figura 40: Diagrama de bloques para lectura de sensores.....	87
Figura 41: Configuración de páginas del sitio web.....	89
Figura 42: Distribución del Menú de la Página Web.....	90
Figura 43: Página web <u>Hardware</u>	91
Figura 44: Página web <u>Autor</u>	91
Figura 45: Página web <u>Mediciones</u>	92
Figura 46: Creación de base de datos.....	93
Figura 47: Secuencia para insertar datos a la BDD.....	96
Figura 48: Multímetro digital de medición de Temperatura FLUKE 87V.....	97
Figura 49: Comparación de valores de medición de Temperatura.....	98
Figura 50: Medidor portátil de gas CO – MSA Orion.....	98
Figura 51: Comparación de valores de medición de CO.....	99
Figura 52: Índice de Manual de Instalación de Software.....	99

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I. Emisión de dióxido de carbono, por país, en millones de toneladas	120
Anexo II. Norma de calidad de aire ambiente o nivel de inmisión	121
Anexo III. Estudio de la Calidad del Aire de la Ciudad de Esmeraldas.....	126
Anexo IV. Población del Cantón Esmeraldas	129
Anexo V. Contacto del Ministerio del Ambiente.....	130
Anexo VI. Guía para entrevista: A la Directora Provincial del Ministerio del Ambiente en Esmeraldas	131
Anexo VII. Guía para entrevista: Al Jefe de Control de Calidad de Refinería Esmeraldas (Experto).....	132
Anexo VIII. Encuesta para determinar el grado de concienciación existente en la población de la ciudad de Esmeraldas sobre la contaminación ambiental	133
Anexo IX. Respuesta a cuestionario al Ministerio del Ambiente	134
Anexo X. Datasheet Gas Sensor MQ-7	135
Anexo XI. Datasheet Gas Sensor MG-811	138
Anexo XII. Datasheet Gas Sensor MQ-136.....	140
Anexo XIII. Datasheet Gas Sensor MQ-131.....	142
Anexo XIV. Datasheet Sensor DHT11	144
Anexo XV. Codificación de sensores en Placa Arduino.....	147
Anexo XVI. Codificación Windows Forms para almacenamiento en base de datos	157
Anexo XVII. Codificación de Web Forms de páginas web	161
Anexo XVIII. SQL-Query para creación de base de datos “GASES”	172
Anexo XIX. Codificación de Triggers para tabla temporal	174
Anexo XX. Codificación para Comunicación con LCD-Display 16x2	177
Anexo XXI. Manual de instalación.....	179

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1. Contaminación

1.1.1. Definición de contaminación

Se conoce como contaminación, a la transmisión y difusión de sólidos, líquidos o gases tóxicos a medios como la atmósfera, el agua, o el suelo. De acuerdo al origen, existe contaminación proveniente de eventos naturales como: erupciones volcánicas, incendios forestales, entre otros, o de los desechos de las actividades del ser humano como: procesos industriales, combustión de hidrocarburos, incremento de automóviles en las ciudades, ensayos nucleares, desechos orgánicos, por citar algunos casos; y que estos, son causa de múltiples problemas a la salud de las personas y a los bienes en general.

La contaminación es difícil de eliminar, pero si se realiza un control y se toma conciencia de los problemas que causa, es posible disminuir sus niveles de contaminación para así preservar la salud de todos los seres vivos en general y especialmente la de la especie humana.

1.1.2. Tipos de contaminación

De acuerdo al recurso natural que afecta la contaminación puede ser:

a) Contaminación atmosférica (aire)

Este tipo de contaminación se da por la liberación de sustancias químicas y partículas en la atmósfera alterando su composición, lo que ocasiona un riesgo para la salud de las personas y de otros seres vivos. Los gases contaminantes del aire más comunes son: el monóxido de carbono, el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno producidos en la combustión en las industrias y de los motores de los vehículos. La contaminación atmosférica se dice que es local, cuando los efectos ligados al foco de emisión afecta solo a las inmediaciones del mismo, o es global, cuando las características del contaminante afectan al equilibrio del planeta y zonas distantes a los focos emisores, entre estos se pueden citar la lluvia ácida y el calentamiento global.

b) Contaminación hídrica (agua de mares, ríos, lagos)

Este tipo de contaminación se da por la liberación de residuos y contaminantes que son drenados a las alcantarillas y luego llegan hacia los ríos, penetrando en aguas subterráneas o descargando directamente en lagos y mares; otros que contaminan los océanos y playas, son los desechos marinos que en su mayoría son plásticos, algunas veces se acumulan en alta mar como en la gran mancha de basura del Pacífico norte; los derrames de petróleo en los pozos petroleros o por fugas en sus tuberías de transporte, también son contaminantes de los efluentes hídricos.

c) Contaminación edafológica (suelo)

Este tipo de contaminación se da cuando productos químicos son liberados por un derrame o filtraciones sobre la tierra. Entre los contaminantes del suelo están los hidrocarburos como el petróleo y sus derivados, los metales pesados presentes en las baterías, los herbicidas y plaguicidas rociados en los monocultivos producidos por la industria; también los vertederos y cinturones ecológicos que entierran grandes cantidades de basura en las ciudades. Esta contaminación afecta a la salud de las

personas de forma directa y al entrar en contacto con fuentes de agua. (Cisneros Sonia Elizabeth, 2012)

1.1.3. Emisores contaminantes

Contaminante se considera a toda materia, energía, organismo vivo, sustancia o sus derivados que al incorporarse a los componentes del ambiente, alteran sus características, dañando los bienes o perjudicando la salud de las personas, animales o plantas. (López, 2011).

Estos emisores contaminantes van de acuerdo al desarrollo de la humanidad, ya sea económico, político o social. El ser humano, quien utiliza los recursos naturales de forma indiscriminada mediante: las industrias que emiten grandes cantidades de sustancias tóxicas a la atmósfera, la tala de bosques, la caza de especies protegidas, el consumo de energía no renovable, el derrame de petróleo, todo esto afecta al planeta en general.

De acuerdo a las características específicas de los contaminantes, se clasifican en:

a) Agentes contaminantes físicos

Son aquellos que su presencia altera la calidad de los componentes del ambiente, se caracterizan por un intercambio de energía entre la persona y el ambiente que el organismo no soporta. Son considerados contaminantes físicos, entre otras formas de energía: el ruido, luz intensa, vibraciones, temperaturas, presión, radiaciones ionizantes.

b) Agentes contaminantes químicos

Están constituidos por materia inerte orgánica o inorgánica, ya sea natural o sintética como: gases, vapores, polvos, humos y nieblas. Son aquellas sustancias que alteran la conformación química de los componentes del medio ambiente, entre otros podemos citar: gases tóxicos, metales pesados, ácidos orgánicos e inorgánicos, así como también, los insecticidas.

c) Agentes contaminantes biológicos

Se consideran a los microorganismos, que pueden degradar la calidad del aire, agua, suelo y alimentos. Están constituidos por agentes vivos que contaminan el medio ambiente y que pueden dar lugar a enfermedades infecciosas o parasitarias, entre estos agentes contaminantes están: los microbios, los insectos, las bacterias, los virus.

d) Agentes contaminantes psicosociales

Se consideran a los factores que surgen de las relaciones humanas y que desencadenan presiones o tensiones emocionales que culminan en crisis de angustia, producen daño en la salud, son consecuencia de la automatización, división del trabajo y especialización en tareas simples y repetitivas, que conducen a la monotonía y falta de interés en el ser humano que pueden llegar incluso a degenerar en problemas psíquicos.

1.1.4. Contaminación atmosférica

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en el aire de sustancias o energías que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza. Si éstas ponen en peligro la salud del hombre, su bienestar o sus recursos, se convierten en contaminantes. La **contaminación del aire** afecta de diferente manera a la salud de las personas y depende de factores como el nivel de exposición a los contaminantes, de la resistencia y a la capacidad física de cada individuo. (Marcano, 2011)

Para determinar si el aire está contaminado, en la tabla 1, se puede visualizar la composición del aire seco, a nivel del suelo; a esos valores el aire se encuentra libre de contaminación.

COMPONENTES PRINCIPALES	CONCENTRACION (% Volumen)	PESO TOTAL (Millones de toneladas)
Nitrógeno (N ₂)	78.09	4.220'000.000
Oxígeno (O ₂)	20.95	1.290'000.000
Argón (Ar)	0.93	72'000.000
Dióxido de Carbono (CO ₂)	0.032	2'700.000
COMPONENTES MENORES		
Neón (Ne)	0.0018	70.000
Helio (He)	0.00052	4.000
Metano (CH ₄)	0.00015	4.600
Hidrógeno (H ₂)	0.00005	190
Óxido Nitroso (N ₂ O)	0.00002	1.700
Monóxido de Carbono (CO)	0.00001	540
Xenon (Xe)	0.000008	2.000
Ozono (O ₃)	0.000002	190
Amoníaco (NH ₃)	0.0000006	21
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	0.0000001	9
Oxido Nítrico (NO)	0.00000006	3
Dióxido de Azufre (SO ₂)	0.00000002	2
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	0.00000002	1

Tabla 1: Contaminación del aire y del agua

Fuente: Stocker /Seager. Química Ambiental: Contaminación del aire y del agua

Cabe indicar que el organismo de cada persona responde a la contaminación del aire de distintas formas, como: rechazo a través de tos seca o estornudo, agotamiento físico o mediante la presencia de síntomas o enfermedades.

Las enfermedades ambientales afectan a distintos sistemas en el organismo de las personas como son: respiratorio, cardiovascular, nervioso y la piel. Entre las principales molestias ocasionadas por la contaminación del aire, es la irritación de los ojos, esto se debe a la presencia de ozono en el aire y de innumerables partículas de polvo en suspensión.

Otros contaminantes químicos que se encuentran en el aire pueden causar resequedad de las mucosas, enfermedades respiratorias, trastornos digestivos, asma, bronquitis, así como también irritación y comezón en la piel, cáncer bronquial, problemas cardiovasculares, coágulos e infartos especialmente en gente adulta. (Lupaca & Llanqui, 2011)

1.1.5. Principales contaminantes del aire

Entre los principales contaminantes del aire están:

a) Dióxido de Carbono (CO₂)

Se origina en los procesos de combustión. Es el principal gas del efecto invernadero (GEI), emitido por quema de combustibles fósiles. Los niveles de dióxido de carbono, llegaron a cifras récords en el año 2006, acelerando el calentamiento global según informe de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Este gas producido por las actividades humanas y al cual el Panel Internacional del Clima de la ONU culpa de fomentar el calentamiento a nivel mundial. (Blanco, 2008)

Este crecimiento en las concentraciones es debido principalmente a la quema de combustibles fósiles para energía, y en menor grado a la deforestación. Se puede observar, la **Emisión de dióxido de carbono por país**, en millones de toneladas en el **Anexo I**.

b) Monóxido de Carbono (CO)

Se produce por las combustiones incompletas, en particular de la siderurgia, refinerías de petróleo y motores de vehículos. Es un gas incoloro, inodoro y tóxico.

c) Dióxido de azufre (SO₂)

El humo, la niebla o ambos provienen de las centrales eléctricas, fábricas, automóviles y del combustible de uso doméstico. El aire contaminado agrava las enfermedades

respiratorias, corroe árboles y construcciones de piedra caliza; afecta también a productos textiles sintéticos.

d) Óxidos de Nitrógeno (NOx)

Se producen por los motores de combustión interna, los aviones, los hornos, el uso excesivo de fertilizantes, los incendios de bosques, entre otros. Son el constituyente característico del smog de las grandes ciudades que ocasiona infecciones respiratorias, entre ellas la bronquitis, especialmente a los recién nacidos.

e) Material particulado

Está constituido por una mezcla de materiales sólidos y líquidos en forma de partículas suspendidas en el aire, varían de tamaño, forma y composición. Su tamaño va desde los 0.005 hasta 100 micras de diámetro aerodinámico, para entender mejor va desde unos cuantos átomos hasta el grosor de un cabello humano. Entre los principales se tiene al material particulado PM2.5, cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2.5 micras; y, al material particulado PM10, de diámetro aerodinámico menor a 10 micras.

Entre otros contaminantes del aire están: el metano (CH₄), influye sobre el clima con altas incidencias sobre el ozono en la tropósfera, el vapor de agua en la estratósfera y la capacidad oxidante de la atmósfera; el fosfato, se encuentra en las aguas de alcantarillas y de desechos, proviene de los detergentes, fertilizantes y de los residuos de las crías de animales; el mercurio (Hg), se produce en la utilización de combustibles fósiles, en la industria, en las centrales de energía eléctrica, en fabricación de pinturas, en papeleras, constituye un grave agente contaminante de los alimentos, especialmente de los provenientes del mar; el petróleo y sus derivados, la contaminación es causada por extraer el producto, durante su refinación, por los accidentes de buques petroleros y por la evacuación que se efectúa durante el transporte, causa daños desastrosos en el medio, destruyendo el plancton, la flora y fauna marinas; plaguicidas, son tóxicas para los crustáceos, incluso en cantidades pequeñas, se utilizan en la agricultura; sustancias radioactivas, se originan en la producción de energía atómica, en la fabricación y pruebas de armas nucleares, en desechos radioactivos arrojados al mar y por los buques de propulsión nuclear.

1.2. Sistemas de medición de contaminantes atmosféricos

1.2.1. Metodologías para la medición de contaminantes atmosféricos

Existen varias metodologías para la medición de sustancias gaseosas en el aire ambiente, entre las que se pueden citar:

a) Monitoreo mediante sistemas pasivos

Estos sistemas se basan en la absorción sobre un sustrato que se encarga de retener el contaminante a ser medido. Este contaminante llega al sustrato mediante un mecanismo de difusión molecular a través del aire, luego esas muestras son enviadas a un laboratorio en el que se produce la resorción de la sustancia contaminante para proceder a un análisis cuantitativo utilizando técnicas instrumentales. Se caracterizan por su bajo costo, por lo que se pueden instalar varios de éstos en diferentes zonas a ser analizadas, así se puede tener una red de datos muy significativa; tienen simplicidad en la toma de la muestra y en el análisis de laboratorio, es así que no necesitan de personal altamente calificado y la muestra no requiere de aporte energético externo; pero no todo son ventajas, ya que para la toma de muestras y el análisis en el laboratorio requieren de un mayor tiempo para recoger una cantidad significativa de gas a ser analizado.

b) Monitoreo mediante sistemas activos

La diferencia con los sistemas de monitoreo pasivos está en los mecanismos de circulación del aire. Así, mientras un sistema pasivo no requiere de aporte energético externo para captar la muestra a ser medida, un sistema activo requiere una bomba de aspiración para forzar el paso de una corriente de aire, este aire pasa a través de un reactivo químico específico o bien hacia un medio físico de recolección, así se puede obtener una muestra cuantificable y analizable, similar a la obtenida en los sistemas pasivos, ya que esta muestra debe trasladarse a un laboratorio para proceder a su análisis cuantitativo.

c) Monitoreo mediante analizadores automáticos

Consiste en la utilización de propiedades físicas o químicas de la sustancia contaminante a ser medida y cuantificada de forma continua, utiliza métodos óptico-electrónicos o sensores para la medición. La muestra de aire que se desea medir entra en una cámara de reacción en la que alguna propiedad óptica del contaminante se determina de forma directa o mediante la generación de una reacción química que produce un determinado fenómeno, como puede ser el caso de la luz fluorescente o quimiluminiscente. La mayoría de los sistemas de monitoreo son de este tipo, son más rápidas y sencillas de utilizar, además están normalizadas las técnicas por las que se rige la cuantificación de cada contaminante.

d) Monitoreo mediante sensores remotos

Consiste en la utilización de sensores remotos, dan valores correspondientes a una medición integrada de varios componentes (sistemas multicomponente) dentro de un espacio previamente especificado, alcanzan rangos espaciales superiores a los 100 metros.

e) Monitoreo mediante bioindicadores

Conocido también como biomonitorización, es una técnica que consiste en observar la acción que produce el contaminante determinado que se desea medir sobre algún ser vivo que sea sensible a este. Esta técnica cubre un extenso rango de sistemas de muestreo y análisis, todos con diferente grado de desarrollo, en el caso del aire generalmente se usan plantas como bioindicadores.

1.2.2. Monitoreo de gases contaminantes mediante sensores

El monitoreo de gases peligrosos para la calidad del aire a diferencia de la medición como voltaje, temperatura o humedad, es un tema complejo, ya que existen cientos de gases y una extensa gama de aplicaciones en donde están presentes, por lo que el tema se complica más porque hay varios sensores que pueden ser usados para su medición.

Cada sensor tiene un principio de detección único, por lo tanto tiene características de respuesta al gas también únicas. La mayoría de sensores son sensitivos a un grupo de gases, por lo que, para seleccionar un sensor o un sistema de detección, es importante conocer qué tipo de sensores están disponibles y las respuestas características a diversos gases, para así obtener óptimos resultados. Existen sensores que son robustos, resistentes a la corrosión y al polvo, y pueden ser adecuados para sistemas multisensor, tienen expectativa de vida útil larga, bajos costos y son fáciles de operarlos y mantenerlos, incluso por personal mínimamente capacitado.

Las aplicaciones de uso son: monitoreo de gases tóxicos para la salud humana y monitoreo de gases combustibles, para el monitoreo de gases tóxicos se requieren sensores sensibles a niveles bajos de concentraciones, en cambio, para el monitoreo de gases combustibles se requieren sensores que puedan detectar altas concentraciones de gases.

Un sensor, también conocido como captador o transductor, es un dispositivo diseñado específicamente para recibir una información correspondiente a una magnitud externa al mismo, transformándola en otra magnitud, generalmente eléctrica, que permita una cuantificación y una manipulación mucho más sencillas. (Cardona, 2011)

Los sensores utilizados para medir la contaminación atmosférica pueden tomar datos de los valores de emisión y de inmisión, y pueden formar parte de sistemas de regulación automática, de sistemas de detección y de registro de datos. Para cuantificar la contaminación atmosférica se utilizan estaciones integrales de medida automáticas. Estas se encargan de determinar la concentración existente de cada contaminante en tiempo real, facilitando la labor de actuación en caso de producirse alguna anomalía o emergencia. Dichas estaciones están formadas por sensores, los cuales transforman la magnitud referente a la contaminación atmosférica en una señal eléctrica cuantificable y que se pueda procesar electrónicamente, para que mediante un sistema de información poder visualizar dichos datos.

Entre los sensores más comunes usados para monitorear la calidad del aire se tienen:

a) Sensores electroquímicos

Consisten en un electrodo sensor (cátodo) y un contra electrodo (ánodo) separados por una capa de electrolito. El gas que entra en contacto con el sensor reacciona sobre la superficie del electrodo sensor generando una reacción de oxidación, una corriente proporcional a la concentración de gas es generada y puede ser medida para determinar la concentración de gas. Tiene como características: bajo consumo de energía, buena sensibilidad, selectividad, puede ser usado en unidades portátiles alimentadas con baterías, expectativa de vida de uno a tres años. Alrededor de 30 gases pueden ser detectados con este tipo de sensores en bajos rangos de ppm (partes por millón) o $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (microgramos por metro cubico). Diseñados para detectar gases tales como monóxido de carbono, sulfato de hidrógeno, dióxido de sulfuro, cloro y dióxido de nitrógeno.

b) Sensores catalíticos de gases combustibles

En presencia de gases combustibles, las moléculas de gas se queman sobre la superficie del sensor, esto causa que la temperatura del sensor se incremente, el cambio de temperatura altera la resistencia de un alambre de platino en espiral que es recubierto con un óxido metálico tratado catalíticamente y que está conectado a un circuito de puente Wheatstone, produce una señal proporcional a la concentración del gas. La salida del sensor catalítico es directamente proporcional a la concentración de gas, hasta el límite explosivo inferior. Sus características son: expectativas de vida de uno a dos años y alteración del catalizador.

c) Sensores de gas de estado sólido

Se componen de uno o más óxidos metálicos de metales de transición, estos óxidos están preparados y procesados para formar un sensor en forma de burbuja. Un calefactor se inserta en el sensor para mantener el sensor a una temperatura óptima para la detección del gas. Un par de electrodos apropiados se insertan en el óxido metálico, para medir sus cambios de conductividad en forma de señal, pueden ser usados para detectar una variedad de gases en bajos rangos de ppm, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ o rangos de combustibles. Entre

sus características están: la versatilidad se logra variando los materiales de óxidos metálicos, la flexibilidad y expectativas de larga vida superior a los 10 años.

d) Sensores infrarrojos

Absorben la radiación infrarroja en largos de ondas específicas. Esta energía hace que se incremente la temperatura de las moléculas de gas. El cambio de temperatura se mide como una concentración de gas. Se caracterizan por: mínimo contacto físico, el sensor puede ser usado de forma continua y expuesta a altas concentraciones de gas, robusto. Estos sensores son ideales para aplicaciones de altas concentraciones de hidrocarburos. También son monitores efectivos para medir el dióxido de carbono.

e) Detectores de fotoionización

Utilizan luz ultravioleta para ionizar las moléculas de gas, se emplean en la detección de compuestos orgánicos volátiles conocidos como VOC's. Entre sus características se pueden nombrar: buena sensibilidad, respuesta rápida y selectividad, son utilizados sólo para aplicaciones portátiles.

1.2.3. Tecnología Arduino

Una placa Arduino es una placa electrónica que es Open Source y Open Hardware que comunica un microcontrolador con puertos de entrada y/o salida, tiene un lenguaje de programación Processing/Wiring y una memoria Eeprom que actúa como un pequeño disco duro, aquí se almacenan los programas que se van a ejecutar. Esta memoria es no volátil, es decir que así se apague la placa Arduino los datos permanecen ahí, también se debe indicar que soporta interfaces de comunicación como: wireless, bluetooth, ethernet, entre otras.

Arduino dispone de un entorno propio de desarrollo de programación conocido como IDE que se puede obtener para diferentes sistemas operativos como: Windows, Mac y Linux, el cual se transfiere mediante cable USB. Esta interfaz permite introducir el

programa a ejecutar en la placa Arduino y es donde se define que hacer tanto con las entradas como con las salidas que dispone la placa.

Por tratarse de una plataforma Open Hardware, se la puede construir fácilmente mediante los patrones que se pueden descargar directamente de la página web de Arduino, además que existen una multitud de distribuidores de estas placas.

Existen diferentes placas de Arduino, las cuales dependen mucho del tamaño del proyecto, de la cantidad de entradas y/o salidas requeridas, si la alimentación y programación se va a realizar con la propia placa, si va a interactuar con su misma circuitería o si va a comunicarse con dispositivos externos móviles como: pda's, receptores, celulares, entre otros; así, se tienen entre las placas Arduino más conocidas: Arduino Uno, Arduino Mega, Arduino Diecimila/Duemilanove, Arduino Pro, Arduino Nano, entre otras.

1.2.4. Unidades de medición de la concentración de contaminantes en la atmósfera

Las unidades más utilizadas para expresar la concentración de los contaminantes en el aire ambiente son microgramos/metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), miligramos/metro cúbico (mg/m^3), partes por millón (ppm) y partes por billón (ppb), así:

- a) Microgramo/metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$): Es la unidad en la que están expresados la mayor parte de los valores de referencia de los contaminantes, tanto los valores límites, umbrales de información, entre otros. Es la unidad habitual de la expresión de contaminantes como óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas en suspensión y otros contaminantes nombrados anteriormente.
- b) Miligramo/metro cúbico (mg/m^3): Es la unidad en la que está expresado la concentración del monóxido de carbono (CO), en cambio para contaminantes con niveles en aire ambiente bajos como Dioxinas, Hidrocarburos Aromáticos, metales, entre otros, se utilizan submúltiplos más pequeños del gramo para expresar su

concentración como son: nanogramo/metro cúbico (ng/m^3) y picogramo/metro cúbico (pg/m^3).

- c) Partes por millón (ppm): Es la unidad empleada para valorar la presencia de elementos en pequeñas cantidades (traza) en una mezcla. Generalmente se refiere a porcentajes de peso en sólidos y de volumen en gases.
- d) Partes por billón (ppb): Es una unidad más pequeña que los ppm empleada para valorar la presencia de elementos en pequeñas cantidades (traza) en una mezcla. Generalmente se refiere a porcentajes de peso en sólidos y de volumen en gases.

1.2.5. Transformaciones habituales de unidades

- a) Microgramo: Es la unidad de masa del Sistema Internacional que equivale a la millonésima parte de un gramo. Se abrevia μg (a veces aparece como ug).
 - $1 \mu\text{g} = 0,000\ 001 \text{ g} = 10^{-6} \text{ g}$
- b) Miligramo: Es la unidad de masa del Sistema Internacional que equivale a la milésima parte de un gramo. Se abrevia mg.
 - $1 \text{ mg} = 0,001 \text{ g} = 10^{-3} \text{ g}$
- c) Metro cúbico: Es una unidad de volumen, corresponde al volumen en un cubo que mide un metro en todos sus lados.
 - $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ litros}$

Para transformar N ppb de un gas a $\mu\text{g/m}^3$ en determinadas condiciones de presión y temperatura, se realiza de la siguiente forma:

$$N \text{ ppb} \times \frac{M}{V(\text{atm}, T^0)} = \mu\text{g/m}^3$$

donde M es la masa molecular del gas en cuestión, y V (atm, T^a) el volumen de un mol del gas a determinada presión (P) en atmósferas y temperatura (T^a) en Kelvin.

De forma análoga, para transformar N ppm de un gas a mg/m³ en determinadas condiciones de presión y temperatura, se realiza con:

$$N \text{ ppm} \times \frac{M}{V(\text{atm}, T^0)} = \text{mg/m}^3$$

1.2.6. Normas de calidad del aire o nivel de inmisión en el Ecuador

El Ministerio del Ambiente en el Ecuador tiene dos Normas, una para control de emisiones de fuentes fijas de contaminación (ej. Calderos) y la otra es la **Norma de calidad del aire ambiente o nivel de inmisión. Ver Anexo II.**

Existe una serie de parámetros relativos a la concentración de determinadas sustancias en el aire que se han de controlar con el fin de que no sobrepasen un determinado valor a la hora de su emisión, así como cuando se realizan medidas de inmisión en zonas próximas, es decir, zonas a las que llegan los contaminantes debido a la dispersión de los mismos en la tropósfera desde los focos de emisión.

El control de estos parámetros hace que sean necesarias estaciones de medida con el fin de realizar un seguimiento en tiempo real, que permita la toma de decisiones rápidas para evitar que se produzcan catástrofes derivadas de la ausencia de regulación. Las estaciones de medida se encargan de medir la concentración de cada contaminante en el aire, para lo cual hacen uso de cadenas de medida, tomando los datos mediante sensores con el fin de realizar un tratamiento de la información lo más automatizado posible.

La medida de inmisión es cuantificar la concentración de cada uno de los contaminantes del aire en zonas cercanas a los focos de emisión o en sitios específicos existentes en una población o ciudad, para eso se debe tomar en cuenta las zonas en donde más tiempo se concentran la mayor cantidad de habitantes, ya sea por la existencia de centros educativos, locales comerciales, entidades bancarias y el comercio en general.

1.2.7. Máximos permisibles de gases contaminantes en el Ecuador

CONTAMINANTE Y PERÍODO DE TIEMPO	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
Monóxido de Carbono Concentración promedio en ocho horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15000	30000	40000
Ozono Concentración promedio en ocho horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200	400	600
Dióxido de Nitrógeno Concentración promedio en una hora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1000	2000	3000
Dióxido de Azufre Concentración promedio en veinticuatro horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200	1000	1800
Material particulado PM 10 Concentración en veinticuatro horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	250	400	500
Material particulado PM 2,5 Concentración en veinticuatro horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	150	250	350

Tabla 2: Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión

Fuente: Acuerdo 50 NCA – Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión (**Ver Anexo II**)

CONTAMINANTE Y PERÍODO DE TIEMPO	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
Dióxido de Carbono Concentración promedio en ocho horas (ppm)	5000	10000	15000

Tabla 3: El valor límite de exposición profesional (LEP-VLA) del INSHT

Fuente: Higiene Industrial: INSHT. Límites de Exposición Profesional
<http://www.letsprevent.com/2012/01/higiene-industrial-insht-reglamento-limites-exposicion-2012/>

1.2.8. Redes de vigilancia de la calidad del aire

Una red de vigilancia de la contaminación atmosférica es un conjunto de estaciones de control de la calidad del aire que sirven para observar, como su nombre lo indica el estado de la calidad del aire en una zona definida. Su principal objetivo, es el de conocer en todo momento los valores de contaminación atmosférica en un área determinada, para así poder prevenir y actuar ante cualquier situación de contaminación. Entre las redes más importantes de vigilancia de la contaminación atmosférica a nivel mundial, se pueden mencionar:

a) La red BAPMON (Background Air Pollution Monitoring Network)

Se trata de una red de vigilancia de la contaminación atmosférica de fondo, contribuye a la observación de la evolución de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. (Tropósfera.org, 2005)

b) La red EMEP (European Monitoring Evaluation Programme)

Apareció a la firma del Convenio de Ginebra sobre la contaminación atmosférica transfronteriza, su finalidad es el seguimiento y evaluación de contaminantes al transportarse a largas distancias. (Magrama.gob.es, 2010)

De las redes de monitoreo en el Ecuador se tienen pocas, entre las más conocidas están:

a) En Esmeraldas, el proyecto de diseño, suministro, montaje y puesta en funcionamiento de un sistema de monitoreo continuo de emisiones, en 22 fuentes fijas de combustión que servirá internamente a Refinería Estatal Esmeraldas para el control oportuno de la combustión y la optimización de los procesos. (PROYECING, 2011)

b) En Quito, se tiene un sistema de monitoreo de la calidad del aire con estaciones de medición “UREMAQ”.

c) En Santo Domingo de los Tsáchilas, el sistema de medición de calidad del aire como parte del Proyecto de Implantación del Sistema nacional de monitoreo y vigilancia de la calidad del aire.

Entre los estudios o tesis cabe mencionar: el sistema nacional de información de calidad del aire “SINAICA”. (Bermeo & Páez, 2003)

Según información del Ministerio del Ambiente se quiere tener estos proyectos a nivel nacional en zonas que sobrepasen los 150000 habitantes. (Extra.ec, 2011)

En la provincia de Esmeraldas y especialmente en el cantón Esmeraldas, se tiene el “**Estudio de la Calidad del Aire de la Ciudad de Esmeraldas**”, realizado en octubre del 2004 entre las entidades de Petroecuador, La Universidad Central del Ecuador y el Ilustre Municipio de Esmeraldas. **Ver Anexo III**

Los contaminantes analizados en el aire fueron: monóxido de carbono, CO; dióxido de azufre, SO₂; dióxido de nitrógeno, NO₂; compuestos orgánicos volátiles, VOC's; compuestos aromáticos: benceno, tolueno, xileno (BTX); ozono, O₃; material particulado, PM_{2,5} y ruido. Todas estas determinaciones se efectuaron midiendo las condiciones meteorológicas imperantes durante el tiempo de análisis. Los resultados se los expresa en función del índice de calidad del aire ORAQUI. (Convenio, 2004)

1.3. Ciudad de Esmeraldas

1.3.1. Situación geográfica

La ciudad de Esmeraldas, es la capital de la provincia de Esmeraldas situada al Noroccidente del Ecuador a 318 Km. de Quito la capital del Ecuador. Su clima es cálido y se encuentra junto al Océano Pacífico por lo que es una provincia que tiene extensas y hermosas playas. Su extensión es de 2982 Km².

En la ciudad de Esmeraldas, están localizadas entre otras grandes industrias, el Terminal petrolero de Balao, primer puerto marítimo ecuatoriano de alta mar por el que se exporta el crudo de la amazonia; la Refinería Estatal, principal productora de derivados

del petróleo, y la Central térmica CelecEP Termo-Esmeraldas, la más importante del país, que genera 132,5 megavatios de energía.

Límites: Norte: Océano Pacífico. Sur: Parroquia Tabiazo. Este: Parroquia San Mateo. Oeste: Océano Pacífico. Ciudades próximas son: San Lorenzo, Atacames, Tonsupa, Súa, Same, Muisne, Quinindé.

Parroquias Urbanas y Rurales: Esmeraldas, Luis Tello, 5 de Agosto, Bartolomé Ruiz, Simón Plata Torres. Rurales: Camarones, Coronel Carlos Concha Torres, Chinca, Majua, San Mateo, Tabiazo, Tachina, Vuelta Larga.

Recursos Naturales: Agricultura: tabaco, café, cacao, banano.

Aeropuerto: La ciudad está servida por el Aeropuerto General Rivadeneira en Tachina, es semi-internacional con vuelos Esmeraldas (Ecuador) - Cali (Colombia), tiene una pista de 2.400 metros, y las pistas de San Lorenzo de 1.200 metros y de Timbre de 800 metros de longitud. (Municipio de Esmeraldas, 2010)

1.3.2. Población

La ciudad de Esmeraldas cuenta con una población que hasta el **censo de noviembre del año 2010** era de 189.504 habitantes. (INEC, 2010) **Ver Anexo IV.**

1.3.3. Agentes contaminantes en la ciudad de Esmeraldas

En la ciudad de Esmeraldas se ha tenido la construcción de industrias importantes para el crecimiento económico tanto de la ciudad como del país, entre estas grandes industrias tenemos:

Refinería Estatal Esmeraldas: La Refinería Estatal Esmeraldas (REE) se ubica en la ciudad de Esmeraldas a siete kilómetros del centro de la ciudad en dirección suroeste, junto a la vía que conduce al cantón Atacames. Inició su operación en 1978, con una

capacidad de 55.600 barriles diarios. Fue diseñada para procesar crudo de 28° API, o sea liviano. Para 1987, se realiza la primera ampliación a 90 mil barriles diarios de refinación. Más tarde, en 1995, se inició la segunda ampliación a 110 mil barriles para tratar crudo de 23 a 27 ° API. (Benítez, 2005)

Actualmente, la Refinería está en un proceso de re- potenciación a cargo de la compañía surcoreana SK E&C.



Figura 1: Refinería Estatal Esmeraldas

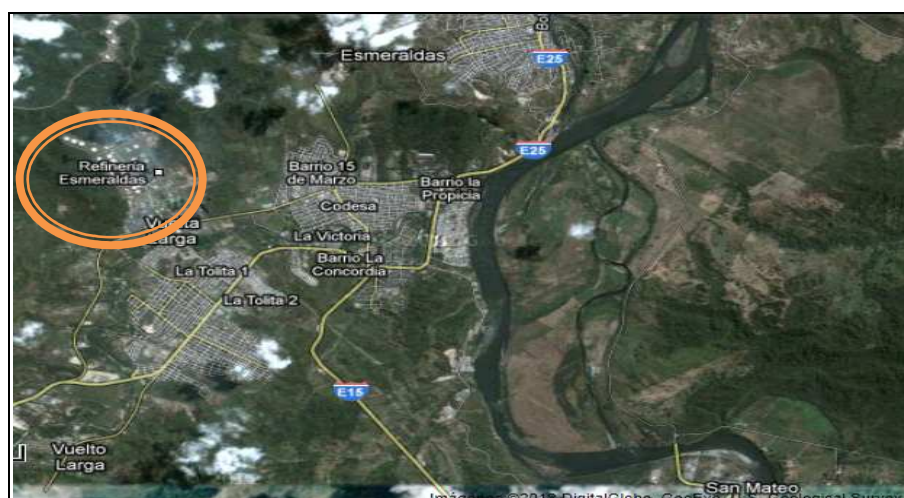


Figura 2: Ubicación de Refinería Estatal de Esmeraldas

Fuente: <http://maps.google.es/>

Codesa: Funciona desde hace 35 años en la ciudad, aquí se procesan 70 metros cúbicos diarios de madera rolliza para elaborar 1200 tableros contrachapados que se envían a otras ciudades como Quito y Guayaquil.

CelecEP Termoesmeraldas: Como planta térmica está considerada una de las más grandes del país y con el mayor índice de generación. Su principal usuario es el Sistema Nacional Interconectado, al cual se conecta en diferentes niveles de voltaje.



Figura 3: CelecEP Termoesmeraldas

En aplicación a la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, el 17 de noviembre de 1998, el Instituto Ecuatoriano de Electrificación, INECEL en proceso de liquidación, resuelve constituir la Compañía de Generación Termoeléctrica Esmeraldas.- Termo Esmeraldas Sociedad Anónima, para asumir las actividades inherentes a la producción de energía termoeléctrica. La empresa Termo Esmeraldas S.A. inicia formalmente sus actividades comerciales a cargo de INECEL el 1 de agosto de 1982. Las actividades de producción de Termo Esmeraldas se desarrollaron como uno de los objetivos de la política energética gubernamental y la información contable como sociedad anónima se registra desde el 1 de abril de 1999. La actual Ley de Régimen del Sector Eléctrico determina la segmentación del sector en las actividades de generación, transmisión y distribución; y, comercialización, a través de Unidades de Negocio, constituidas en la Corporación

Eléctrica del Ecuador CELEC S.A. el 13 de enero de 2009, con escritura pública, ante el Notario Décimo Séptimo del Cantón Quito. (Celec EP, 2009)

Entre otras grandes industrias y sectores productivos de la ciudad, se tiene: puerto marítimo, puerto pesquero, terminal petrolero de Balao. Estas industrias así como el crecimiento en los últimos años del parque automotor se han convertido en la mayor fuente de emisión de gases contaminantes como son: los óxidos de azufre (H₂S, SO₂), los óxidos de nitrógeno (NO_x), el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO₂), el benceno, el plomo, entre otros tipos de contaminantes; los límites permisibles establecidos por los organismos médicos y de control, en el caso de Ecuador es el **Ministerio del Ambiente**, el ente regulador. **Ver Anexo II.**

Los altos índices de concentración, pueden presentar problemas respiratorios y de salud en la población de la ciudad de Esmeraldas, tanto a personas que residen cerca a los focos contaminantes como al resto de habitantes, por lo que es necesario tener información acerca de la contaminación que pueda existir en la ciudad, para así poder tomar las debidas precauciones.

1.4. Sistemas de información y comunicación de datos

1.4.1. Sistemas de información informática

Son un conjunto de elementos, cuyo fin es el tratamiento y administración de datos, están debidamente organizados para su posterior uso, de acuerdo a necesidades u objetivos. Este es un concepto generalizado y que es aplicado de acuerdo al campo de acción que se aplique.

En el caso de la informática, “un sistema de información es cualquier sistema computacional que se utilice para obtener, almacenar, manipular, administrar, controlar, procesar, transmitir o recibir datos, para satisfacer una necesidad de información”. (Hernández, 2012)

1.4.2. Lenguajes de programación

Un lenguaje de programación es un idioma artificial, diseñado para expresar procesos que pueden ser llevados a cabo por máquinas como las computadoras. Pueden usarse para crear programas que controlen el comportamiento físico y lógico de una máquina, para expresar algoritmos con precisión, o como modo de comunicación humana. (Suarez, 2012)

La palabra programación se define también como el proceso de creación de un programa de computadora a través de los siguientes pasos:

- El desarrollo lógico del programa.
- Codificación del programa, esto es la escritura de la lógica del programa empleando un lenguaje de programación específico.
- Ensamblaje o compilación del programa hasta convertirlo en lenguaje máquina.
- Prueba y depuración del programa.
- Desarrollo de la documentación.

Hay que diferenciar entre lo que es un lenguaje de programación y lo que es un lenguaje informático, estos últimos engloban a los lenguajes de programación y a otros más, como por ejemplo HTML que no es un lenguaje de programación, sino un conjunto de instrucciones para diseñar el contenido de documentos, en cambio un lenguaje de programación específica sobre qué datos debe operar una computadora y cómo deben ser almacenados o transmitidos, a través de un lenguaje que intenta estar próximo al lenguaje humano o natural.

1.4.2.1. Características de los lenguajes de programación

Para escribir programas y obtener los mejores resultados, se debe tener en cuenta una serie de detalles:

- a) Corrección. Un programa es correcto si hace lo que debe hacer tal y como fue establecido en las fases previas a su desarrollo.

- b) Claridad. Es muy importante que el programa sea lo más claro y legible posible, para facilitar su desarrollo y posterior mantenimiento. Su estructura debe ser sencilla y coherente, así como cuidar el estilo en la edición, se facilita el trabajo del programador, durante cualquier fase de desarrollo del programa.
- c) Eficiencia. Aparte de que el programa realice todo aquello para lo que fue creado, es decir, que sea correcto y gestione los recursos que utiliza. La eficiencia de un programa, suele ser el tiempo que tarda en realizar la tarea para la que fue creado y la cantidad de memoria que necesita, pero hay entre otros recursos: el espacio en disco que utiliza y el tráfico de red que genera, para obtener la eficiencia de un programa.
- d) Portabilidad. Un programa es portable cuando tiene la capacidad de poder ejecutarse en una plataforma diferente de la que se elaboró, ya sea hardware o software. La portabilidad, permite por ejemplo a un programa que se ha desarrollado para sistemas GNU/Linux ejecutarse también en sistemas operativos Windows.

1.4.2.2. Tipos de lenguajes de programación

Se los puede clasificar en dos grandes grupos: los lenguajes de programación de bajo nivel y los de alto nivel.

- a) Lenguajes de programación de bajo nivel. Dependen totalmente de la máquina, es decir, de la computadora u ordenador, solo entienden el lenguaje binario o código máquina, que consiste en ceros y unos. Este tipo de lenguajes de programación están diseñados a la medida del hardware para aprovechar las características de este. Dentro de este tipo de lenguajes de programación se pueden citar al lenguaje máquina y al lenguaje ensamblador.
- b) Lenguajes de programación de alto nivel. Son aquellos lenguajes de programación que son más afines al lenguaje natural. Son independientes de la arquitectura del hardware de la computadora u ordenador, es decir, se los puede utilizar en cualquier

otra computadora. Solo necesitan un traductor que entienda el código fuente y las características de la máquina para poder funcionar correctamente.

Los lenguajes de programación han ido evolucionando y se los puede dividir en 5 etapas o generaciones:

1. Primera generación: lenguaje máquina.
2. Segunda generación: se crearon los primeros lenguajes ensambladores.
3. Tercera generación: se crearon los primeros lenguajes de alto nivel como: C, Pascal, Cobol.
4. Cuarta generación. conocidos como RAD, son capaces de generar código por si solos. Entre estos también se encuentran los lenguajes orientados a objetos, como son: Visual y Natural Adabas.
5. Quinta generación: son los lenguajes orientados a la inteligencia artificial.

1.4.3. Bases de datos

Una base de datos o banco de datos, se abrevia BD o bdd; y, es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso. Debido al desarrollo tecnológico de la informática y la electrónica, actualmente la mayoría de las bases de datos están en formato digital, lo que facilita el almacenamiento de la información.

Existen programas denominados sistemas gestores de bases de datos, abreviados SGBD, éstos permiten almacenar y acceder a los datos de forma rápida y estructurada, permiten: recuperar datos después de algún fallo en el sistema, controlan el acceso a los datos, realizan copias de seguridad, gestionan el acceso concurrente y aseguran la integridad de los datos.

1.4.3.1. Tipos de bases de datos

Las bases de datos se clasifican de acuerdo al contexto que se esté manejando, la utilidad o las necesidades que satisfagan.

1) Según la variabilidad de los datos almacenados:

- a) Bases de datos estáticas. Son utilizadas para almacenar generalmente datos históricos que permiten analizar el comportamiento de los mismos a través del tiempo, estas bases de datos son de sólo lectura.
- b) Bases de datos dinámicas. Son utilizadas en operaciones como actualización, borrado, adición y consulta de datos, estas bases de datos se modifican con el tiempo.

2) Según el contenido de los datos:

- a) Bases de datos bibliográficas. Un registro de estas bases puede contener información sobre el autor, título, fecha de publicación, editorial, de alguna publicación o revista, puede contener además, un resumen o extracto de la publicación original.
- b) Bases de datos de texto completo. Pueden almacenar fuentes primarias, es así que pueden tener todo el contenido de las diferentes ediciones de una colección de revistas científicas, directorios; como son las guías telefónicas.

1.4.3.2. Modelos de bases de datos

Un modelo de datos es una "descripción" de algo conocido como contenedor de datos, así como de los métodos para almacenar y recuperar información de esos contenedores.

Entre estos modelos se tienen: Bases de datos jerárquicos, Base de datos de red, Bases de datos orientadas a objetos. Bases de datos relacionales, Bases de datos deductivas.

Bases de datos relacionales. Se utilizan para modelar problemas reales y para la administración de datos de manera dinámica. Su idea principal es el uso de relaciones entre tablas, considerados en forma lógica como conjuntos de datos llamados "tuplas".

El lenguaje para construir las consultas de bases de datos relacionales es SQL (Structured Query Language) o Lenguaje Estructurado de Consultas.

1.4.3.3. SQL Server 2008 R2

Es una versión gratuita de Microsoft, diseñada para la administración de datos locales y de aplicaciones web, entre sus características están: la protección de datos, basado en el modelo relacional, soporta transacciones y procedimientos almacenados, entorno grafico que permite el uso de comandos DDL (Lenguaje de Definición de Datos) y DML (Lenguaje de Manipulación de Datos), también permite trabajar en modo cliente-servidor.



Figura 4: Acerca de SQL-Server 2008 R2

Entre los comandos DDL están:

- ❖ Create Database – Crea una nueva base de datos
- ❖ Alter Database – Modifica una base de datos
- ❖ Create Table – Crea una nueva tabla
- ❖ Alter Table – Modifica una tabla
- ❖ Drop Table – Borra una tabla
- ❖ Create Index – Crea un índice (llave de búsqueda)
- ❖ Drop Index – Borra un índice

Entre los comandos DML se tienen:

- Select – Extrae datos de una base de datos
- Update – Actualiza datos en una base de datos
- Delete – Borra datos de una base de datos
- Insert Into – Inserta datos dentro de una base de datos

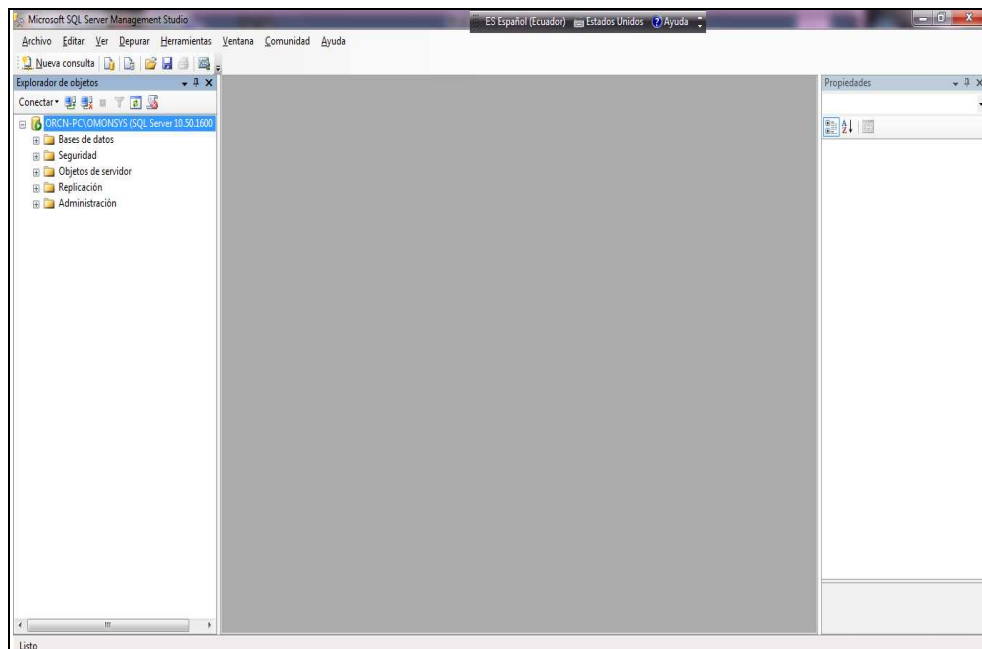


Figura 5: SQL Server 2008 R2

SQL Server está diseñada para trabajar en entornos Internet e Intranet, además permite la gestión y administración centralizada de bases de datos, posee disponibilidad, fiabilidad y tolerancia a fallos. SQL Server 2008 R2, es una base de datos compatible con Visual Studio y .NET que permite el particionado de datos, backups duplicados y restauración online.

Entre las características más importantes de SQL Server 2008 R2 se tienen: escalabilidad y rendimiento, alta disponibilidad (siempre activado), compatibilidad con la virtualización, replicación, seguridad, administración de RDBMS, herramientas de administración y desarrollo, programación, almacenamiento de datos, servicios de análisis (analysis services), minería de datos, informes, entre otras. (Microsoft, 2013)

1.4.4. Sitios Web

“Un sitio web es una colección de páginas de internet, relacionadas y comunes a un dominio de Internet o subdominio en la World Wide Web en internet.” (Falcone, Tinajero, & Soto, 2011)

1.4.4.1. Página Web

Página web es el nombre con el que se conoce a un documento electrónico adaptado para la www (World Wide Web), puede ser accedida a través de un navegador de internet como: Internet Explorer, Opera, Mozilla Firefox, entre otros, para mostrarse en el monitor de una computadora o dispositivo móvil. Esta información por lo general se encuentra en formato HTML o XHTML. Entre los programas más usados como servidores web están: Apache, según estadísticas de Netcraft y el Internet Information Services (IIS) de Microsoft. Entre los programas editores más usados para el diseño de las páginas web están: Notepad, donde el HTML se manipula directamente en el programa editor; Microsoft FrontPage y Adobe Dreamweaver, donde el sitio se edita usando una interfaz GUI y el HTML se genera automáticamente con el programa editor. Las páginas web incluyen otros recursos como scripts, hojas de estilo en cascada e imágenes digitales.

Hay varios sistemas de software para generar sitios web dinámicos entre los que se tienen: el lenguaje de programación PHP, Active Server Pages (ASP) y Java Server Pages (JSP). Los sitios dinámicos incluyen contenido que se recupera de una o más bases de datos.

Las páginas web pueden ser almacenadas en equipos locales o servidores web remotos, en sí son tarjetas de presentación digital utilizadas por empresas, organizaciones o personas. A estas se accede mediante un URL raíz común llamado portada, que reside en el servidor físico. Los URL organizan las páginas en forma de jerarquía.

La página web es sólo un archivo HTML, que forma parte de algún sitio web. Es así que al ingresar una dirección web, siempre se está haciendo referencia a un sitio web, como por ejemplo www.pucese.net, esta dirección web tiene una página HTML inicial que es la primera en visualizarse. La búsqueda a través del Internet se realiza asociando el DNS ingresado con la dirección IP del servidor donde se encuentra el sitio.

Una característica que debe tener un sitio web es su Accesibilidad, es decir, la capacidad de acceso a la Web y a sus contenidos, de cualquier persona independientemente si tiene alguna discapacidad ya sea física, intelectual o técnica. Esta característica está relacionada con la usabilidad, que es la facilidad con la que una persona puede utilizar una herramienta, programa o cualquier objeto fabricado por humanos, con el fin de alcanzar un objetivo. (Egea García, 2007)

1.4.4.2. Visual Studio 2010

La aplicación utilizada en el proyecto se basa en Visual Studio, este es un conjunto de herramientas de desarrollo que sirve para la generación de aplicaciones Web ASP.NET, permite varios lenguajes de programación como **Visual Basic**, Visual C++, Visual C#, que utilizan el mismo entorno de desarrollo integrado (IDE) y además aprovechan las funciones de .NET Framework, que simplifica el desarrollo de aplicaciones **Web ASP** y Servicios Web XML.

El Visual Studio 2010 incluye el diseñador de páginas Web, denominado Visual Web Developer que posee mejoras para crear y editar páginas Web ASP.NET y formularios Web Forms para páginas Web dinámicas y que se representan como código HTML, lo que permite visualizar las páginas en cualquier explorador de internet, guarda los sitios Web como carpetas locales en Servicios de Internet Information Server (IIS).

El ASP.NET, es una arquitectura tecnológica desarrollada por Microsoft, utilizada para la creación de aplicaciones y sitios dinámicos para la web, entre sus características principales está la plataforma .NET Framework que proporciona la infraestructura y además contiene librerías internas que permiten interactuar con el entorno de ejecución, otra es que se pueden utilizar diferentes lenguajes de programación entre los más comunes están Visual Basic, C++ y Java Script.

El .Net Framework 2.0 está dotado de nuevas clases y un namespace que hacen posible la interacción con los puertos serie del computador de una manera eficiente, fácil y sobre todo dentro del ambiente de código manejado sin necesidad de recurrir a librerías y objetos de terceros. (Montero, 2012)

“Las páginas de ASP.NET, conocidas oficialmente como "web forms" (formularios web), son el principal medio de construcción para el desarrollo de aplicaciones web. Los formularios web están contenidos en archivos con una extensión ASPX, estos archivos típicamente contienen etiquetas HTML o XHTML estático, y también etiquetas definiendo Controles Web que se procesan del lado del servidor y Controles de Usuario donde los desarrolladores colocan todo el código estático y dinámico requerido por la página web. Adicionalmente, el código dinámico que se ejecuta en el servidor puede ser colocado en una página dentro de un bloque `<% -- código dinámico - - %>` que es muy similar a otras tecnologías de desarrollo como PHP, JSP y ASP, pero esta práctica es, generalmente, desaconsejada excepto para propósitos de enlace de datos pues requiere más llamadas cuando se genera la página. Es usado por programadores para construir sitios web dinámicos, aplicaciones web y servicios web XML. ASP.NET sólo funciona sobre el servidor de Microsoft IIS.” (Leal H., 2010)

Entonces, para el desarrollo del sitio web es necesario: un editor de código, el .NET Framework, un servidor web IIS y adicional a la programación se necesita de un motor de base de datos, como el SQL Server.

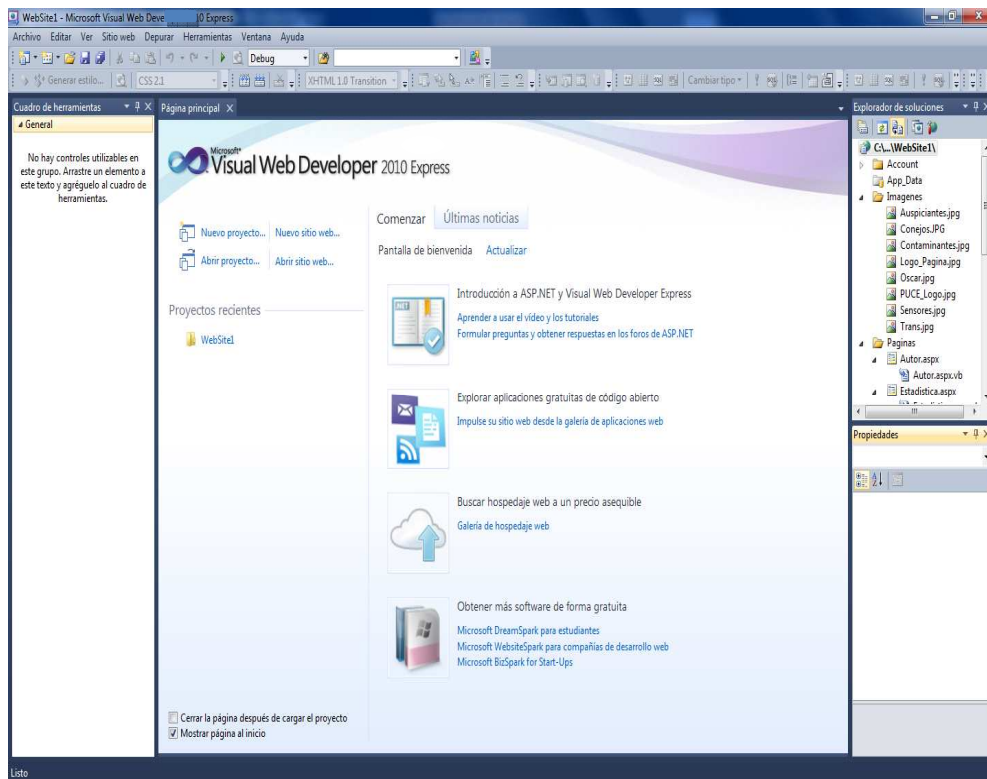


Figura 6: Visual Studio 2010

1.4.5. Redes de comunicación

Una red de computadoras, red de ordenadores, red de comunicaciones de datos o red informática, es un conjunto de equipos informáticos y software conectados entre sí por medio de dispositivos físicos que envían y reciben impulsos eléctricos, ondas electromagnéticas o cualquier otro medio para el transporte de datos, con la finalidad de compartir información, recursos y ofrecer servicios. Este tipo de redes requieren de un emisor, un mensaje, un medio y un receptor. (Sandoval, 2012)

El objetivo principal para la creación de una red de computadoras es compartir los recursos y la información, a grandes velocidades. Los recursos son los dispositivos o áreas de almacenamiento y se deben también asegurar la confiabilidad y la disponibilidad de la información. La red más amplia de computadoras que comparten información es Internet.

1.4.5.1. Tipos de redes de comunicación

Se clasifican de acuerdo al uso por parte del usuario, entre estas redes se tienen:

- a) Red compartida. Es aquella en la cual se unen un gran número de usuarios para compartir todas las necesidades de transmisión.
- b) Red exclusiva. Aquella que por seguridad o velocidad, solamente se conectan dos o tres usuarios, pueden estructurarse en redes punto a punto o redes multipunto.
- c) Red privada. Es aquella red gestionada por alguna persona particular, empresa u organización, con el fin de dar acceso solo a los terminales de los propietarios.
- d) Red pública. Aquella que pertenece a organismos estatales y está abierta para cualquier usuario que solicite acceso y puede ser mediante un contrato.

De acuerdo a la cobertura del servicio se pueden tener:

- a) Red LAN. Local Area Network o red local, es un sistema de comunicación de alta velocidad, conecta computadoras y/o periféricos que se encuentran cercanos, abarca pocos kilómetros y especialmente se configura en edificios, campus universitarios, complejos industriales.
- b) Red MAN. Metropolitan Area Network o red metropolitana, es una red que se utiliza generalmente dentro del perímetro urbano de una ciudad.

- c) Red WAN. Wide Area Network o red extensa, es un sistema de comunicación de alta velocidad, también conecta computadoras y/o periféricos, pero no está limitada a espacios geográficos como las redes LAN. Para su conexión se utilizan líneas telefónicas, enlaces satelitales, fibra óptica o aparatos de rayos infrarrojos o láser.

1.4.5.2. Topologías de redes

La topología de red hace referencia a la forma geométrica en que se conectan los terminales y medios de comunicación. Cada una de estas topologías busca encontrar la eficiencia de la red, aumentar la fiabilidad del sistema, reducir los tiempos de espera en la transmisión, mejorar el control de la red e indagar la forma más económica de realizarla.

Entre las topologías más utilizadas se tiene:

- a) Tipo bus. Las estaciones de trabajo están conectadas a un único canal de comunicación.

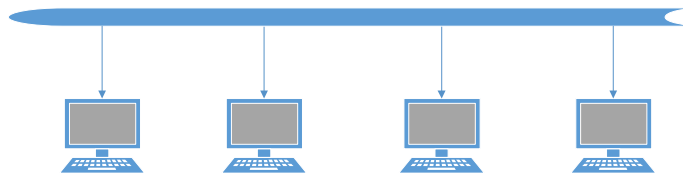


Figura 7: Red tipo Bus

- b) Tipo anillo. Las estaciones de trabajo están conectadas una tras de otra, donde la última se conecta a la primera, cerrando el lazo de comunicación.

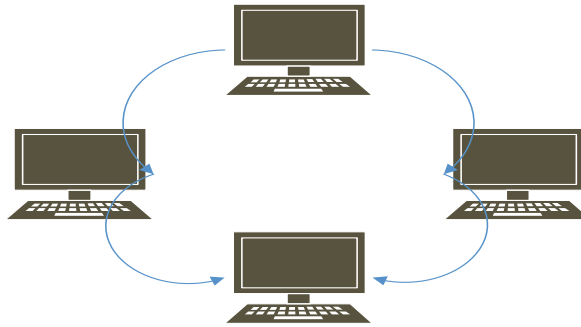


Figura 8: Red tipo Anillo

- c) Tipo estrella. Cada estación de trabajo está conectada directamente al equipo que hace de servidor.

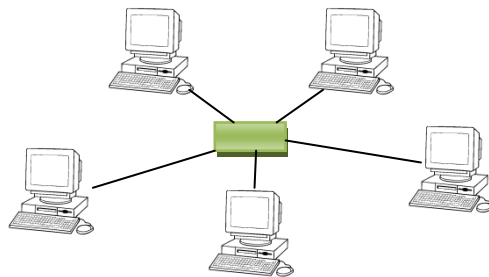


Figura 9: Red tipo Estrella

- d) Tipo malla. En esta topología se tiene la conexión física entre todas las estaciones de trabajo, utiliza la conexión punto a punto lo que permite que cualquier computadora se comunique con otra en forma paralela.

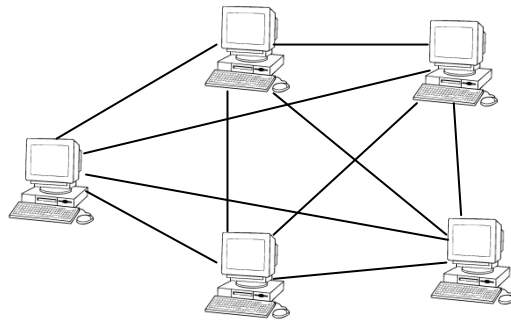


Figura 10: Red tipo Malla

1.4.5.3. Medios de comunicación

a) El cable par trenzado

Consiste en dos cables de cobre o de aluminio aislados, se trenzan con el fin de reducir la interferencia eléctrica de otros pares cercanos ya que se manejan por cable multipar. Su uso más frecuente se debe a su costo, flexibilidad y facilidad de instalación, vienen identificados por colores cada par trenzado, su velocidad es de 100 Mbps y llega hasta los 1000 Mbps. Entre los tipos de cable de par trenzado están: el apantallado (STP), recubierto por una malla conductora que actúa como pantalla a interferencias eléctricas y se suele utilizar conectores RJ49; el no apantallado (UTP), sin ningún tipo de pantalla adicional y es el más común a utilizar generalmente con conectores RJ45; y, el de pantalla global (FTP), sus pares no están apantallados, pero tiene una pantalla global para todo el cable y así mejorar la protección a interferencias externas, se utilizan los conectores RJ45.

b) El cable coaxial

Idóneo para la transmisión de voz, audio, video, texto e imágenes, aunque la velocidad de transmisión llega a 10Mbps. Entre los tipos de cable coaxial están: el RG58 Thin coaxial, es un cable delgado, poco rígido y fácil de instalar; el RG8y RG11 Thick coaxial, son cables gruesos, cada metro llega a pesar hasta medio kilogramo y no se

pueden doblar fácilmente; el RG75, especialmente utilizado para televisión, mientras los otros se los utiliza para redes de datos con topologías de bus.

c) Fibra óptica

Transportan luz en lugar de corriente eléctrica, la densidad de información que es capaz de transmitir es mucho mayor que los anteriores. El emisor está formado por un láser que emite un rayo de luz y este varía en función de la señal eléctrica, el receptor es un fotodiodo que transforma esa luz emitida en señales eléctricas. El sistema de fibra óptica, requiere de repetidores para regenerar la transmisión en tramos de hasta 70 Km., al contrario de los sistemas de cables de cobre que requieren de repetidores cada 2 Km.

d) Enlace inalámbrico

Es un sistema de comunicación entre varias computadoras o dispositivos, sin la necesidad de conectarse físicamente mediante cables, el enlace se realiza utilizando antenas. Según su cobertura se tienen: WPAN 'Wireless Personal Area Network', existen varias tecnologías para este tipo de redes basadas en Home RF, Bluetooth basado en la especificación IEEE 802.15.1, ZigBee basado en la especificación IEEE 802.15.4, RFID sistema remoto de almacenamiento y recuperación de datos; WLAN 'Wireless Local Area Network', en este tipo se pueden encontrar tecnologías basadas en HIPERLAN 'High Performance Radio LAN' y WiFi basada en la especificación IEEE 802.11 con diferentes variantes; WMAN 'Wireless Metropolitan Area Network', utiliza la tecnología WiMAX basada en la especificación IEEE 802.16, protocolo parecido a WiFi, pero con mayor cobertura y ancho de banda; WWAN 'Wireless Wide Area Network', usa tecnologías de red celular para comunicaciones móviles.

CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO

2.1. Antecedentes Diagnóstico

En la ciudad de Esmeraldas han construido industrias importantes que han permitido el crecimiento económico tanto de la ciudad como del país. Entre estas grandes industrias están: la Refinería Estatal Esmeraldas, Codesa, CelecEP Termoesmeraldas, Puerto marítimo, Puerto pesquero, entre otras. Estas industrias así como el crecimiento en los últimos años del parque automotor como son vehículos, motos y embarcaciones, se han convertido en la mayor fuente de emisión de gases contaminantes del aire ambiente como son: los óxidos de azufre (SOx), los óxidos de nitrógeno (NOx), el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO₂), material particulado, el benceno, el plomo, entre otros tipos de gases, los cuales si están fuera de los límites establecidos por los organismos médicos y de control, presentan problemas respiratorios y de salud en la población de la ciudad de Esmeraldas, tanto a personas que residen cerca a los focos contaminantes como al resto de la población por lo que es necesario tener información en tiempo real acerca de la contaminación existente en la ciudad, para tomar las debidas precauciones y cuidados principalmente en la parte centro de la urbe que es donde se concentra la mayoría de negocios, oficinas y establecimientos educativos, por lo que la presencia de la población en estos sectores es mayoritaria.

En el caso del Ecuador es el **Ministerio del Ambiente** el ente regulador mediante la Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión. Este Ministerio en concordancia con lo estipulado por el pueblo ecuatoriano en la Constitución Política de la República del Ecuador de 2008, velará por un ambiente sano, el respeto de los derechos de la naturaleza o pacha mama, y garantizará un modelo sustentable de desarrollo ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras. (Ministerio del Ambiente, 2012)

2.2. Justificación

Es necesario diseñar un sistema de monitoreo de gases contaminantes para tener información de datos actualizados y en tiempo real, para ser procesados y visualizados en una aplicación informática que pueda ser consultada por los habitantes de la ciudad de Esmeraldas, así como también por los diferentes organismos de control, que serán los principales beneficiarios para que puedan tomar las debidas precauciones y controles.

Este sistema permitirá visualizar los niveles de contaminación mediante la página web de la **PUCESE** y observar si la calidad del aire en la ciudad de Esmeraldas cumple con las normas y/o reglamentos emitidos por los organismos de control, así como también para conocer los niveles de contaminación a los cuales una persona se puede exponer sin que se vea afectada su salud.

2.3. Objetivos diagnósticos

- Conocer las diferentes fuentes contaminantes del aire que afectan a la ciudad de Esmeraldas.
- Conocer los máximos permisibles de los diferentes gases contaminantes que afectan al ser humano, según la normativa ambiental ecuatoriana.

- Obtener los valores de los gases contaminantes más peligrosos para la salud humana, en función de la normativa ambiental ecuatoriana.
- Consultar el grado de concienciación existente en la población de la ciudad de Esmeraldas respecto a la contaminación ambiental actual.

2.4. Variables diagnóstico

- Fuentes contaminantes.
- Contaminación ambiental.
- Concienciación respecto a la contaminación ambiental.

2.5. Indicadores por variables

2.5.1. Variable fuentes contaminantes

- Número de fuentes contaminantes.
- Grado de contaminación.

2.5.2. Variable contaminación ambiental

- Valores en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (microgramos por metro cúbico) aceptables en los gases contaminantes.
- Número de gases contaminantes presentes en el aire de la ciudad de Esmeraldas.

2.5.3. Variable concienciación respecto a la contaminación ambiental

- Grado de conocimiento por parte de la población de la ciudad de Esmeraldas respecto a la contaminación ambiental.
- Nivel de concienciación de los efectos que produce la contaminación ambiental.

2.6. Matriz de relación diagnóstica

Con el propósito de visualizar y relacionar los objetivos, variables e indicadores con las técnicas a utilizar para obtener la información, se muestra una matriz en la que se interrelacionan todos los componentes antes mencionados.

OBJETIVO	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICA	FUENTE
<p>Conocer las diferentes fuentes contaminantes del aire que afectan a la ciudad de Esmeraldas.</p>	<p>Fuentes contaminantes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 50 % de fuentes contaminantes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrevista ▪ Encuesta 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Director Provincial del Ministerio del Ambiente en Esmeraldas ▪ Especialista (Jefe de Control de Calidad de Refinería Esmeraldas) ▪ Ciudadanía del Cantón Esmeraldas
<p>Conocer los máximos permisibles de los diferentes gases contaminantes que afectan al ser humano, según la normativa ambiental ecuatoriana</p>	<p>Contaminación ambiental</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Valores en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (microgramos por metro cubico) permisibles en los gases contaminantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Director Provincial del Ministerio del Ambiente en Esmeraldas

OBJETIVO	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICA	FUENTE
Obtener los valores de los gases contaminantes más peligrosos para la salud humana, en función de la normativa ambiental ecuatoriana	Contaminación ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • 4 de 6 gases contaminantes presentes en el aire de la ciudad de Esmeraldas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrevista 	<ul style="list-style-type: none"> • Director Provincial del Ministerio del Ambiente en Esmeraldas ▪ Especialista (Jefe de Control de Calidad de Refinería Esmeraldas)
Consultar el grado de concienciación existente en la población de la ciudad de Esmeraldas respecto a la contaminación ambiental.	Concienciación respecto a la contaminación ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Grado de conocimiento por parte de la población de la ciudad de Esmeraldas respecto a la contaminación ambiental • Nivel de concienciación de los efectos que produce la contaminación ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encuesta 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ciudadanía del Cantón Esmeraldas

Tabla 4: Matriz de Relación Diagnóstica

Elaborado por: Oscar Cevallos N.

2.7. Mecánica operativa

2.7.1. Población o Universo

La ciudad de Esmeraldas hasta el último censo poblacional registrado en el Ecuador, noviembre del año 2010 tenía 189.504 habitantes según datos del INEC. **Ver Anexo IV**

La recopilación de la información se realiza a través de encuestas a la muestra y entrevistas a los diferentes agentes encargados del control de las fuentes contaminantes, así como también estadísticas que se puedan tener sobre la contaminación del aire ambiente en la ciudad de Esmeraldas.

2.7.2. Determinación de la muestra

La información obtenida es analizada de acuerdo al uso de técnicas estadísticas, mediante *muestreo probabilístico*, es aquella en la cual todos los elementos del universo tienen una probabilidad conocida de ser incluidos en la muestra y esta muestra es diferente de 0 y 1. La muestra probabilística permite la generalización de los resultados. Utilizando el método de muestreo aleatorio por conglomerados, esto nos permite visualizar cada fase e interpretar los resultados que determinan el nivel de aceptación que tiene el proyecto mediante inferencia estadística.

Para determinar el tamaño de la muestra se utiliza la fórmula estadística para población finita y tamaño de la población conocida, utilizando un margen de error de 6 % y un nivel de confianza del 90%, así:

$$n = \frac{PQZ^2}{E^2}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

P = Probabilidad de éxito

Q = 1-P (Probabilidad de fracaso)

Z² = Nivel de confianza (90%, Z=1.65)

E = Error de muestreo = 6%

Como no se ha realizado una prueba previa, ni se tienen antecedentes sobre la investigación, entonces se tiene que p=q=0.5

Por tanto, reemplazando en la fórmula anterior:

$$n = \frac{0.5 * (1 - 0.5) * (1.65)^2}{(0.06)^2} \qquad n = \frac{0.6806}{0.0036}$$

$$n = 189.06 \text{ Habitantes}$$

Se trabaja con: una muestra de 189 habitantes

Esta fórmula se puede aplicar, ya que no incluyen preguntas abiertas en la encuesta a realizarse.

2.7.3. Información primaria

Las técnicas de investigación utilizadas en este proyecto son: entrevistas y encuestas.

Las entrevistas fueron dirigidas a la Directora Provincial del Ministerio del Ambiente en Esmeraldas, a través del Departamento de Control de Calidad (**ver Anexo VI**), por ser la entidad encargada de la normalización y control de la contaminación ambiental en el Ecuador; al Jefe del Laboratorio de Control de Calidad de la Refinería Estatal de Esmeraldas (**ver Anexo VII**), por ser un profesional con experiencia en lo que se refiere a monitoreo de gases.

Con las entrevistas realizadas se obtiene información referente a la contaminación ambiental existente en la ciudad de Esmeraldas, como son: los emisores de

contaminantes ambientales que mayor efecto causan al aire ambiente, los diferentes gases contaminantes que más afectan a la salud humana de los habitantes, los niveles permisibles a los cuales no sea afectada la salud humana y el grado de contaminación existente.

Las encuestas son realizadas a la muestra de la población de la ciudad de Esmeraldas, según consta en el apartado anterior. De aquí se obtienen datos como nivel de concienciación de los efectos que produce la contaminación ambiental, así como el grado de conocimiento respecto a la contaminación del aire ambiente existente en la ciudad de Esmeraldas. **Ver Anexo VIII**

2.7.4. Información secundaria

Se obtuvo información relevante de diversas fuentes secundarias tales como: Páginas de internet y de libros detalladas en el apartado **Fuentes de Información**.

2.8. Análisis de la información obtenida mediante aplicación de encuestas

La encuesta fue realizada a la población del cantón Esmeraldas en sectores céntricos de la ciudad como son el Parque Infantil, Parque Central, Multiplaza y calles aledañas. Se realizaron 189 encuestas, según muestra poblacional determinada en el apartado 2.7.2, la encuesta contuvo 5 preguntas relevantes a la contaminación ambiental existente en la ciudad de Esmeraldas y sus efectos a la salud de la población, obteniéndose los siguientes resultados:

PREGUNTA 1: ¿Tiene conocimiento que la contaminación ambiental atmosférica es causa de muchas enfermedades?

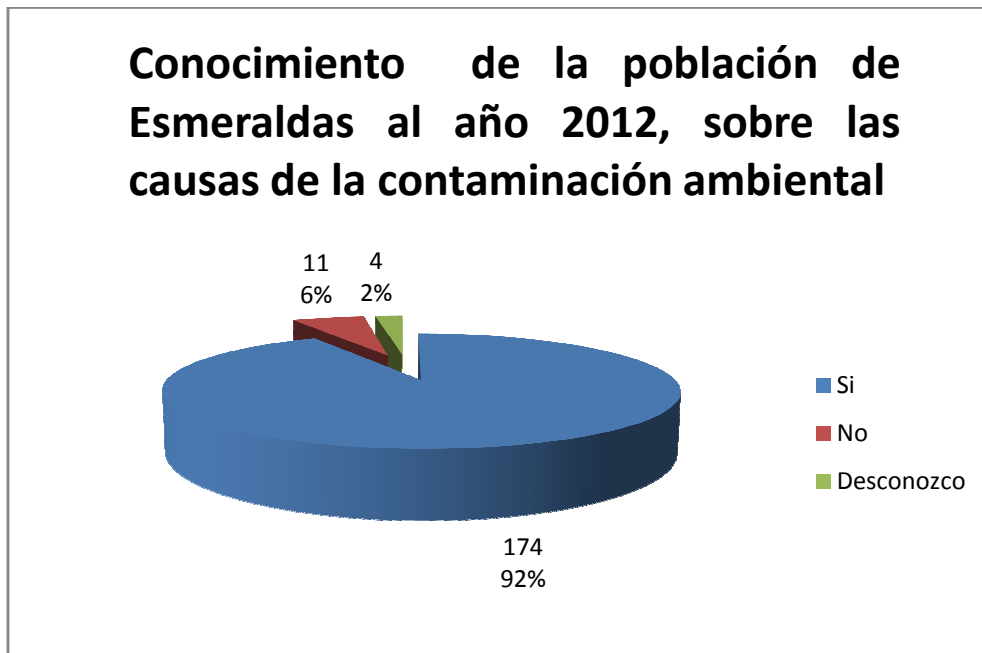


Figura 11: Conocimiento de las causas de la contaminación ambiental

Elaborado por: Oscar Cevallos N.

ANÁLISIS

En esta primera pregunta, de las 189 personas encuestadas se obtuvo que la gran mayoría de habitantes de la ciudad de Esmeraldas, conoce de los efectos de la contaminación ambiental sobre la salud humana. Además, mencionaron algunas de las enfermedades más comunes a causa de la contaminación ambiental como son irritaciones a la piel, a los ojos, al sistema respiratorio, entre otras.

PREGUNTA 2: ¿Cuáles de las siguientes fuentes, cree usted causan la contaminación ambiental en la ciudad de Esmeraldas?

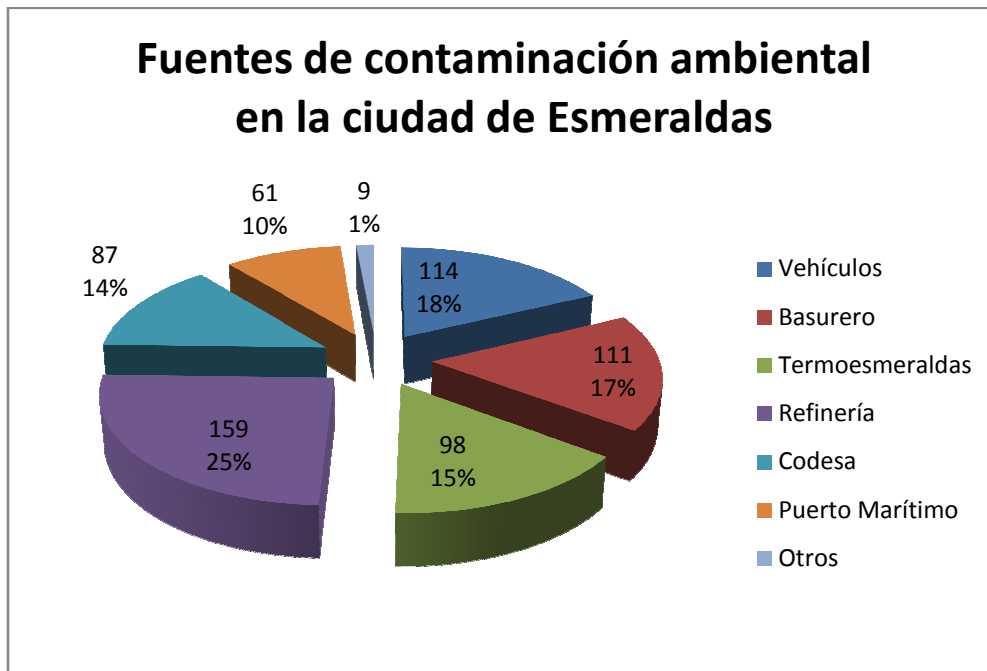


Figura 12: Fuentes de contaminación ambiental en la ciudad de Esmeraldas

Elaborado por: Oscar Cevallos N.

ANÁLISIS

En esta segunda pregunta, de las 189 personas encuestadas se obtuvo que la mayoría de habitantes consideran entre las fuentes que causan la más contaminación ambiental en la ciudad de Esmeraldas están: la refinería, los vehículos, el basurero y Termoesmeraldas, en ese orden.

PREGUNTA 3: ¿Cuántas veces al mes visita al médico por problemas de enfermedades infecciosas, que usted crea que son causa de la contaminación ambiental?

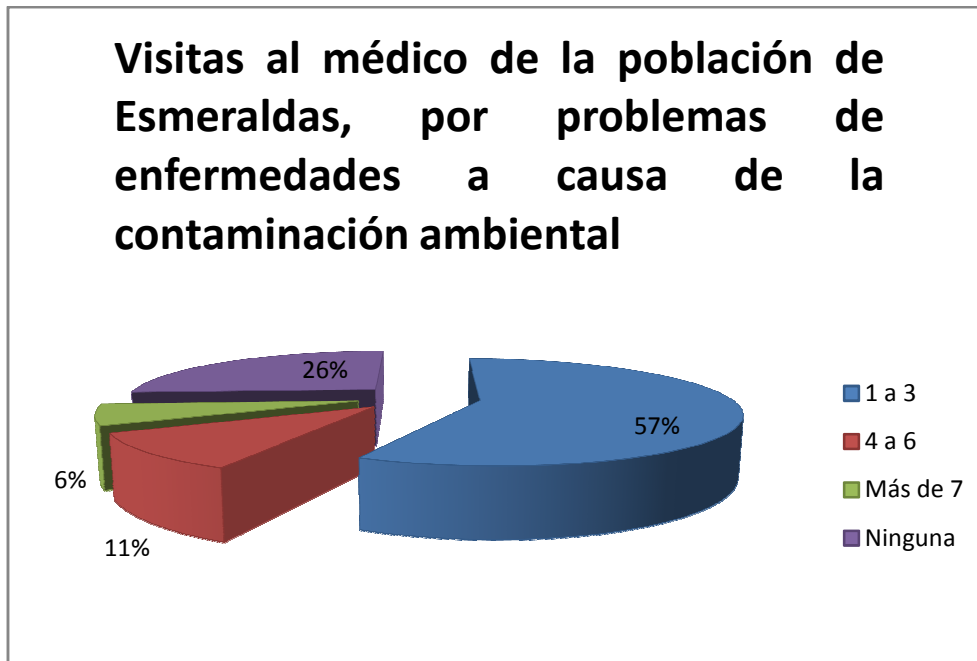


Figura 13: Visitas al médico por problemas de enfermedades a causa de la contaminación ambiental

Elaborado por: Oscar Cevallos N.

ANÁLISIS

En esta tercera pregunta, de las 189 personas encuestadas se obtuvo que cerca del 75% de la población de la ciudad de Esmeraldas ha visitado al médico por problemas de enfermedades a causa de la contaminación ambiental.

PREGUNTA 4: ¿Utilizaría usted el internet para informarse en tiempo real de la contaminación ambiental existente en la ciudad de Esmeraldas?

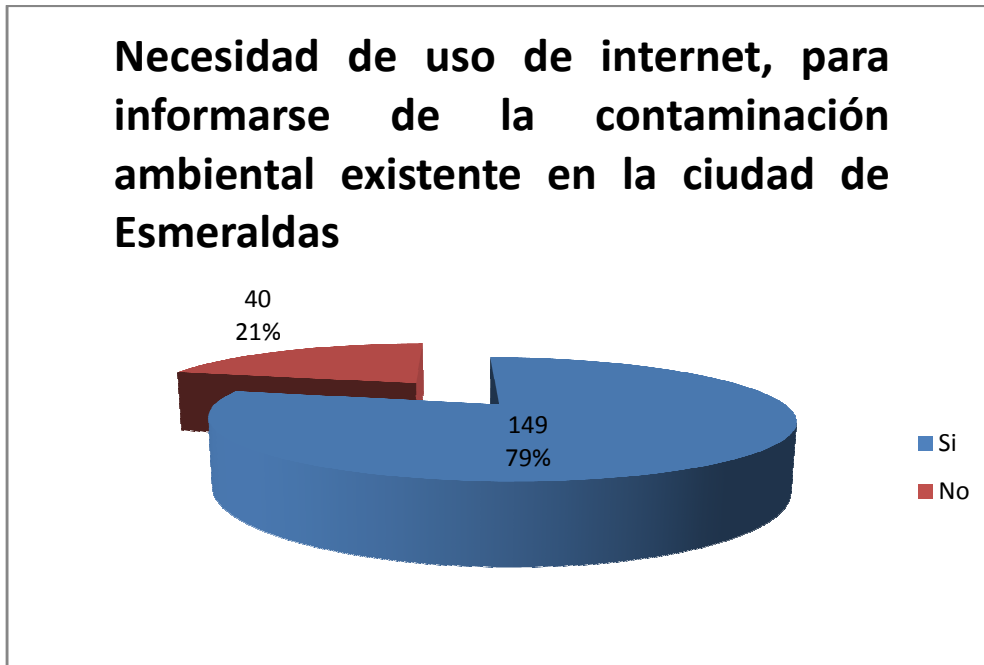


Figura 14: Uso de internet para informarse de la contaminación ambiental existente en la ciudad de Esmeraldas

Elaborado por: Oscar Cevallos N.

ANÁLISIS

En esta cuarta pregunta, de las 189 personas encuestadas se puede concluir que la mayoría de personas consideran el uso del Internet como una herramienta para informarse de la contaminación ambiental existente en la ciudad de Esmeraldas.

PREGUNTA 5: ¿Cree usted conveniente tener instalados sistemas de monitoreo de la contaminación ambiental en la ciudad de Esmeraldas, para poder tomar las debidas precauciones?

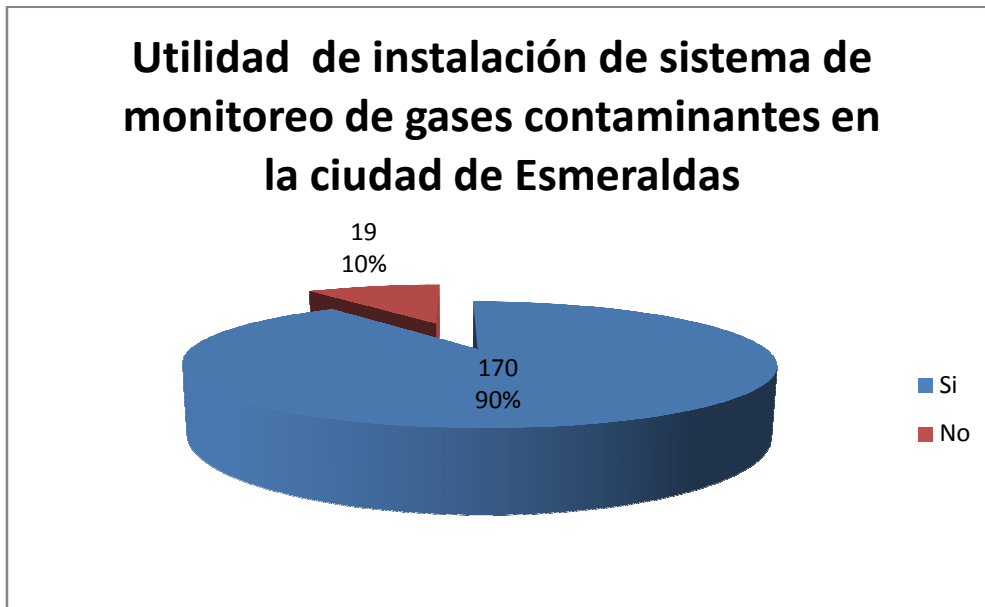


Figura 15: Utilidad de instalación de sistemas de monitoreo de la contaminación ambiental en la ciudad de Esmeraldas

Elaborado por: Oscar Cevallos N.

ANÁLISIS

En esta quinta y última pregunta de la encuesta, de las 189 personas encuestadas se puede concluir que la gran mayoría de personas consideran conveniente la instalación de sistemas de monitoreo de la contaminación ambiental en la ciudad de Esmeraldas, para así poder tomar las debidas precauciones.

2.9. Procesamiento de la información obtenida mediante entrevistas

2.9.1. Entrevistas

Para identificar los diferentes emisores contaminantes del aire ambiente que afectan a la ciudad de Esmeraldas, así como determinar los gases contaminantes más peligrosos para la salud humana e identificar los métodos de monitoreo para gases contaminantes, se efectuó una entrevista como especialista al Jefe de Laboratorio de Control y Calidad de Refinería Esmeraldas, al Director Provincial del Ministerio del Ambiente en Esmeraldas y al Director Provincial de la Dirección de Salud del Cantón Esmeraldas.

2.9.1.1. AL JEFE DE LABORATORIO DE CONTROL Y CALIDAD DE REFINERÍA ESMERALDAS (ESPECIALISTA)

A continuación se presenta la entrevista, realizada al Jefe de Laboratorio de Control y Calidad de Refinería Esmeraldas, Ing. Juan José Villacreses.

PREGUNTA 1: ¿Cuáles considera usted, son los gases contaminantes que más daño causan a la salud humana?

RESPUESTA: Los gases contaminantes que más producen daño en la salud humana son los compuestos inorgánicos, especialmente de azufre, nitrógeno y carbono, como es el H₂S o ácido sulfhídrico, el SO₂ o dióxido de azufre, el CO₂ o dióxido de carbono, el CO o monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno o NO_x.

ANÁLISIS: Se puede identificar que los gases contaminantes que más afectan a la salud humana son: el ácido sulfhídrico (H₂S), el dióxido de azufre (SO₂), el dióxido de carbono (CO₂), el monóxido de carbono (CO) y los óxidos de nitrógeno (NO_x).

PREGUNTA 2: ¿Cuáles considera usted, son las enfermedades causadas por la contaminación del aire ambiente?

RESPUESTA: Considero que las enfermedades más comunes que se dan por causa de la contaminación del aire ambiente son enfermedades pulmonares, estomacales y de la piel, irritación a la mucosa y ojos; si se inhala en exceso los gases nombrados anteriormente puede llegar a la muerte de la persona.

ANÁLISIS: Se puede determinar que hay varias enfermedades asociadas a la inhalación de gases contaminantes muy severas para la salud humana.

PREGUNTA 3: ¿Cuáles considera usted, son las fuentes contaminantes que mayormente afectan a la ciudad de Esmeraldas?

RESPUESTA: Las fuentes que más contaminan o afectan a la ciudad de Esmeraldas son:

- ✓ Refinería
- ✓ CO₂, que emiten los vehículos
- ✓ Hidrocarburos no combustionados
- ✓ Emanaciones de las alcantarillas
- ✓ Vertedero de basura, ya sea el basurero municipal o la basura que a diario botan en las calles o esquinas y estas contienen compuestos inorgánicos

ANÁLISIS: Se puede identificar como fuentes de la contaminación del aire ambiente, entre otros a los vehículos, refinería y a la basura o desperdicios inorgánicos.

PREGUNTA 4: *¿Qué tipos de métodos de monitoreo de gases contaminantes, considera usted son los mejores?*

RESPUESTA: Los que son para monitoreo en las ciudades, en puntos específicos son las bombas dosificadoras en las cuales durante un tiempo determinado un gas es absorbido en una solución para luego ser disuelto en el laboratorio, a parte existen métodos o equipos de monitoreo como son los analizadores que se encargan de un gas específico y lo realizan en tiempo real, los cromatógrafos que pueden realizar el análisis de varios gases aunque su respuestas es lenta y son equipos muy costosos.

ANÁLISIS: Se pueden identificar como métodos de monitoreo los que funcionan con bombas dosificadoras o toma muestras que llevan demasiado tiempo para obtener los resultados, los analizadores cuyo costo es alto y generalmente son para un solo gas, los cromatógrafos que pueden analizar varios gases pero que su costo es elevado y su tiempo de respuesta es demasiado lento.

2.9.1.2. A LA DIRECTORA PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE ESMERALDAS

Según anexo VI, se puede observar el cuestionario enviado a la Dirección Provincial del Ambiente en Esmeraldas.

RESPUESTA: En respuesta a la información solicitada según cuestionario, la Directora Provincial del Ambiente de Esmeraldas envía en Oficio Nro. MAE-DPAE-2012-1374.
Ver Anexo IX

ANÁLISIS: La Directora Provincial del Ambiente de Esmeraldas Lcda. Narcisca Sorlinda Cárdenas Araujo, informa que el Ministerio del Ambiente se encarga de regularizar cada una de las fuentes fijas contaminantes mediante Licencia Ambiental de los proyectos que se encuentran en dicha jurisdicción, además, una de las obligaciones

del regulado es reportar a la Cartera de Estado, el monitoreo de sus emisiones hacia los recursos: agua, suelo y aire; las mismas que deben cumplir con los parámetros establecidos en las Normas Técnicas Ambientales del Libro VI de la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA). **Ver Anexo IX**

2.10. Análisis FODA

2.10.1. Fortalezas

- F1.** Implementación de un sistema de monitoreo para control del aire ambiente, ubicado en refinería.
- F2.** Proyecto de implementación de un sistema de monitoreo de la Calidad del Aire por parte del Ministerio del Ambiente a nivel nacional.
- F3.** Conocimiento de enfermedades a causa de la contaminación ambiental por parte de la población esmeraldeña.

2.10.2. Oportunidades

- O1.** Apertura por parte de las autoridades de la PUCESE, para la implementación tecnológica.
- O2.** Prevención en la salud de los habitantes de la ciudad de Esmeraldas.
- O3.** Apoyo a la comunidad esmeraldeña por parte de la PUCESE.

2.10.3. Debilidades

- D1.** Existencia de varias fuentes de contaminación ambiental ubicadas dentro de la ciudad de Esmeraldas.
- D2.** Existencia de varios gases que producen contaminación ambiental.

D3. No existen datos actualizados de los parámetros de la contaminación ambiental.

2.10.4. Amenazas

- A1.** Incremento de los emisores contaminantes del aire ambiente, como son fábricas, vehículos, basura, entre otros.
- A2.** Falta de interés en la prevención de la contaminación ambiental por parte de la población esmeraldeña.
- A3.** Cambio de parámetros meteorológicos causados por el calentamiento global.

	AMENAZA	OPORTUNIDAD
FORTALEZA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dejar implementado el sistema para que más adelante pueda comunicarse mediante vía inalámbrica con otros puntos en la ciudad de Esmeraldas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contar con un sistema de monitoreo para la prevención de la salud de los habitantes de la ciudad de Esmeraldas.
DEBILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar el sistema, mediante el análisis, diseño y desarrollo para que tenga muy buena acogida por parte de la población de la ciudad de Esmeraldas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Presentar las herramientas tecnológicas que sean de fácil uso para el Usuario.

Tabla 5: Estrategias FA, FO, DA, DO

2.11. Determinación del problema diagnóstico

En base a los objetivos planteados, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Satisfacer la necesidad de la población de la ciudad de Esmeraldas a informarse en tiempo real sobre la contaminación ambiental existente en la urbe.
- Presentar un sistema de monitoreo de acceso libre, con datos y estadísticas sobre la contaminación ambiental existente en la ciudad de Esmeraldas.
- Determinar los gases contaminantes más peligrosos para la salud humana, que según entrevistas son: el Oxido de Carbono (CO), el Dióxido de Carbono (CO₂), el Dióxido de Azufre (SO₂), los Dióxidos de Nitrógeno (NO₂) y el Ozono (O₃).

CAPÍTULO 3: PROPUESTA

3.1 Estudio de factibilidad

Según las necesidades de la investigación, los recursos a utilizar se clasifican de la siguiente manera:

3.1.1. Recursos humanos

Personal del Departamento de LITI (Laboratorio de Investigación, Tecnologías e Innovación) de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador de Esmeraldas “PUCESE”, para mantenimiento y soporte técnico del software.

El ejecutor del proyecto, quien estará encargado también del soporte técnico de la página web, base de datos, así como también del mantenimiento de la electrónica y dispositivos sensores.

3.1.2. Recursos tecnológicos.

El Departamento de LITI (Laboratorio de Investigación, Tecnologías e Innovación) de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador de Esmeraldas “PUCESE”, cuenta con equipos computarizados que satisfacen la necesidad del sistema, razón por la cual aquí se alojará la base de datos en SQL-SERVER 2008 R2 y la página web en VISUAL STUDIO 2010, diseñados por el autor del proyecto, dicha computadora estará a cargo del personal de LITI.

Para garantizar un adecuado rendimiento del sistema es necesario que el hardware a utilizar, esto es que el computador cuente con una entrada USB, al cual los drivers propios de Arduino lo convierten en un puerto virtual de comunicación serial (COM), este puerto permite la programación de la tarjeta concentradora Arduino y para la lectura de los gases contaminantes desde los diferentes sensores, estos datos son guardados en la base de datos y mostrados a través de la pagina web en forma dinámica.

3.1.3. Recursos económicos.

La computadora con el hardware y software requeridos, lo tiene el departamento de LITI de la universidad; el hardware de Arduino, estos son: placa Arduino, sensores de gases contaminantes, LCD display 16x2, cajas de conexión, cables, entre otros, son proporcionados por el autor del proyecto.

3.2. Integración de Componentes

3.2.1 Estructura del Sistema de Monitoreo

Para el funcionamiento del Sistema de Monitoreo de Gases Contaminantes “OMONSYs”. En la siguiente figura se puede observar la integración de hardware y software para capturar los valores de los diferentes gases contaminantes desde los

sensores hasta mostrar dicha información en una página web. Primero se tiene la conexión de la tarjeta Arduino con los sensores de gases contaminantes; luego estos datos son enviados a un computador mediante la comunicación inalámbrica X-bee a través del puerto serial COM virtual y guardados en la base de datos “GASES” en SQL Server 2008 R2, esta base de datos contiene una tabla para cada tipo de gas contaminante; finalmente, mediante una página web son mostrados los valores en tiempo real conforme van ingresando los datos a la tarjeta Arduino desde cada sensor, además en la página web se puede consultar los valores guardados en la base de datos de acuerdo a una fecha específica.

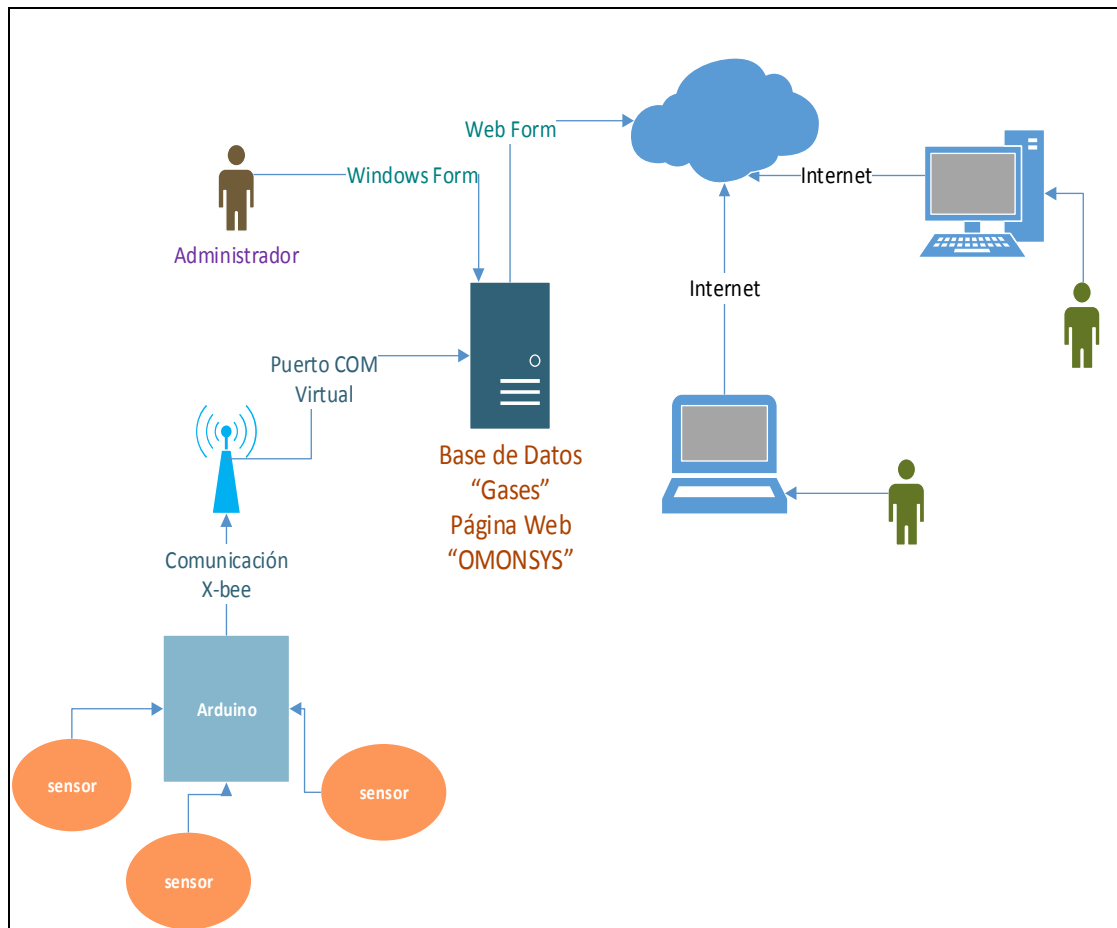


Figura 16: Conexiones de Hardware y Software

Elaborado por: Oscar Cevallos N.

3.3. Requerimientos de Hardware

El proyecto consta de dos cajas de conexión: una contiene la fuente regulada de hasta 12 voltios de corriente continua DC, la cual se alimenta con 120 voltios de corriente alterna AC, además esta contiene la tarjeta concentradora Arduino y la tarjeta electrónica que es utilizada para conectar los sensores y el LCD display; en la otra caja están los sensores para la medición de los gases contaminantes como son: el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO₂), el dióxido de azufre (SO₂), el dióxidos de nitrógeno (NO₂), el ozono (O₃), además contiene un sensor para tener datos de temperatura y humedad. Ambas cajas se conectan mediante un bus de datos con conectores DB25, es necesario que estas cajas posean la suficiente protección para evitar que se deterioren o sean causa de daños por efectos del clima, voltajes, manipulaciones, entre otros.

3.3.1. Tarjeta concentradora Arduino

La placa utilizada en el proyecto es la Arduino Uno (Tinyos UNO), esta dispone de 16 entradas digitales, 8 entradas analógicas, salidas de +5 Vdc y +3 Vdc. Para el proyecto se requieren de 8 entradas digitales, de las cuales 6 son para conectar un display de 16 bits y 2 para los sensores de Humedad/Temperatura y dióxido de carbono (CO₂); además, 4 entradas analógicas para los sensores de dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) y ozono (O₃).



Figura 17: Tarjeta Arduino Uno

Esquema de pines.

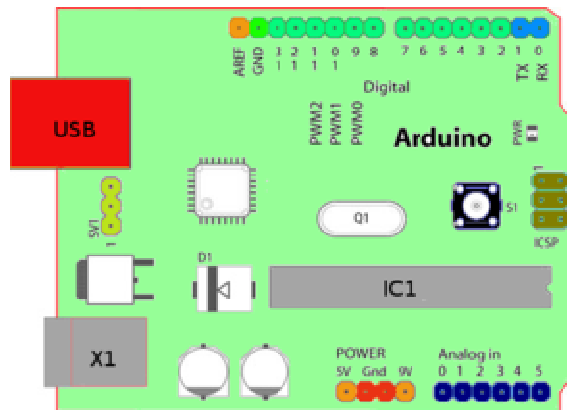


Figura 18: Distribución de Pines de la placa Arduino Uno

Fuente: <http://www.mstislav.com/Arduino-generalidades>

Distribución de pines:

- Pin de referencia analógica (naranja)
- Señal de tierra digital (verde claro)
- Pines digitales 2-13 (verde)
- Pines digitales 0-1 / entrada y salida del puerto serie: TX/RX (azul) (estándar de comunicación serie IC2)
- Botón de reset (negro)
- Entrada del circuito del programador serie (marrón)
- Pines de entrada analógica 0-5 (azul oscuro)
- Pines de alimentación y tierra (naranja y naranja claro)
- Entrada de la fuente de alimentación externa (9-12V DC) – X1 (gris)
- Conmutación entre fuente de alimentación externa o alimentación a través del puerto USB – SV1
- Puerto USB (rojo)

Para la conexión de los diferentes sensores se utiliza la placa Shield Sensor V1.0 para Arduino, la cual hace posible conectar cada sensor mediante un cable tipo bus de datos, esto permite disminuir la cantidad de cables a utilizar en el proyecto y evitar la suelda

de hilos de cable desde los sensores hacia la tarjeta Arduino. Su imagen se la puede ver a continuación.

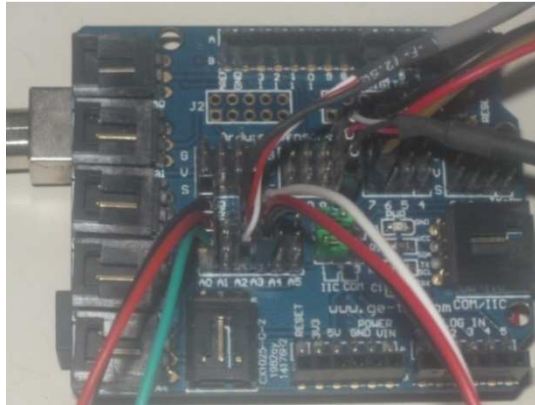


Figura 19: Tarjeta Arduino Shield Sensor V1.0

3.3.2. Sensores de gases contaminantes placa Arduino

Para la realización del proyecto, se requieren sensores que midan gases contaminantes como: Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO₂), Dióxido de Azufre (SO₂), Ozono (O₃), Dióxido de Nitrógeno (NO₂); que son considerados entre los diferentes gases contaminantes, como los más peligrosos para la salud humana y que son regulados según la Norma de calidad de aire ambiente o nivel de inmisión, que rige en todo el territorio nacional. **Ver Tabla 1 del Anexo II.**

Entre los diferentes tipos de sensores que pueden conectarse con la placa Arduino y que detectan gases contaminantes se tienen: el MQ2 que es sensible a gases combustibles e inflamables como el butano, metano, LPG; el MQ3 que es sensible al alcohol, metanol, smog; el MQ7 para medir Monóxido de Carbono; el MQ131 para medir el Ozono y Dióxido de Nitrógeno; el MQ135 para Calidad del Aire; entre otros sensores.

La serie MQ de sensores de gases utilizan un pequeño calentador con un sensor electroquímico, son sensibles a los diferentes gases y usados a temperatura ambiente. Las salidas de estos sensores son analógicas y pueden ser leídas por las entradas analógicas que contiene la placa Arduino.

a) Sensor para medir Monóxido de Carbono - MQ7

El sensor MQ7 tiene una gran sensibilidad al monóxido de carbono CO, además presenta estabilidad y larga vida de duración. Se alimenta con 5 voltios de DC o AC, trabaja a temperaturas de -20 °C a 50 °C, su rango de detección va de 2 ppm hasta 2000 ppm. Este sensor se conecta a la Shield Sensor de Arduino en la entrada analógica A0, mediante la siguiente configuración:

$$A0 \begin{cases} G - \text{Ground} \\ V - V_{cc} \\ S - \text{Señal de entrada} \end{cases}$$

Sus características técnicas se las puede ver en el datasheet. **Ver Anexo X**



Figura 20: MQ7 – Sensor de Monóxido de Carbono CO

El sensor está compuesto por un tubo cerámico microscópico, el electrodo y un calentador, son fijos en una corteza hecha por plástico y acero limpio. El calentador mantiene las condiciones de trabajo necesarias de los componentes sensibles que consisten en 2 partes, uno es el circuito calorífico que tiene la función de mando de tiempo. El segundo es el circuito del rendimiento señalado, puede responder a cambios de superficie con precisión a la resistencia del sensor.

b) Sensor para medir Dióxido de Carbono - MG811

El MG811 tiene una gran sensibilidad y selectividad de Dióxido de Carbono CO₂, además, posee baja dependencia a la humedad y temperatura, larga estabilidad. Es utilizado para el control de la calidad del aire y también en control de procesos de fermentación, necesita de una alimentación de 6 voltios de AC o DC, su rango de lectura está entre 350 y 10000 ppm. Este sensor se conecta a la Shield Sensor de Arduino en la entrada analógica A1 y la salida BOOL del sensor se conecta en la entrada digital D1, mediante la siguiente configuración:

$$A1 \left\{ \begin{array}{l} G - \text{Ground} \\ V - V_{cc} \\ S - \text{Señal de entrada} \end{array} \right. \qquad D1 \left\{ \begin{array}{l} S - \text{Bool} \end{array} \right.$$

Sus características técnicas se las puede ver en el datasheet. **Ver Anexo XI**



Figura 21: MG811 – Sensor de Dióxido de Carbono CO₂

c) Sensor para medir Dióxido de Azufre – MQ136

El MQ136 tiene una buena sensibilidad al Dióxido de Azufre SO₂, también se puede utilizar para otros gases que contienen azufre, este sensor tiene baja sensibilidad a gases combustibles normales, además, tiene larga vida de duración, bajo costo y se puede utilizar en aplicaciones diversas, el sensor necesita tener dos entradas de voltaje. Su rango de trabajo está entre 1 y 200 ppm. Este sensor se conecta a la Shield Sensor de Arduino en la entrada analógica A2, mediante la siguiente configuración:

$$A2 \left\{ \begin{array}{l} G - \text{Ground} \\ V - V_{cc} \\ S - \text{Señal de entrada} \end{array} \right.$$

Sus características técnicas se las puede ver en el datasheet. **Ver Anexo XII**



Figura 22: MQ136 – Sensor de Dióxido de Azufre SO₂

d) Sensor para medir Ozono y Dióxido de Nitrógeno – MQ131

El MQ131 tiene una buena sensibilidad al ozono en una amplia gama, posee larga vida, bajo costo y un circuito de control simple. También es sensible al NO₂ (Dióxido de

Nitrógeno), su concentración va desde 1 hasta los 1000 ppm. Este sensor es utilizado para medir los dos tipos de gases, tanto Ozono O3 y Dióxido de Nitrógeno NO2, va conectado en la entrada analógica A3 del Shield Sensor, mediante la siguiente configuración:

$$A3 \left\{ \begin{array}{l} G - \text{Ground} \\ V - V_{cc} \\ S - \text{Señal de entrada} \end{array} \right.$$

Sus características técnicas se las puede ver en el datasheet. **Ver Anexo XIII**



Figura 23: MQ131 – Sensor de Dióxido de Nitrógeno NO2 y Ozono O3

Las unidades de medición de estos sensores vienen en rangos de ppm (partes por millón), por lo que es necesario realizar una conversión de unidades a $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (microgramos por metro cúbico), para obtener los valores de acuerdo a la tabla del Anexo II de la Norma de la calidad del aire o nivel de inmisión expedida por el Ministerio del Ambiente en el Ecuador. Esta conversión depende principalmente del peso molecular del gas contaminante a medir, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\mu\text{g}/\text{m}^3 = \text{ppm} \times PM \times 10^3 / 24.45$$

Esta fórmula es utilizada para la conversión de un gas cuando la presión es 1 atmósfera (760 mmHg), como es el caso de la ciudad de Esmeraldas que se encuentra a nivel del mar y a 25°C.

La siguiente tabla muestra los valores de conversión para los gases contaminantes.

<i>Gas contaminante</i>	<i>Fórmula molecular</i>	<i>25°C, 1 atm</i>	<i>Peso Molecular</i>
Monóxido de carbono	CO	1 ppm = 1145 µg/m ³	28.01 g/mol
Dióxido de carbono	CO ₂	1 ppm = 1940 µg/m ³	44.01 g/mol
Dióxido de azufre	SO ₂	1 ppm = 2860 µg/m ³	64.06 g/mol
Dióxido de nitrógeno	NO ₂	1 ppm = 1880 µg/m ³	46.01 g/mol
Ozono	O ₃	1 ppm = 2000 µg/m ³	48.0 g/mol

Tabla 6: Conversión de unidades de gases contaminantes

Fuente: WHO. Air Quality Guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series No 23. Copenhagen, 1987.

e) Sensor para medir Humedad y Temperatura – DHT11

El DHT11 cuenta con un complejo sensor de humedad y temperatura con una señal de salida digital calibrada, el suministro de energía es de 3 a 5.5 voltios DC. Tiene rangos de lectura de 20 a 90 RH en porcentaje de humedad y de 0 a 50 °C para temperatura. Se conecta a la entrada digital D0 del Shield sensor.

Sus características técnicas se las puede ver en el datasheet. **Ver Anexo XIV**

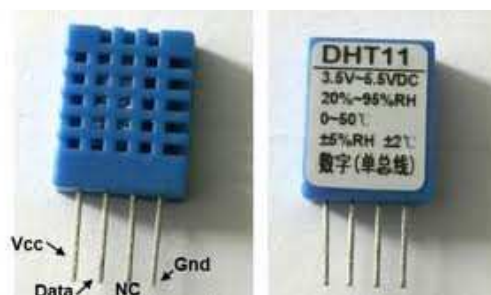


Figura 24: DHT11 – Sensor de Humedad y Temperatura

Fuente: articulo.deremate.com.ar

3.3.3. Display LCD de 16 segmentos

La pantalla de cristal líquido (LCD), es un módulo electrónico de visualización y utilizado para una amplia gama de aplicaciones, en el presente proyecto se utiliza un display LCD básico de 16x2, esto significa que puede presentar hasta 16 caracteres por línea y posee 2 líneas para mostrar la información, se caracterizan porque son económicos, de fácil programación y no tienen limitaciones, a diferencia de los de siete segmentos, es decir pueden mostrar hasta caracteres personalizados, animaciones, entre otros.

Cada caracter se muestra en una matriz de pixeles de 5x7; tiene dos registros: el de comandos y el de datos, el primero almacena instrucciones dadas al LCD como inicializarla, ajustar la posición del cursor; el segundo registro almacena los datos a mostrar en la pantalla, cada caracter corresponde al valor ASCII del mismo a ser visualizado en la pantalla.

La función principal del display será la de poseer un elemento que permita una fácil conexión al sistema de monitoreo que facilitará la visualización de los valores de los diferentes gases contaminantes directamente desde la tarjeta Arduino sin necesidad de ingresar al computador donde se aloja la programación y la página web, será de gran

utilidad al momento de dar mantenimiento de los sensores. La distribución de pines y las conexiones se pueden ver en la siguiente figura.

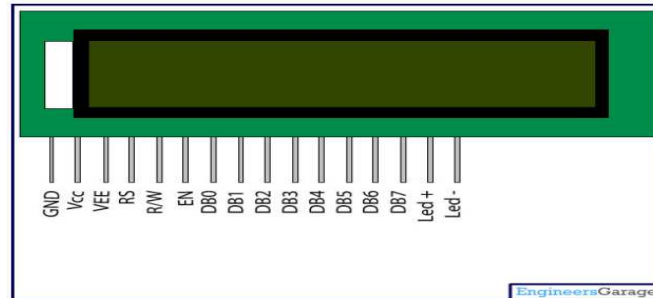


Figura 25: LCD Display 16x2

LCD	Descripción	Arduino	Descripción
Pin 1	VSS	Ground	GND
Pin 2	VDD	+5v	VCC
Pin 3	VEE	N/C	Potenciómetro (medio) 10K
Pin 4	RS	Pin 12	Pin Digital de Arduino
Pin 5	R/W	GND	Ground
Pin 6	Enable	Pin 11	Pin Digital de Arduino
Pin 7	D0	GND	Ground
Pin 8	D1	GND	Ground
Pin 9	D2	GND	Ground
Pin 10	D3	GND	Ground
Pin 11	D4	Pin 5	Pin Digital de Arduino
Pin 12	D5	Pin 4	Pin Digital de Arduino
Pin 13	D6	Pin 3	Pin Digital de Arduino
Pin 14	D7	Pin 2	Pin Digital de Arduino
Pin 15	Led+	+5v	VCC
Pin 16	Led-	GND	Ground

Tabla 7: Distribución de Pines de LCD 16x2 con Arduino

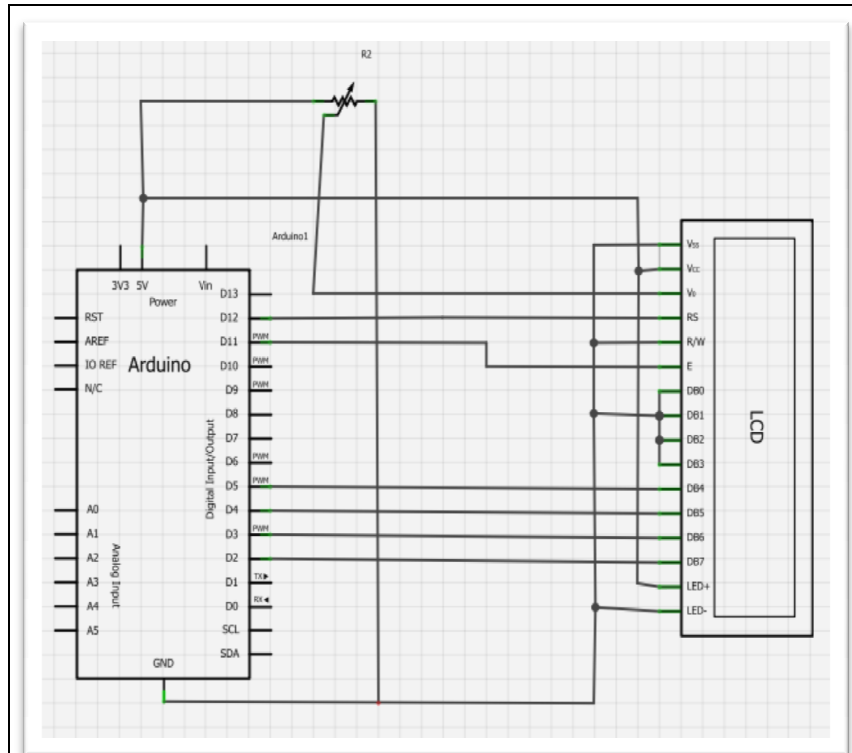


Figura 26: Esquema de conexiones LCD Display con Arduino

Elaborado por: Oscar Cevallos N.

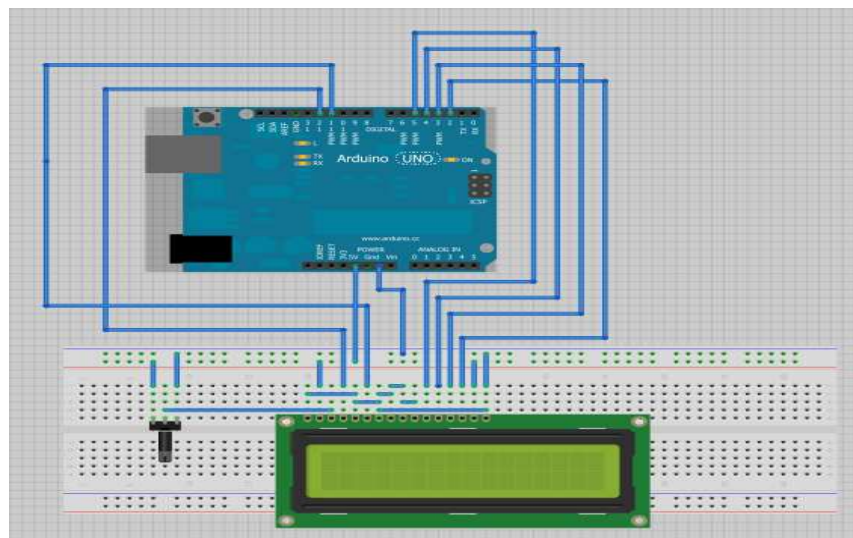


Figura 27: Diagrama de conexiones LCD Display con Arduino

Elaborado por: Oscar Cevallos N.

3.3.3.1. Codificación de Comunicación con LCD-Display 16x2

Dentro de la estructura *Loop* de la codificación para la placa Arduino, se graba el código que permite visualizar los valores de medición de cada sensor en un LCD-display 16x2, estos datos se van mostrando en el display de sensor en sensor. Su estructura se compone de una secuencia *for*, así:

```
Comentario: // Presentar en LCD valor del sensor MG811

Secuencia for: for (int i = 0; i <= 600; i++)

Set el cursor en Columna #, Fila #:
Del LCD display: lcd.setCursor (7, 0);

Imprime el dato a ser visualizado: lcd.print (mg811, 1);

Limpia el LCD: lcd.clear ();
```

NOTA: El código completo para mostrar todos los valores de los sensores, se lo puede visualizar en el Anexo XX

3.3.4. Tarjeta de Comunicación X-bee

El puerto de comunicación utilizado para conectarse desde la tarjeta Arduino al computador es mediante el dispositivo X-bee (comunicación Inalámbrica), esta tarjeta basa su funcionamiento convirtiendo la comunicación USB a Serial, para esto es necesario descargar los drivers que son Open Source para conectar al PC mediante el cable mini USB. Se genera un puerto serial COM12 que sirve para la comunicación con la página web, a través del lenguaje de programación.

Los módulos X-bee se caracterizan por ser económicos, poderosos y fáciles de utilizar, además, tienen buen alcance de comunicación hasta 300ft (100 metros) en línea de vista

para los X-bee y hasta 1 milla (1.6 Km) para los X-bee Pro, tienen bajo consumo <50mA en funcionamiento y <10uA en modo sleep, poseen una interfaz serial y se pueden tener varios de estos módulos en una misma red. Trabajan con un voltaje de 3.3 Vdc que es regulado de los 5 voltios de la tarjeta Arduino o del cable USB.



Figura 28: Módulos de Comunicación X-bee

3.3.4.2. Configuración de Comunicación X-bee

Para la configuración de la comunicación X-bee, después de instalar los drivers del dispositivo (en el caso de Windows 7 lo realiza automáticamente), se puede visualizar en la ventana Administrador de Dispositivos, dentro de Controladores de bus serie universal, como **USB Serial Converter**. También podemos observar dentro de Puertos (COM y LPT), el valor del puerto COM asignado al nuevo dispositivo, como nos muestra la siguiente figura.

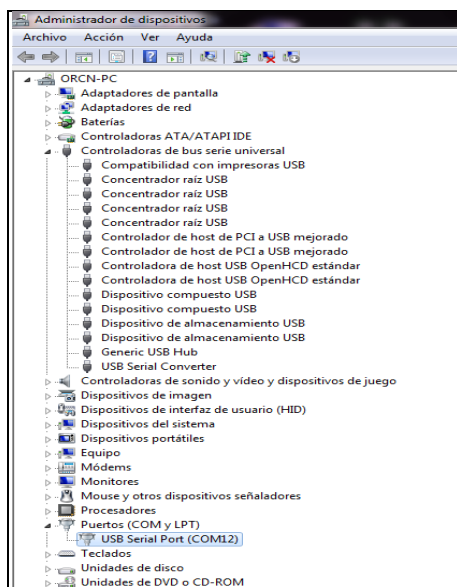


Figura 29: Reconocimiento de modulo X-bee

Luego, es necesario descargar el programa X-CTU desde internet, cuya versión es gratuita. Y se procede a configurar el primer módulo como dispositivo *END* y el otro módulo como dispositivo *COORDINADOR*, como muestra la siguiente figura:

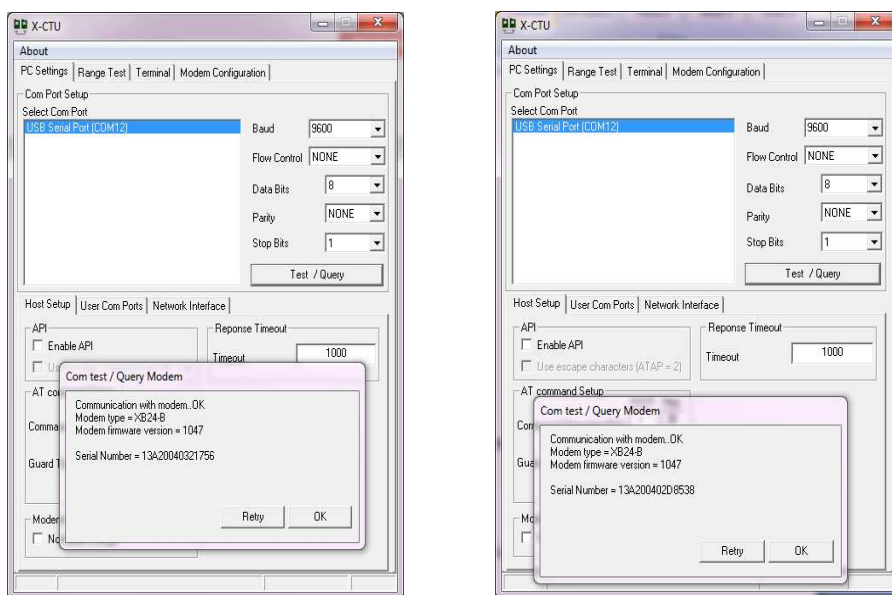


Figura 30: Configuración de dispositivos END y COORDINADOR de X-bee

3.3.5. Fuente de Alimentación

Para energizar la tarjeta concentradora Arduino y la tarjeta Shield sensor, se utiliza una fuente regulada de hasta 12 voltios de corriente continua DC, la cual a su vez es alimentada con 120 voltios de corriente alterna AC; desde la tarjeta Arduino se alimentan de voltaje los diferentes sensores, así como el LCD display y la tarjeta de comunicación X-bee. La fuente regulada se la puede visualizar en el siguiente grafico:

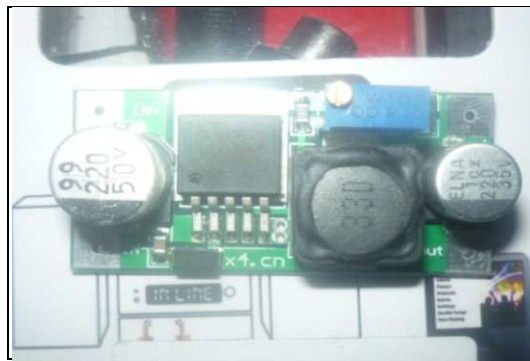


Figura 31: Fuente regulada de hasta 12Vdc

3.3.6. Caja de conexión de placa Arduino

La siguiente figura muestra las conexiones existentes entre la placa Arduino y el conector DB-25 que va conectado a los diferentes sensores de gases contaminantes, utilizando de por medio una placa de soldadura protoboard.

En el conector DB-25 van conectados dos cables, uno de 3 hilos que es por donde se envían los voltajes de alimentación de los sensores y para el encendido del ventilador y el otro cable es un multipar de 8 hilos, de los cuales se utilizan 6 para recibir la señal de los sensores; cuya distribución es de la siguiente manera:

PIN	COLOR DE CABLE	DESCRIPCIÓN
1	café	Salida Digital D0, conectado al DHT11
2	blanco/café	Salida Análoga A0, conectado al MQ7
3	verde	Salida Análoga A1, conectado al MG811
4	blanco/verde	Salida Digital D1, conectado al MG811
5	naranja	Salida Análoga A2, conectado al MQ136
6	blanco/naranja	Spare
7	azul	Salida Análoga A3, conectado al MQ131
8	blanco/azul	Spare
25	rojo	Voltaje +5Vcc
23	blanco	Voltaje +9Vcc
21	negro	GND

Tabla 8: Cable DB-25

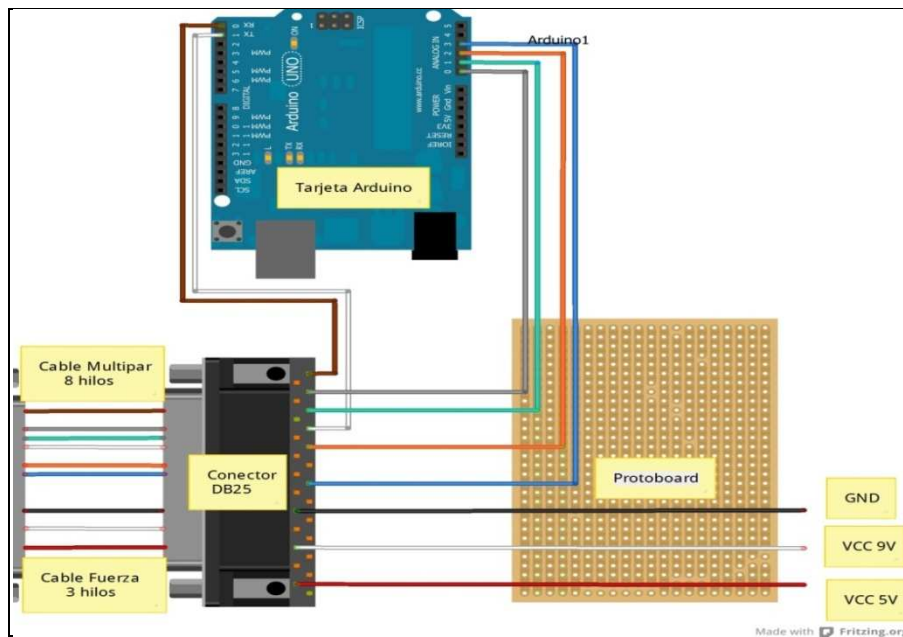


Figura 32: Conexiones de tarjeta Arduino

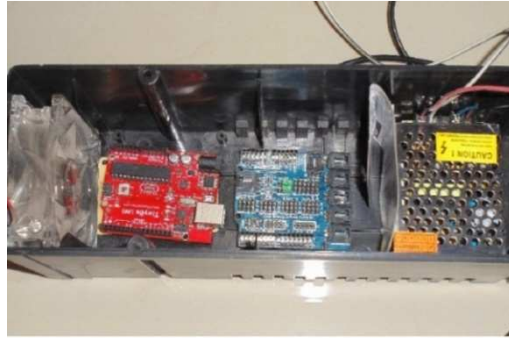


Figura 33: Elaboración de caja electrónica para Arduino

3.3.7. Caja de conexión de sensores

En la siguiente figura, se muestra la conexión de los diferentes sensores de gases contaminantes y el ventilador que se utiliza para tener flujo de aire a ser monitoreado.

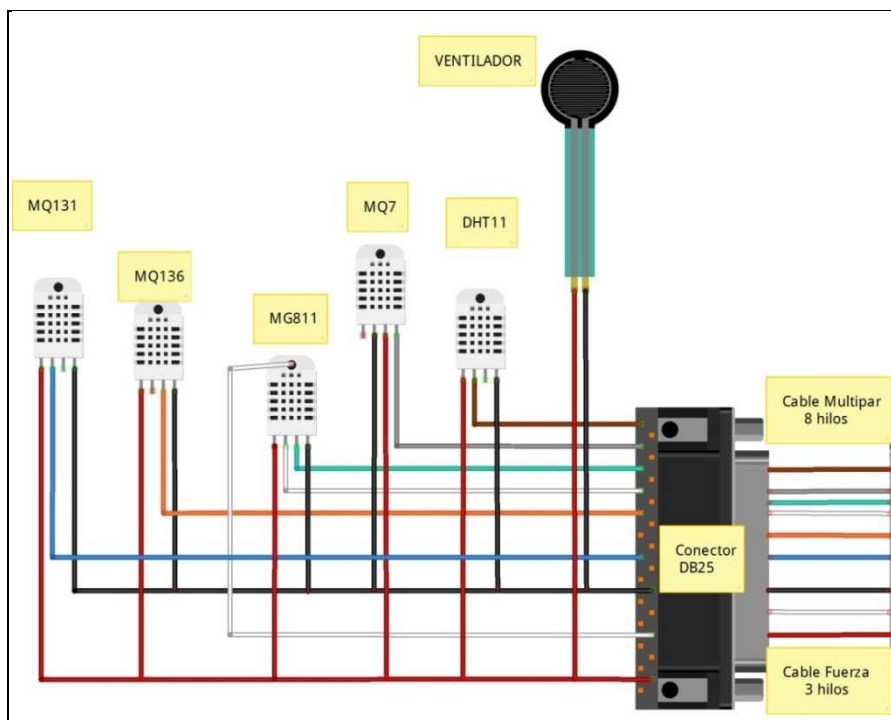


Figura 34: Conexión de Sensores de Gases Contaminantes



Figura 35: Elaboración de caja para Sensores de Gases Contaminantes

3.4. Requerimientos de Software

3.4.1. Interfaz de desarrollo Arduino y drivers para S.O. Windows

Es necesaria la instalación de software de Arduino que se puede descargar gratuitamente de internet ya que se trata de software Open Source. La versión de instalación del proyecto es la 1.0.2. Hay que descomprimir el archivo en una carpeta dentro del disco duro y esta ya contiene los drivers (FTDI) para el funcionamiento de la placa Arduino con el sistema operativo de la computadora.

En la siguiente figura se puede observar el IDE (Interfaz del Entorno de Desarrollo) de Arduino.

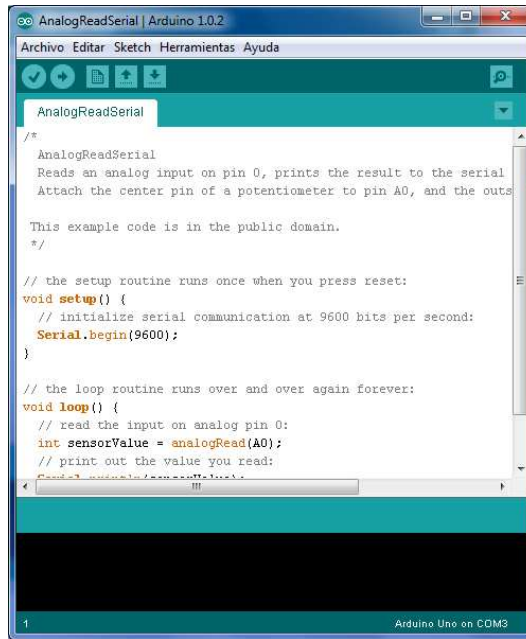
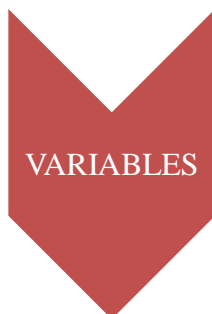


Figura 36: Interfaz del Entorno de Desarrollo IDE

3.4.2. Codificación para Reconocimiento de Sensores

La codificación o sketch que utiliza la placa Arduino, se compone de varias funciones o subprocesos que serán llamadas de acuerdo a la programación del Arduino, de toda esta codificación, hay tres partes principales que debe contener toda programación que son:



- Aquí se declaran Variables Globales, Librerías a utilizar, se definen Pines del Arduino analógicos y digitales a ser utilizados , entre otros.
- Ej:


```

analogRead(0); //declara entrada analógica 0
#include <LiquidCrystal.h>
#include <dht11.h>

```



- Conocido como procedimiento o subrutina
- Se inicializa una sola vez
- Aquí se declaran los pines a ser utilizados, se indica la velocidad de comunicación, la declaración de variables locales, entre otros.
- Ej:

```
Serial.begin (9600);  
lcd.begin(16, 2);  
pinMode (BOOL_PIN, INPUT);
```



- Aquí se ingresa el programa a ejecutarse en la placa Arduino
- Será llamada una y otra vez para su ejecución
- Ej:

```
sensorValue = analogRead(sensorGas);  
serial.println(sensorValue);  
delay(1000);
```

Tabla 9: Estructura del código de Sensores en Arduino

Elaborado por: Oscar Cevallos N.

NOTA: El código completo para la lectura de los sensores se lo puede visualizar en el **Anexo XV**, este código está basado en ejemplos dados por los fabricantes de los sensores, que se citan a continuación; por tratarse de software Open Source, han sido modificados para el funcionamiento del presente proyecto:

a) Sensor MG811 – CO2

Créditos: Tiequan Shao: tiequan.shao @ sandboxelectronics.com

Peng Wei: peng.wei @ sandboxelectronics.com

Define pines de placa Arduino a utilizar para los sensores

```
#define MG_PIN (1) //define entrada análoga A1 para MG811
#define BOOL_PIN (1) //define entrada digital D1 para MG811
#define MQ_PIN (0) //define la entrada análoga en A0 para MQ7
#define DHT11PIN 7 // define entrada Arduino digital Pin 7 para DHT11. ....
```

Variables globales

```
float CO2Curva[3] = {2.602,Zero_Point_Voltage,(Reaction_Voltage/(2.602-3))}; //Son
tomados 2 puntos de la curva del sensor MG811
float COCurve[3] = {2.3,0.72,-0.34}; // Toma dos puntos de la curva del sensor MQ7.....
```

Inicializa una sola vez al energizar la placa Arduino

```
void setup()
{ Serial.begin(9600); //Define velocidad de comunicación = 9600bps, igual para todos los
sensores
pinMode (BOOL_PIN, INPUT); //set pin de entrada
digitalWrite(BOOL_PIN, HIGH); // pone en valor alto al pin Bool
}
```

Lectura de los valores de los sensores

```
void loop()
{ //variables para DHT11 - temperatura y humedad
  int chk = DHT11.read(DHT11PIN);
  // variables para MG811 - CO2
  int porcentaje;
  int mg811;
  mg811 = MGLectura(MG_PIN) * 1940; //1940 es el valor de conversión de ppm a
  µg/m³ para CO2, según tabla 5 “Conversión de unidades”
  porcentaje = MGGetPorcentaje(mg811, CO2Curva);
  delay(15000); //Espera de tiempo expresado en milisegundos = 15 segundos . . . . .
```

Imprimir los valores de los sensores para la lectura con el Windows Form

```
Serial.println("t"); //Identificación para enviar la variable de temperatura al PC
Serial.println(DHT11.temperature,1); //Valor de temperatura expresado en °C
delay(15000); //Tiempo de espera = 15 segundos

Serial.println("h"); // Identificación para enviar la variable de humedad al PC
Serial.println(DHT11.humidity,1); //Valor de humedad expresado en %
delay(15000); //Tiempo de espera = 15 segundos

Serial.println("m"); //Identificación para enviar la variable de CO al PC
Serial.println(MQGetGasPorcentaje(MQRead(MQ_PIN)/Ro,GAS_CO),1); Valor de CO
expresado en µg/m³
delay(15000); //Tiempo de espera = 15 segundos

Serial.println("d"); //Identificación para enviar la variable de CO2 al PC
Serial.println(mg811,1); //Valor de CO2 expresado en µg/m³
delay(15000); // Tiempo de espera = 15 segundos . . . . .
```

Nota: La codificación completa de todos los sensores de gases contaminantes, se puede observar en el **Anexo XV**.

3.4.3. Programa de Arduino para Visual Studio

Este programa es un plugin que se puede descargar gratuitamente de internet, proporciona una alternativa sencilla para programar y compilar las tarjetas Arduino directamente desde Visual Studio 2010, además es compatible con el IDE de Arduino.

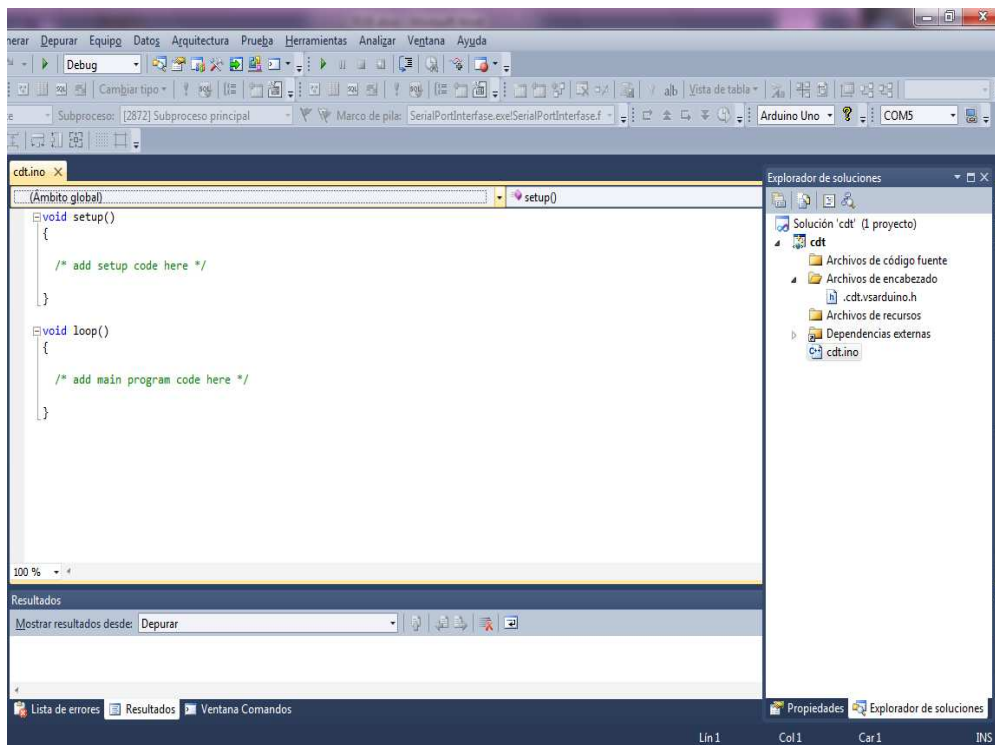


Figura 37: Interfaz de Arduino para Visual Studio 2010

3.4.4. Diseño del Windows Form

Para la lectura y almacenamiento de los datos en tiempo real, se lo realiza mediante un Windows Forms creado en Visual Studio 2010 Ultimate. Estos datos estarán almacenándose en forma dinámica en la base de datos 'GASES' generada en SQL-Server 2008 R2.

El formulario contiene los siguientes controles:

- a) **SerialPort**, control que sirve para el acceso y comunicación con el puerto COM virtual (COM5) de la computadora.
- b) **Timer**, control utilizado para acceder a la fecha y hora del PC con el que se está comunicando la tarjeta concentradora Arduino.
- c) **ComboBox**, si está habilitado muestra un listado de todos los puertos seriales COM reconocidos en el PC, entre los cuales se puede escoger el que se comunica con la tarjeta Arduino, generado en la instalación de los drivers, en este proyecto es el COM5 con cable USB y COM12 para dispositivo XBee.
- d) **TextBox**, distribuidos de la siguiente manera: un textbox para escoger la *velocidad de comunicación* con la tarjeta Arduino que en este proyecto es de 9600 baudios por tratarse de comunicación serial y de siete textbox para recibir los valores de cada uno de los sensores, estos datos ingresan mediante el control RichTextBox, este último utilizado para separar por palabras toda la cadena de datos leída desde el Arduino, cuando lea la letra (código de identificación) asociada a cada sensor, el valor numérico que lo sigue será enviado a su respectivo textbox y a su vez enviado ese valor a la tabla correspondiente en la base de datos. Cada nuevo registro que ingrese a las tablas se guardan con la fecha y hora, los códigos de los sensores son para CO (m), CO2 (d), SO2 (a), NO2 (n), O3 (o), Temperatura (t) y Humedad (h). Además contiene 2 textbox, en donde se muestran la fecha y la hora que se actualiza cada segundo (1000 milisegundos).
- e) **Botones**, estos controles son utilizados al momento de dar clic sobre ellos y se tienen 2, uno para *Conectar* el PC con la tarjeta Arduino y *el otro para Desconectar*.
- f) **PictureBox**, estos controles permiten insertar imágenes al Windows Forms, en ellos se muestran el logo del proyecto OMONSYS, el logo de la PUCESE y los

valores máximos permisibles según la Norma de Calidad de Aire o Nivel de Inmisión. **Ver Anexo II.**

La siguiente figura muestra el formulario Windows Forms.

CONTAMINANTE Y PERIODO DE TIEMPO	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
Monóxido de Carbono CO			
Concentración promedio en ocho horas (µg/m³)	15000	30000	40000
Ozono O3			
Concentración promedio en ocho horas (µg/m³)	200	400	600
Dióxido de Nitrógeno NOx			
Concentración promedio en una hora (µg/m³)	1000	2000	3000
Dióxido de Azufre SO2			
Concentración promedio en veinticuatro horas (µg/m³)	200	1000	1800
Material particulado PM 10			
Concentración en veinticuatro horas (µg/m³)	250	400	500
Material particulado PM 2,5			
Concentración en veinticuatro horas (µg/m³)	150	250	350

Fuente: Acuerdo 50 NCA - Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión en el Ecuador

CONTAMINANTE Y PERIODO DE TIEMPO	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
Dióxido de Carbono CO2			
Concentración promedio en ocho horas (ppm)	5000	10000	15000

El valor límite de exposición profesional (LEP-VLA) del INSHT

Nota:
Valores de concentración expresados en microgramos por metro cúbico de aire, a condiciones de 25 °C y 760 mmHg.

Figura 38: Windows Forms para comunicación con placa Arduino

Elaborado por: Oscar Cevallos N.

Este formulario permite al administrador del sistema de monitoreo de gases contaminantes “OMONSYS”, conectar la tarjeta concentradora Arduino con la base de datos, así como también desconectar. Los datos de medición de los gases contaminantes serán almacenados en la base de datos y visualizados en la página web creada mediante Web Forms detallada más adelante.

3.4.4.1. Secuencia para nueva lectura de sensores del Formulario Windows Forms

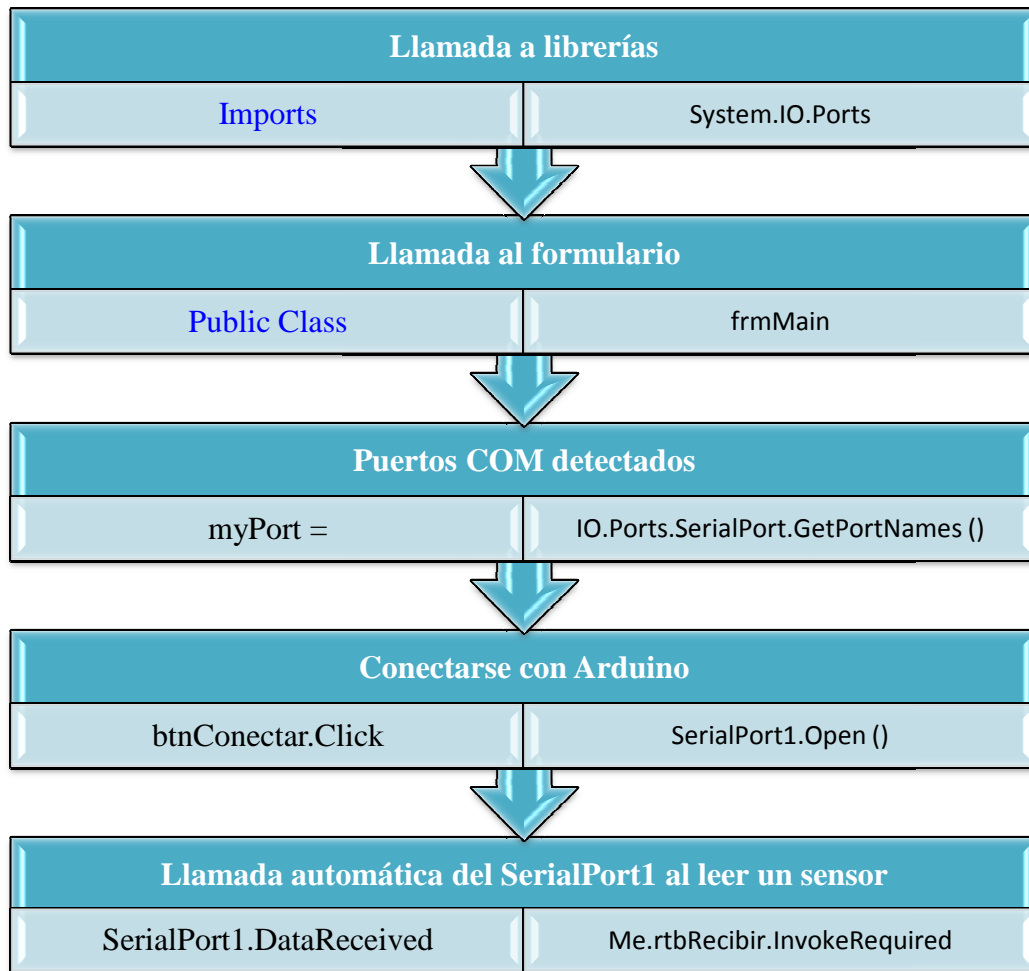


Figura 39: Secuencia de nueva lectura de sensores para formulario Windows Forms

3.4.4.2. Diagrama de bloques para lectura de sensores

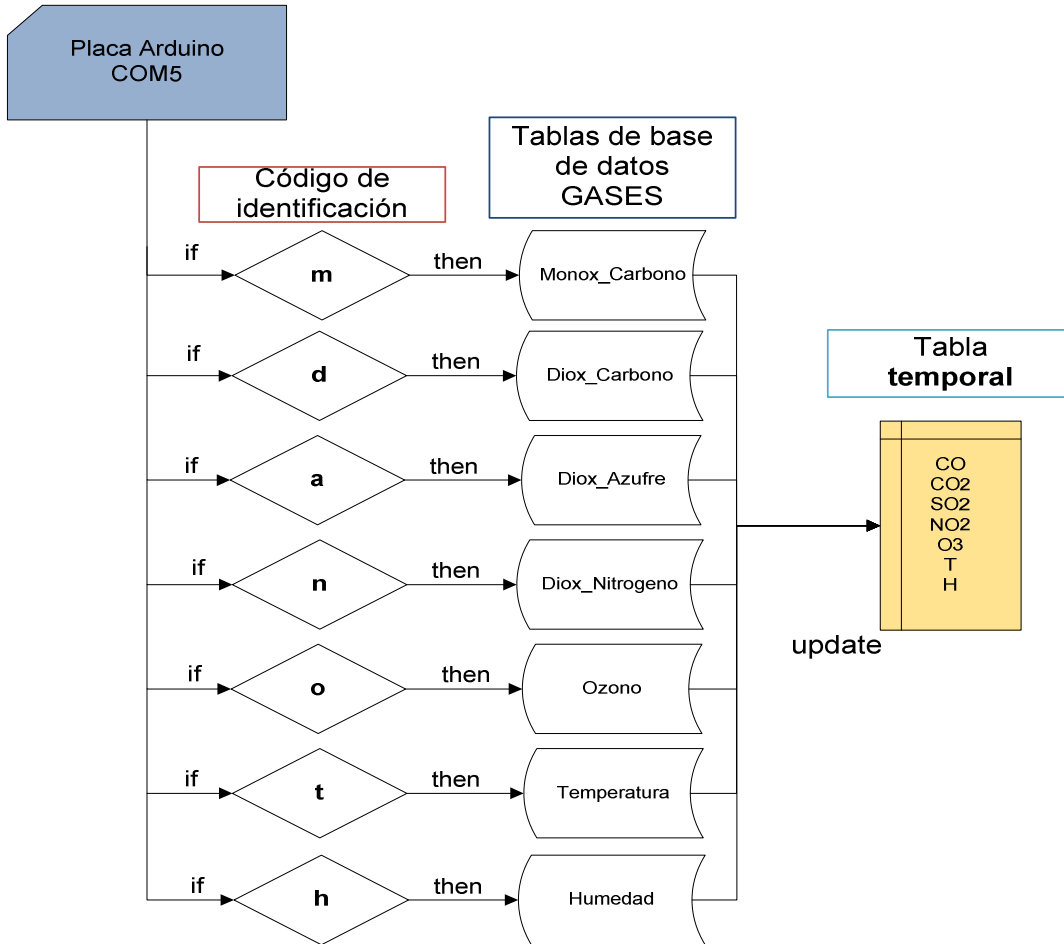


Figura 40: Diagrama de bloques para lectura de sensores

3.4.5. Diseño del Sitio Web

La página web del sistema de monitoreo de gases contaminantes “OMONSYSS”, está diseñado mediante Web Forms. En su Menú Principal, consta de cinco pestañas distribuidas de la siguiente manera:

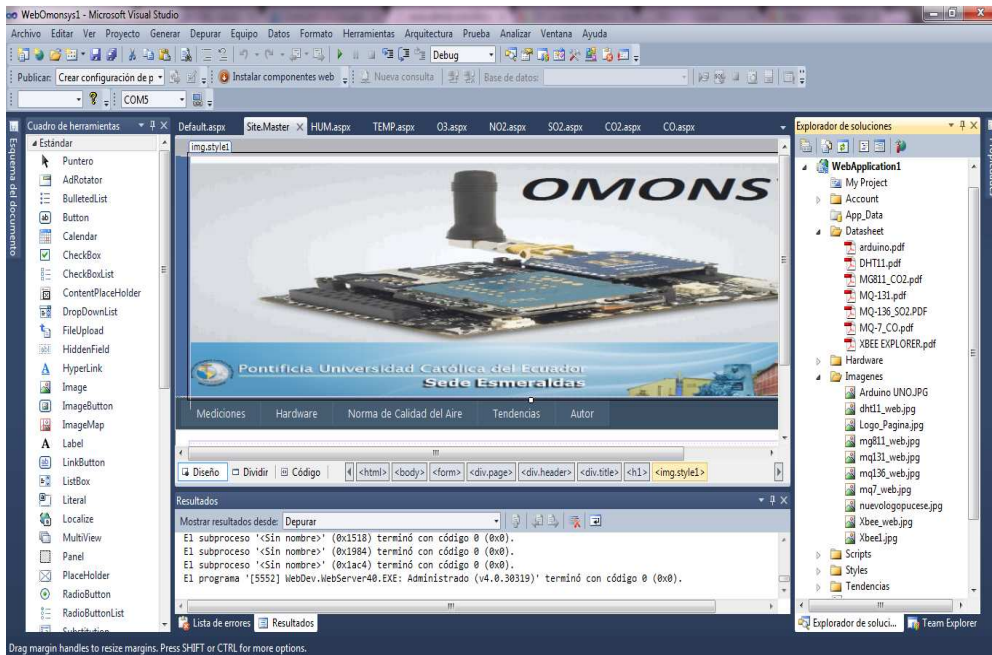
- a) En la opción **Mediciones**, se puede visualizar los datos de las mediciones de los diferentes sensores que constan en el sistema, los cuales están conectados al shield sensor de la tarjeta Arduino. Sus valores están expresados en °C (Grados Centígrados) para temperatura, % (Porcentaje) para la humedad, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (microgramos por metro cúbico) para las concentraciones de Monóxido y Dióxido de Carbono, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno y Ozono. Estos valores se encuentran en tiempo real.

- b) En la opción **Hardware**, se pueden visualizar gráficos, datasheet e información de los diferentes sensores utilizados en el proyecto, así como de la placa Arduino y de la tarjeta X-bee utilizada para comunicación inalámbrica.

- c) En la opción **Norma de Calidad del Aire**, se puede observar la norma de calidad del aire o nivel de inmisión que regula la contaminación ambiental expedida por el Ministerio del Ambiente en el Ecuador.

- d) En la opción **Tendencias**, se pueden consultar los datos de contaminación de los diferentes gases que componen el sistema de monitoreo, al realizar esta consulta se obtiene los valores medidos durante todo un día, escogido en el calendario que muestra la página. Los datos mostrados están almacenados en las tablas de la base de datos 'GASES'.

- e) Finalmente en la opción **Autor**, se muestra datos del gestor del proyecto.



Drag margin handles to resize margins. Press SHIFT or CTRL for more options.

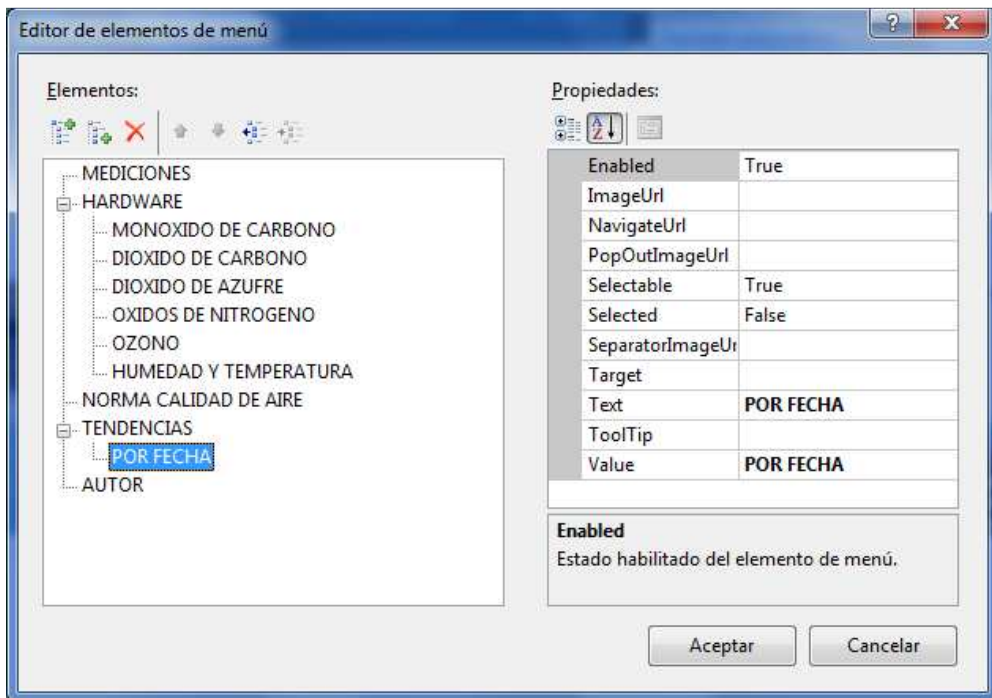


Figura 41: Configuración de páginas del sitio web

Elaborado por: Oscar Cevallos N.

3.4.5.1. Codificación del Sitio Web

En este numeral, se detalla todo el árbol de navegación que tiene la página web, en donde se muestra la información referente al monitoreo de gases contaminantes “OMONSYS”. El sitio web se compone de las siguientes páginas:

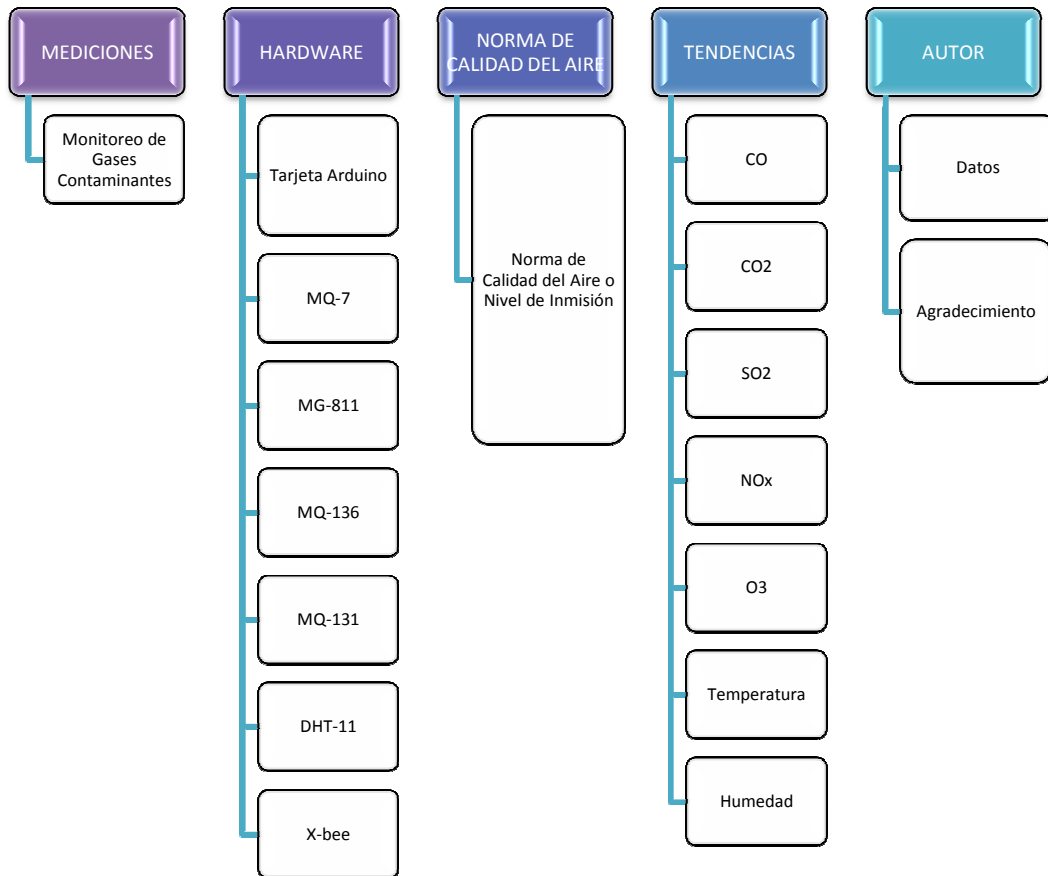


Figura 42: Distribución del Menú de la Página Web

NOTA: El código completo se lo puede visualizar en el **Anexo XVII**

3.4.5.2. Ejecución de Web Forms



Figura 43: Página web Hardware



Figura 44: Página web Autor



Figura 45: Página web Mediciones

3.4.5.3. Creación de la Base de Datos

La base de datos “GASES”, que muestra la siguiente figura, esta creada en SQL-Server 2008 R2. Esta BDD contiene las siguientes tablas: Monox_Carbono, Diox_Carbono, Diox_Azufre, Diox_Nitrogeno, Ozono, Temperatura y Humedad, en las cuales se van guardando todos los datos obtenidos de cada uno de los sensores; y, además contiene la tabla Temporal, que es utilizada para mostrar en la página web el último valor obtenido por cada sensor en forma dinámica, mediante la configuración de un disparador (trigger), este permite ir actualizando la tabla temporal mientras van ingresando los valores de los sensores que son adquiridos desde la placa Arduino a través de la comunicación serial.

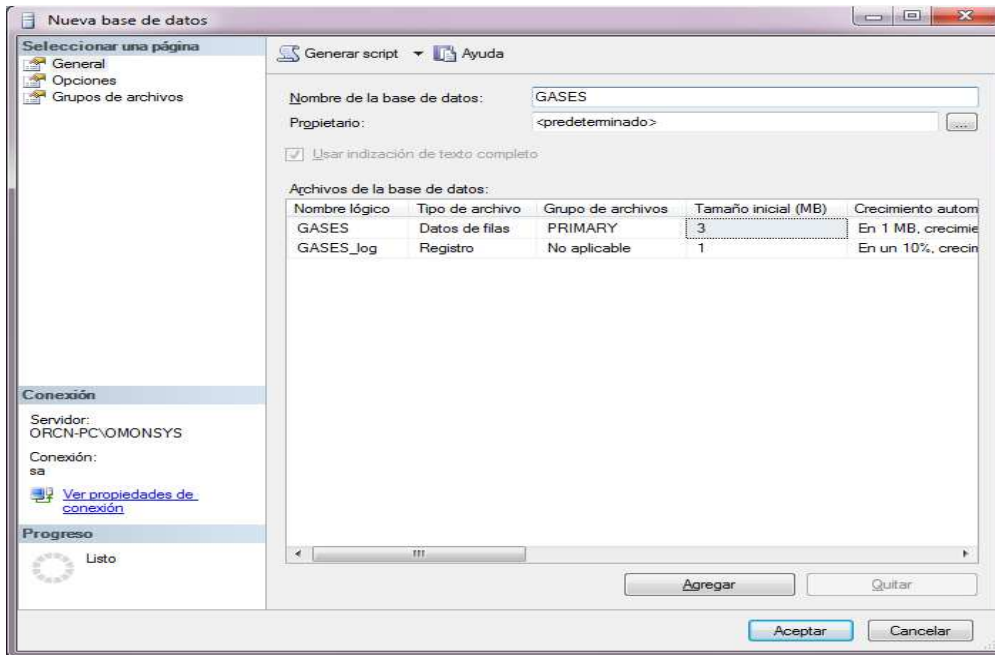


Figura 46: Creación de base de datos

3.4.5.4. Diccionario de Datos

a) Monóxido de Carbono – CO

Campo	Tipo	Valor	Descripción
Id_CO	Int	Primary Key	Identificación del sensor, auto-numérico
Valor	Float	Not null	Valor numérico recibido del sensor
Fecha	Date	Not null	Fecha que se inserta automáticamente
Hora	Time	Not null	Hora que se inserta automáticamente

Tabla 10: Descripción de Tabla CO, para gas monóxido de carbono

b) Dióxido de Carbono – CO2

Campo	Tipo	Valor	Descripción
Id_CO2	Int	Primary Key	Identificación del sensor, auto-numérico
Valor	Float	Not null	Valor numérico recibido del sensor
Fecha	Date	Not null	Fecha que se inserta automáticamente
Hora	Time	Not null	Hora que se inserta automáticamente

Tabla 11: Descripción de Tabla CO2, para gas dióxido de carbono

c) Dióxido de Azufre – SO2

Campo	Tipo	Valor	Descripción
Id_SO2	Int	Primary Key	Identificación del sensor, auto-numérico
Valor	Float	Not null	Valor numérico recibido del sensor
Fecha	Date	Not null	Fecha que se inserta automáticamente
Hora	Time	Not null	Hora que se inserta automáticamente

Tabla 12: Descripción de Tabla SO2, para gas dióxido de azufre

d) Dióxido de Nitrógeno – NO2

Campo	Tipo	Valor	Descripción
Id_NO2	Int	Primary Key	Identificación del sensor, auto-numérico
Valor	Float	Not null	Valor numérico recibido del sensor
Fecha	Date	Not null	Fecha que se inserta automáticamente
Hora	Time	Not null	Hora que se inserta automáticamente

Tabla 13: Descripción de Tabla NO2, para gas dióxido de nitrógeno

e) Ozono – O₃

Campo	Tipo	Valor	Descripción
Id_O3	Int	Primary Key	Identificación del sensor, auto-numérico
Valor	Float	Not null	Valor numérico recibido del sensor
Fecha	Date	Not null	Fecha que se inserta automáticamente
Hora	Time	Not null	Hora que se inserta automáticamente

Tabla 14: Descripción de Tabla O3, para gas ozono

f) Temperatura

Campo	Tipo	Valor	Descripción
Id_T	Int	Primary Key	Identificación del sensor, auto-numérico
Valor	Float	Not null	Valor numérico recibido del sensor
Fecha	Date	Not null	Fecha que se inserta automáticamente
Hora	Time	Not null	Hora que se inserta automáticamente

Tabla 15: Descripción de Tabla Temperatura

g) Humedad

Campo	Tipo	Valor	Descripción
Id_H	Int	Primary Key	Identificación del sensor, auto-numérico
Valor	Float	Not null	Valor numérico recibido del sensor
Fecha	Date	Not null	Fecha que se inserta automáticamente
Hora	Time	Not null	Hora que se inserta automáticamente

Tabla 16: Descripción de Tabla Humedad

3.4.5.5. Codificación para Almacenamiento en Base de Datos



Figura 47: Secuencia para insertar datos a la BDD

NOTA: El código completo se lo puede visualizar en el **Anexo XVI**

3.4.5.6. Codificación de Disparadores (Triggers) para Inserción de datos

El siguiente código es utilizado para realizar un disparador dentro de SQL-Server, el cual se acciona al momento de recibir un nuevo dato desde cualquiera de los sensores e insertado en la tabla respectiva en la base de datos “GASES”, este código permite actualizar el campo correspondiente a cada sensor dentro de la tabla temporal para ser visualizado en tiempo real dentro de la página web.

Uso de la base de datos

```
use gases
go
```

Declaracion del Trigger

```
CREATE TRIGGER Nombre_Disparador on Tabla_Inserta_Dato
AFTER INSERT
AS
BEGIN
Update Tabla_Actualizar SET Campo_Tabla_Actualizar = (select
inserted.Campo_Tabla_Inserta_Dato from inserted);
END
```

NOTA: El código completo se lo puede visualizar en el **Anexo XVIII**

3.5. Documentación

3.5.1. Pruebas de Funcionamiento

Para las pruebas de funcionamiento del proyecto, se utilizaron dos equipos de medición comerciales de marca, así, para la medición de gas contaminante CO (monóxido de carbono), se utilizó un medidor portátil de gases, que aparte del CO también mide oxígeno (O₂), explosividad (LEL), hidróxido de azufre (H₂S); y, para temperatura, se utilizó un multímetro digital marca FLUKE 87V, detallados a continuación:

Equipo	Marca/Modelo	Variable de Medición	Detalles
Medidor portátil	MSA / Orion	CO (ppm) O ₂ (%) LEL (%) - Explosividad H ₂ S (ppm)	Equipo calibrado el 19 de abril del 2013 por DEGSO. Ver figura 48
Multímetro	FLUKE / 87V	Temperatura (°C)	Utiliza termocupla tipo K. Ver figura 49

Tabla 17: Especificaciones de equipos de prueba



Figura 48: Multímetro digital de medición de Temperatura FLUKE 87V

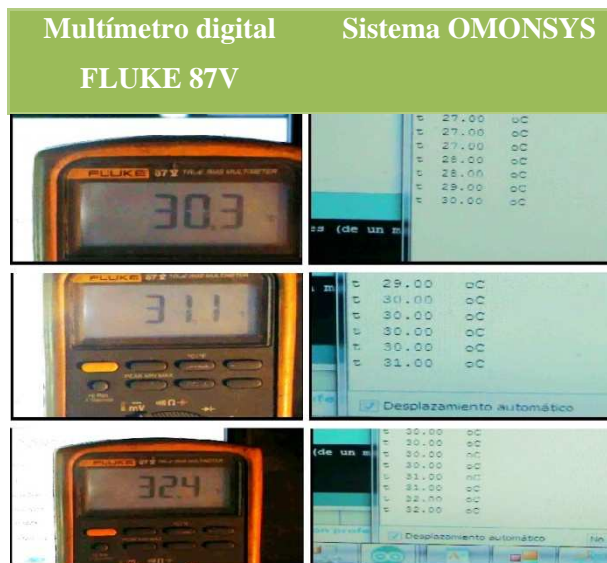


Figura 49: Comparación de valores de medición de Temperatura



Figura 50: Medidor portátil de gas CO – MSA Orion

Sistema OMONSYS	Medidor portátil MSA Orion
<pre> 189 ppm 146836.50 ug/m3 CO: 129 ppm 161707.23 ug/m3 CO: 126 ppm 144381.43 ug/m3 CO: </pre>	
<pre> CO: 0 ppm 0.00 ug/m3 CO: 195 ppm 224080.00 ug/m3 CO: 126 ppm 133888.98 ug/m3 </pre>	
<pre> 153621.85 ug/m3 CO: 143 ppm 165637.53 ug/m3 CO: 150 ppm 131348.09 ug/m3 </pre>	

Figura 51: Comparación de valores de medición de CO

3.5.2. Manual de Instalación

La instalación del software requerido se lo puede visualizar en el Manual de Instalación de acuerdo al siguiente índice. **Ver Anexo XXI**

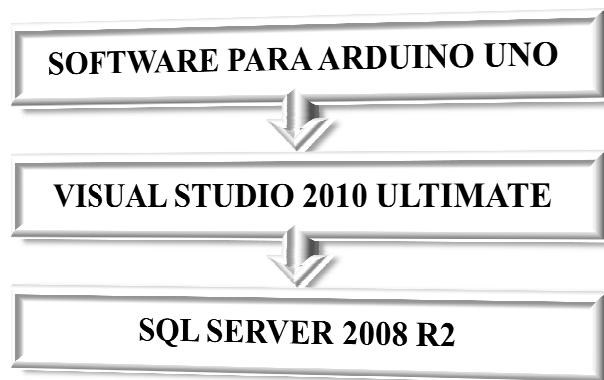


Figura 52: Índice de Manual de Instalación de Software

Elaborado por: Oscar Cevallos N.

CAPÍTULO 4: IMPACTOS

Para el análisis de los impactos que tiene el proyecto de investigación, se utiliza las matrices de impacto, siguiendo el procedimiento que a continuación se detalla:

1. Se selecciona niveles de impacto numéricamente, así:
 - 3 Impacto alto negativo
 - 2 Impacto medio negativo
 - 1 Impacto bajo negativo
 - 0 No hay impacto
 - 1 Impacto bajo positivo
 - 2 Impacto medio positivo
 - 3 Impacto alto positivo
2. Para cada aspecto, se determina el indicador de impacto en la matriz respectiva.
3. A cada indicador se asigna un valor numérico de nivel de impacto.
4. Se realiza una sumatoria de los niveles de impacto.
5. Bajo cada matriz se incluye el análisis y se argumenta las razones para la asignación del valor correspondiente a cada indicador.

La fórmula para determinar el nivel de impacto es la siguiente:

$$\text{Nivel de impacto} = \frac{\Sigma}{\text{Número de indicadores}}$$

4.1 Impacto social

INDICADOR	NIVELES DE IMPACTO						
	-3	-2	-1	0	1	2	3
Calidad de vida de la población					X		
Toma de decisiones						X	
Red de monitoreo							X
Relación con la comunidad							X
Aceptación de los organismos de control					X		
TOTAL					2	2	6

Tabla 18: Indicadores de impacto social

$$\text{Nivel de impacto social} = \frac{\Sigma}{\text{Número de indicadores}} = \frac{10}{5} = 2$$

Nivel de impacto social = Medio positivo

Análisis:

- El proyecto posibilita la ampliación de una red de monitoreo continuo de gases contaminantes, permitiendo a la población visualizar los valores de contaminación en tiempo real; preservando así, la salud de los habitantes para tener una mejora en la calidad de vida y generando bienestar a la sociedad.
- En la parte social, también genera interés por parte de los organismos de control del medio ambiente y de las empresas, tanto locales como nacionales. Posibilitando la toma de decisiones de las autoridades de control.
- Permite además, aumentar el beneficio que brinda la Pontificia Universidad Católica del Ecuador con Sede en Esmeraldas a la comunidad, generando confianza en la ciudadanía y preservando la imagen que tiene la Sede en la sociedad esmeraldeña.

4.2 Impacto ambiental

INDICADOR	NIVELES DE IMPACTO						
	-3	-2	-1	0	1	2	3
Datos de la calidad del aire							X
Permite regulación de organismos de control						X	
Preservación del medio ambiente						X	
Reduce costos de monitoreo						X	
Consumo de energía							X
TOTAL						6	6

Tabla 19. Indicadores de impacto ambiental

$$\text{Nivel de impacto ambiental} = \frac{\Sigma}{\text{Número de indicadores}} = \frac{12}{5} = 2.4$$

Nivel de impacto ambiental = Medio positivo

Análisis:

- Permite crear un sistema confiable para obtener datos de la calidad del aire, posibilitando controlar las regulaciones que existen para la contaminación ambiental. Facilitando la información y tener un criterio sobre si los estándares de calidad del aire se están logrando.
- Permite preservar el medio ambiente, mediante el bajo consumo de energía que necesita el sistema para su funcionamiento.

4.3 Impacto tecnológico

INDICADOR	NIVELES DE IMPACTO						
	-3	-2	-1	0	1	2	3
Solución técnica					X		
Confiable						X	
Innovación						X	
Integra información							X
Tiempo de mantenimiento					X		
Mejora de hardware y software						X	
TOTAL					2	6	3

Tabla 20. Indicadores de impacto tecnológico

$$\text{Nivel de impacto tecnológico} = \frac{\Sigma}{\text{Número de indicadores}} = \frac{11}{7} = 1.57$$

Nivel de impacto tecnológico = Bajo positivo

Análisis:

- Crea una solución técnica, económica y confiable para realizar un seguimiento en tiempo real de la calidad del aire existente. Implementa innovación, permitiendo un espacio de la Universidad en el campo de la tecnología a nivel local y nacional.
- Permite crear un sistema integrador de información. Teniendo la posibilidad de comunicación inalámbrica, se puede interconectar entre varios sistemas de monitoreo de gases contaminantes basados en tecnología Arduino.
- Es un sistema que posibilita un mínimo de mantenimiento, además de hacer mejoras en cuanto al software y hardware utilizados.

4.4 Impacto económico

INDICADOR	NIVELES DE IMPACTO						
	-3	-2	-1	0	1	2	3
Mejoramiento del proyecto							X
Reducción en costos de hardware					X		
Reducción en costos de software						X	
Reducción de costos de mantenimiento						X	
Menor costo de monitoreo						X	
TOTAL					1	6	3

Tabla 21. Indicadores de impacto económico

$$\text{Nivel de impacto económico} = \frac{\Sigma}{\text{Número de indicadores}} = \frac{10}{5} = 2$$

Nivel de impacto económico = Medio positivo

Análisis:

- Genera un espacio para futuras investigaciones, aumentando varios temas para el estudio y realización de proyectos que pueden realizar los estudiantes de Sistemas de la Universidad.
- Permite reducir los costos de mantenimiento y de monitoreo de gases contaminantes.
- Posibilita la reducción de costos de hardware y software.

4.5 Impacto general

INDICADOR	NIVELES DE IMPACTO						
	-3	-2	-1	0	1	2	3
Social						X	
Ambiental						X	
Tecnológico					X		
Económico						X	
TOTAL					1	6	

Tabla 22. Indicadores de impacto general

$$\text{Nivel de impacto general} = \frac{\Sigma}{\text{Número de indicadores}} = \frac{7}{4} = 1.75$$

Nivel de impacto general = Medio positivo

Análisis:

El nivel de impacto es medio positivo, esto se da porque el proyecto de investigación genera varios beneficios a la ciudadanía, permitiendo también mejoras en el software y hardware utilizados.

CONCLUSIONES

1. Durante el estudio para la realización del proyecto, se pudo conocer la necesidad que tiene la población de la ciudad de Esmeraldas de tener un sistema de medición de gases contaminantes, que permita la visualización de los niveles de contaminación a los cuales está expuesta diariamente.
2. El bajo consumo de energía que tienen los dispositivos integrados en el sistema de monitoreo “OMONSYs”, nos permite un ahorro económico durante su funcionamiento.
3. Para que el presente proyecto sea aceptado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador como un sistema de monitoreo de gases contaminantes, es necesario su funcionamiento durante un periodo de varios meses de medición continua.
4. Se pudo comprobar el funcionamiento del sistema de medición de gases contaminantes “OMONSYs”, comparándolo con equipos de medición comerciales, así, para la verificación de monóxido de carbono en ppm (CO) se utilizó un medidor portátil de gases contaminantes marca MSA Orion, y para temperatura en grados centígrados se lo comparó con la lectura de una termocupla tipo K conectada al Multímetro digital FLUKE 87V. Obteniéndose pequeños márgenes de error, tanto para las lecturas de CO como para las de temperatura; esto se puede observar en la sección de **Pruebas de funcionamiento**.
5. Mediante la realización de las pruebas de funcionamiento del sistema de monitoreo de gases contaminantes “OMONSYs”, se pudo observar que los valores de medición del sistema, respecto al gas de CO (monóxido de carbono) son más rápidas que las mediciones obtenidas en el medidor portátil MSA Orion. Lo contrario se obtuvo con los valores de medición de la temperatura respecto a los valores visualizados en el Multímetro FLUKE 87V.

RECOMENDACIONES

1. El proyecto permite mejoramientos, tanto a nivel de software como también el hardware utilizados; es decir, los sensores, la tarjeta Arduino, el LCD display y la tarjeta de comunicación X-bee, podrían ser reemplazadas para tener una mayor cobertura de los diferentes tipos de gases contaminantes a monitorear.
2. Para tener una mejor información, es necesario se implemente una red de monitoreo de gases contaminantes que agrupe a varios sitios de la ciudad de Esmeraldas, especialmente las zonas que se encuentran cerca a las fuentes contaminantes del aire.
3. Se debe tener precaución al momento de realizar la instalación y mantenimiento del hardware utilizado en el proyecto, evitando que se averíe por condiciones climáticas, golpes o manipulaciones no autorizadas.
4. El sistema de monitoreo de gases contaminantes “OMONSYs”, basado en la tecnología Arduino, permitirá ser programado en diferentes lenguajes de programación por tratarse de hardware y software Open Source.
5. Los diferentes sensores y dispositivos que componen el sistema de monitoreo de gases contaminantes “OMONSYs”, se pueden adquirir mediante internet, en diferentes fabricantes a nivel mundial o a través de distribuidores en el Ecuador.
6. El proyecto permite la integración de sistemas informáticos, dando lugar a futuras investigaciones referentes a la contaminación ambiental.
7. El proyecto es entregado al Departamento de Innovación y Tecnologías (LITI), de la Escuela de Sistemas de la Pontificia Universidad Católica de Esmeraldas, permitiendo ser un sistema de estudio para los estudiantes de la Escuela de Sistemas, además, de ser el caso puede ser mejorado para su implementación.

BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.). Recuperado el 16 de Abril de 2012, de <http://www.monografias.com/trabajos65/contaminantes-medio-ambiente/contaminantes-medio-ambiente2.shtml#xprincip>
- Benassini, M. (2009). *Introducción a la Investigación de Mercados, un enfoque para América Latina*. Segunda edición. Editorial Pearson. México
- Benítez, G. (21 de Marzo de 2005). *La Refinería Estatal Esmeraldas, un puntal para la economía nacional*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2012, de <http://www.voltairenet.org/La-Refineria-Estatal-de-Esmeraldas>
- Bermeo, A., & Páez, C. (Agosto de 2003). *El Monitoreo de la Calidad del Aire en Quito*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2012, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/ecuador10/rema.pdf>
- Blanco, B. (2008). *Agentes contaminantes del medio ambiente*. Recuperado el 9 de Agosto de 2012, de <http://www.monografias.com/trabajos65/contaminantes-medio-ambiente/contaminantes-medio-ambiente2.shtml#xprincip>
- Calvo D. (19 de mayo del 2008). *Medida en inmición de la contaminación atmosférica*. Recuperado el 10 de octubre del 2012. *Revista de Técnicas Instrumentales en Química de la UNED*
- Cardona, E. (Mayo de 2011). *Monitoreo de sensado de temperatura y humedad en cuartos de comunicaciones con tecnología de bajo costo*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2012, de <http://www2.uacj.mx/..//Monitoreo de sensado de temperatura y humedad en cuartos de comunicaciones con tecnologia de bajo costo.pdf>

- Cea D`Ancona, M. (1998). Metodología cuantitativa: Estrategias y Técnicas de Investigación Social. Madrid
- Celec EP, T. (2009). Reseña histórica. Recuperado el 25 de Noviembre de 2012, de http://www.termoesmeraldas.net/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=83
- Cisneros Sonia Elizabeth, I. S. (2012). Contaminación Atmosférica. Recuperado el Octubre de 2012, de <http://www.monografias.com/trabajos94/radiacion-emitida-celulares/radiacion-emitida-celulares2.shtml>
- Convenio, 2. (2004). Estudio de la Calidad del Aire de la Ciudad de Esmeraldas. Esmeraldas: Informe Final
- Egea García, C. (2007). Diseño web para tod@s. Barcelona: Icaria.
- Extra.ec, D. (16 de Febrero de 2011). Monitorean calidad del aire. Recuperado el 15 de Octubre de 2012, de <http://www.diario-extra.com/suplementos/somos/2011-02-16/monitorean-calidad-del-aire/>
- Falcone, G., Tinajero, Z., & Soto, L. (2011). Modelos, recursos tecnológicos y mecanismos de gestión del conocimiento en educación y formación. México: XII Encuentro Virtual Educa
- George G. (5 de marzo de 2010). Estadísticas para Administradores. Recuperado el 20 de septiembre del 2012. <http://www.monografias.com>
- Hernández, S. (30 de Agosto de 2012). Sistemas de Información. Recuperado el 15 de Febrero de 2013, de <http://stephanhernandez07.blogspot.com/2012/08/ciclos-de-los-sistemas-de-informacion.html>

- INEC. (2010). Censo de Población y Vivienda. Recuperado el 10 de Agosto de 2012, de <http://www.inec.gov.ec/estadisticas/>
- Informática moderna (2009). Las redes inalámbricas. Recuperado el 15 de diciembre del 2012. http://www.informaticamoderna.com/Redes_inalam.htm#tecn
- Isabella, Martínez. (11 de febrero de 2011). Enfermedades causadas por la contaminación. México: Quality, 2003. Disponible en: <http://www.analitica.com/vam/1999.03/ciencia/Default.htm>
- La revista informática (2006). Tipo de lenguaje de programación. <http://www.larevistainformatica.com/tipo-lenguaje-programacion.htm>
- Leal H., J. J. (25 de Septiembre de 2010). Qué es ASP.NET. Recuperado el 12 de Enero de 2013, de <http://javierleal.wordpress.com/2010/09/25/>
- López, W. (Mayo de 2011). Agentes Contaminantes. Recuperado el Octubre de 2012, de <http://agentescontaminantes.wordpress.com/category/uncategorized/>
- Lupaca, Y., & Llanqui, J. (2011). Contaminación ambiental. Recuperado el 9 de Agosto de 2012, de <http://www.monografias.com/trabajos93/contaminacion-ambiental-departamento-puno/contaminacion-ambiental-departamento-puno.shtml>
- Magrama.gob.es. (Julio de 2010). Atmósfera. Recuperado el 10 de Agosto de 2012, de http://www.magrama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2010/ae_2010_07_metodologia.pdf

- Marcano, J. E. (2011). Educación Ambiental. Recuperado el Febrero de 2012, de La Contaminación Atmosférica: <http://www.jmarcano.com/recursos/contamin/catmosf2.html>
- Microsoft. (2013). Microsoft SQL Server 2008 R2 SP1. Recuperado el 10 de Enero de 2013, de [http://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc645993\(v=sql.105\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc645993(v=sql.105).aspx)
- Miliarium (2004). Unidades de medición de la concentración de contaminantes en la atmósfera. Recuperado el 20 de octubre del 2013. <http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Atmosfera/unidades.htm>
- Ministerio del Ambiente. (2012). Ministerio. Recuperado el 10 de Octubre de 2012, de <http://www.ambiente.gob.ec/?q=node/11>
- Montero, V. (2012). Lectura y escritura en puertos serie con .Net framework 2.0. Recuperado el 10 de Enero de 2013, de <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb972257.aspx>
- Municipio de Esmeraldas, I. (24 de Septiembre de 2010). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Recuperado el 19 de Noviembre de 2012, de <http://yebool.com.ec/ecuador/regiones/costa/provincia-de-esmeraldas/cantones/ciudad-de-esmeraldas>
- PROYECING. (2011). Control de emisiones en chimeneas Refinería Estatal Esmeraldas. Recuperado el 6 de Noviembre de 2012, de <http://www.proyecing.com/WNoticias.aspx?Noticia=7>
- Sandoval, C. (2012). Redes de computadoras. Recuperado el 10 de Noviembre de 2012, de <http://www.csandoval.net/redes.php>

- Suarez, M. L. (2012). Introducción a la programación y sus lenguajes. Recuperado el 24 de Noviembre de 2012, de http://competenciastic.educ.ar/pdf/lenguajes_de_programacion_1.pdf
- Torres, M., Paz, K. Métodos de recolección de datos para una investigación: Estadística. Recuperado el 12 de septiembre del 2012. <http://www.umce.cl/publicaciones>
- Torres, M., Paz, K. Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. Recuperado el 12 de septiembre del 2012. http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_02_BAS02.pdf
- Tropósfera.org. (2005). redes de vigilancia de la calidad del aire. Recuperado el 24 de Agosto de 2012, de www.troposfera.org/conceptos/redes-vigilancia-calidad-aire/
- Zamudio, Teodora. (12 de febrero de 2007). Ética ambiental. 2004. Internet. Disponible en: <http://www.biotech.bioetica.org/clase7-13.htm>
- <http://www.legal.gen.ec/Acuerdo-050-Reformase-Norma-Calidad-Aire-Ambiente-Nivel-Inmision-constante-en-Anexo-4-Libro-VI-Texto>

GLOSARIO

API. La gravedad API, de sus siglas en inglés American Petroleum Institute, es una medida de densidad que describe cuán pesado o liviano es el petróleo comparándolo con el agua.

ASP. Active Server Pages, también conocido como ASP clásico, es una tecnología de Microsoft del tipo "lado del servidor" para páginas web generadas dinámicamente, que ha sido comercializada como un anexo a Internet Information Services (IIS).

BACTERIAS. Son microorganismos algo más complejos que los virus que a diferencia de ellos, son capaces de vivir en un medio determinado sin la necesidad de pasar por un huésped intermedio.

BRONQUITIS. Es una inflamación de las vías respiratorias. Sucede cuando los bronquios, situados entre los pulmones, se inflaman a causa de una infección o por alguna otra causa.

CALENTAMIENTO GLOBAL. Término utilizado para referirse al fenómeno del aumento de la temperatura media global, de la atmósfera terrestre y de los océanos.

CALIDAD DEL AIRE. Concentraciones de contaminantes que permiten caracterizar el aire de una región con respecto a concentraciones de referencia, fijadas con el propósito de preservar la salud y bienestar de las personas.

COMBUSTIÓN. Es una reacción química de oxidación, en la que se desprende una cantidad de energía en forma de calor y luz, que se visualiza como fuego.

COMBUSTIBLES FÓSILES. Son tres: petróleo, carbón y gas natural, formados hace millones de años, a partir de restos orgánicos de plantas y animales muertos. Son recursos no renovables.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA: Presencia en la atmósfera de uno o más contaminantes, de tal forma que se generen o puedan generar efectos nocivos para la vida humana, la flora o la fauna, o una degradación de la calidad del aire, del agua, del suelo, los inmuebles, el patrimonio cultural o los recursos naturales en general.

DNS. Domain Name System (en español: Sistema de Nombres de Dominio) es un sistema de nomenclatura jerárquica para computadoras, servicios o cualquier recurso conectado a Internet o a una red privada. Su función más importante, es traducir (resolver) nombres inteligibles para las personas en identificadores binarios asociados con los equipos conectados a la red, esto con el propósito de poder localizar y direccionar estos equipos mundialmente.

EMISIÓN: Descarga directa o indirecta a la atmósfera de cualquier sustancia en cualquiera de sus estados físicos, o descarga de energía en cualquiera de sus formas.

EMISIONES FUGITIVAS. Toda emisión de contaminantes a la atmósfera que no sea descargada a través de ductos o chimeneas.

ESTRATÓSFERA. Es una de las capas más importantes de la atmósfera, esta se sitúa entre la troposfera y la mesosfera, y se extiende desde unas 5 hasta unas 30 millas de la superficie.

FLUORESCENTE. Es un tipo particular de luminiscencia, que caracteriza a las sustancias que son capaces de absorber energía en forma de radiaciones electromagnéticas y luego emitir parte de esa energía en forma de radiación electromagnética de longitud de onda diferente.

FUENTE: Toda actividad, proceso, operación o dispositivo móvil o estacionario que produzca o pueda producir emisiones contaminantes a la atmósfera.

FUENTE FIJA: Toda instalación o actividad establecida en un solo lugar o área, que desarrolle operaciones o procesos industriales, comerciales y/o de servicios que emitan o puedan emitir contaminantes a la atmósfera.

FUENTE MÓVIL: Vehículos automotores, vehículos ferroviarios motorizados, aviones, equipos y maquinarias no fijos con motores de combustión y similares, que en su operación emitan o puedan emitir contaminantes a la atmósfera.

GAS. (Monóxido de carbono, dióxido de carbono, cloro, ozono, etc.). Substancias que en las condiciones establecidas de presión y temperatura se encuentran en estado gaseoso.

GEI. Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero a los gases cuya presencia en la atmósfera contribuyen al efecto invernadero. Los más importantes están presentes en la atmósfera de manera natural, aunque su concentración puede verse modificada por la actividad humana, pero también entran en este concepto algunos gases artificiales, producto de la industria.

GUI. Graphical User Interface (en español: interfaz gráfica de usuario), es un programa informático que actúa de interfaz de usuario, utilizando un conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar la información y acciones disponibles en la interfaz. Su principal uso, consiste en proporcionar un entorno visual sencillo para permitir la comunicación con el sistema operativo de una máquina o computador.

HTML. Hyper Text Markup Language (en español: lenguaje de marcado de hipertexto), hace referencia al lenguaje de marcado predominante para la elaboración de páginas web que se utiliza para describir la estructura y el contenido en forma de texto, así como para complementar el texto con objetos tales como imágenes.

IEEE. Siglas en inglés del Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica, la cual es una organización internacional que define las reglas de operación de ciertas tecnologías.

INMISIÓN. Concentración de contaminantes en la atmósfera a ser medidos fuera de la fuente.

INTERNET. Internet es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, garantizando que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial. Uno de los servicios que más éxito ha tenido en Internet ha sido la World Wide Web (WWW, o "la Web").

IP. Dirección IP, el número que identifica a cada dispositivo dentro de una red con protocolo IP. Protocolo IP, un protocolo usado para la comunicación de datos a través de una red.

IPCC. Siglas en Inglés de Panel Intergubernamental de Cambio Climático. Una de las principales funciones, es publicar informes en los temas relevantes para aplicar medidas en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

JSP. Java Server Pages, es una tecnología Java que permite generar contenido dinámico para web, en forma de documentos HTML, XML o de otro tipo.

LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD DEL AIRE. Concentraciones de contaminantes atmosféricos durante un periodo de exposición establecido, por debajo de las cuales no se presentarán efectos negativos conocidos en la salud de las personas según los conocimientos y/o criterios científicos prevalecientes.

LÍMITES PERMISIBLES DE EMISIÓN. Valores de emisión que no deben ser excedidos de acuerdo a disposiciones legales correspondientes.

LLUVIA ÁCIDA. Se forma cuando la humedad en el aire se combina con los óxidos de nitrógeno y el dióxido de azufre, en interacción con el vapor de agua, estos gases forman el ácido sulfúrico y ácidos nítricos. Finalmente, estas sustancias químicas caen a la tierra acompañando a las precipitaciones de agua.

MICRÓN. Millonésima parte de un metro.

MONITOREO DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS. Evaluación sistemática, cuantitativa y cualitativa de contaminantes atmosféricos.

OZONO. Sustancia cuya molécula está compuesta por tres átomos de oxígeno, formada al disociarse los 2 átomos que componen el gas de oxígeno. Cada átomo de oxígeno liberado se une a otra molécula de oxígeno (O₂), formando moléculas de Ozono (O₃).

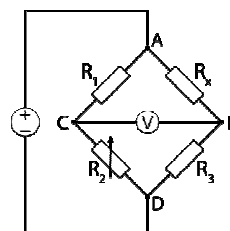
PPB: Número de moléculas por gas de invernadero por millón (10⁹) de moléculas de aire seco (no se considera el vapor de agua), corresponde al Sistema Internacional de Unidades (SI).

PPM: Número de moléculas por gas de invernadero por millón (10⁶) de moléculas de aire seco (no se considera el vapor de agua), corresponde al Sistema Internacional de Unidades (SI).

PPT: Número de moléculas por gas de invernadero por millón (10¹²) de moléculas de aire seco (no se considera el vapor de agua), corresponde al Sistema Internacional de Unidades (SI).

PREVENCIÓN: Disposiciones, medidas y acciones anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

PUENTE DE WHEATSTONE. Se utiliza para medir resistencias desconocidas mediante el equilibrio de los brazos del puente. Estos están constituidos por cuatro resistencias que forman un circuito cerrado, siendo una de ellas la resistencia bajo medida.



QUIMILUMINISCENTE. Se entiende el fenómeno que en algunas reacciones químicas la energía liberada no sólo se emite en forma de calor o de energía química sino en forma de luz.

SCRIPT. Es un guión, archivo de órdenes o archivo de procesamiento por lotes, es un programa usualmente simple, que por lo regular se almacena en un archivo de texto plano. El uso habitual de los guiones es realizar diversas tareas como combinar componentes, interactuar con el sistema operativo o con el usuario.

SMOG. Derivado del humo y la bruma, aplicable a contaminaciones atmosféricas debidas a aerosoles y originado por la combinación de causas naturales e industriales.

TERMOCUPLA TIPO K. La termocupla es el sensor de temperatura más común utilizado en la industria. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo (soldados generalmente). Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño del orden de los mili-voltios el cual aumenta con la temperatura.

TETRAETILO DE PLOMO. Es un componente de química órgano metálica tóxico usado en la extinta gasolina con plomo Súper de 97 octanos y Normal de 92 octanos como aditivo antidetonante. Actualmente se utiliza en cosmética para elaborar perfumes.

TROPÓSFERA. Es la capa de la atmósfera que está en contacto con la superficie de la Tierra. Es la capa más importante porque además de contener el oxígeno, también es una de la causas de los fenómenos meteorológicos que afectan al hombre.

URL. Uniform Resource Locator (en español: localizador de recursos uniforme), es una secuencia de caracteres, de acuerdo a un formato modélico y estándar, que se usa para nombrar recursos en Internet para su localización o identificación.

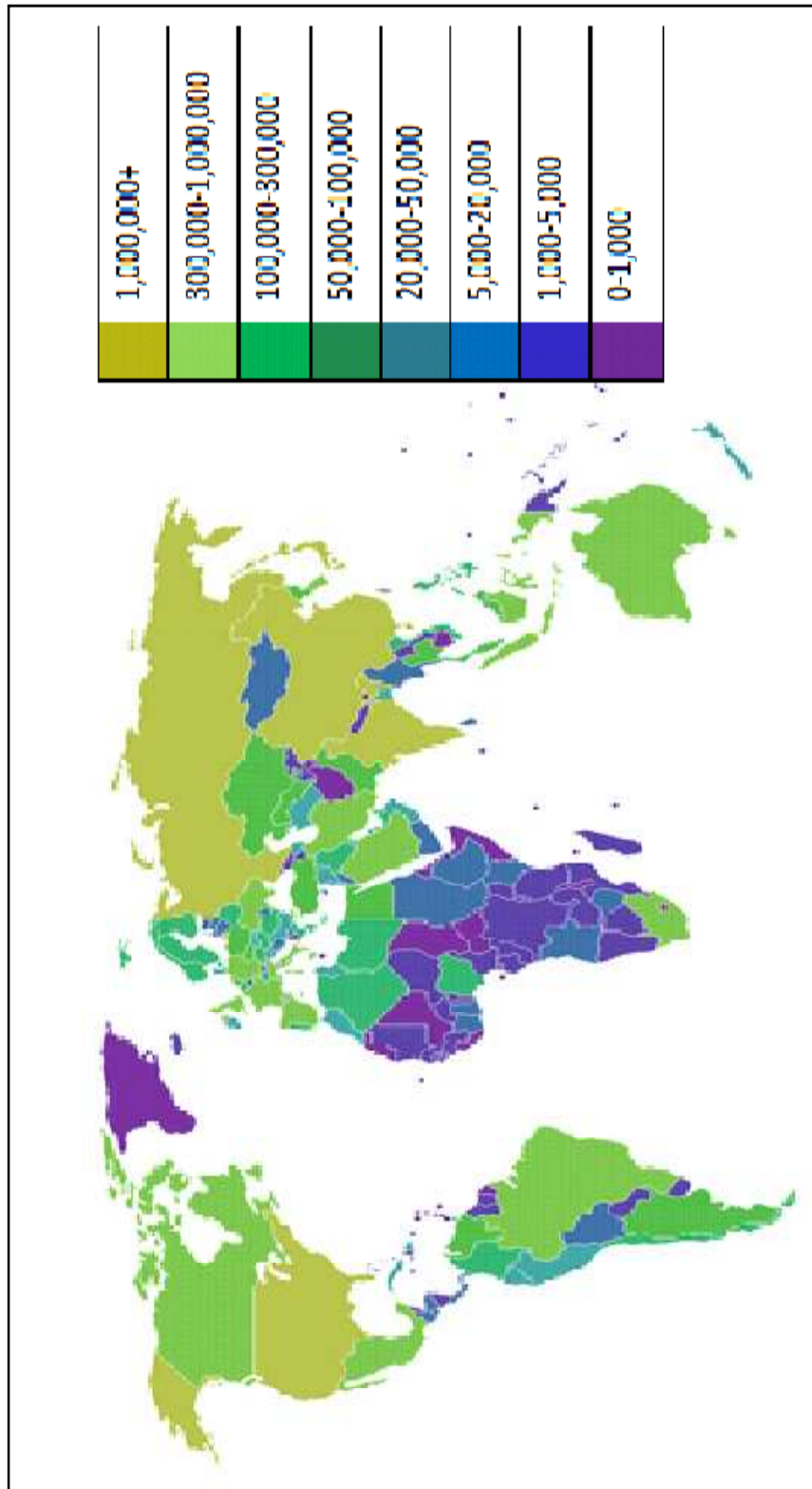
VAPOR. (Hidrocarburos aromáticos, cíclicos y alifáticos, cetonas, alcoholes, etc.) Substancias que en las condiciones establecidas de presión y temperatura se encuentran en estado sólido o líquido.

VIRUS. Son la forma de vida más simple, de tamaño extraordinariamente pequeño. Están constituidos por material genético – ácido desoxirribonucleico (ADN) o ácido ribonucleico (ARN) – y una cubierta proteica. Su ciclo vital requiere inexcusablemente la existencia de un hospedador; es decir, para poder reproducirse los virus necesitan penetrar en algún ser vivo.

WWW. World Wide Web Red informática mundial, La WWW es un conjunto de protocolos que permite, de forma sencilla, la consulta remota de archivos de hipertexto y utiliza Internet como medio de transmisión. Con un navegador web, un usuario visualiza sitios web compuestos de páginas web que pueden contener texto, imágenes, vídeos u otros contenidos multimedia, y navega a través de ellas usando hiperenlaces.

XHTML. Extensible Hyper Text Markup Language, es básicamente HTML expresado como XML válido. Es más estricto a nivel técnico, pero esto permite que posteriormente sea más fácil al hacer cambios o buscar errores, entre otros.

Anexo I. Emisión de dióxido de carbono, por país, en millones de toneladas



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_atmosf%C3%A9rica

Esta página fue modificada por última vez el 25 abr. 2013, a las 13:28.

Anexo II. Norma de calidad de aire ambiente o nivel de inmisión

Registro Oficial N° 464 -- Martes 7 de Junio del 2011 -- 7



No. 050

Marcela Aguiñaga Vallejo
MINISTRA DEL AMBIENTE

Considerando:

Que, el numeral 7 del artículo 3 de la Constitución de la República del Ecuador, señala como deber primordial del Estado proteger el patrimonio natural del país;

Que, el artículo 14 de la Constitución de la República del Ecuador, reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay* y declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados;

Que, el numeral 27 del artículo 66 de la Constitución de la República del Ecuador, reconoce y garantiza a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza;

Que, el numeral 4 del artículo 276 de la Constitución de la República del Ecuador señala como uno de los objetivos del régimen de desarrollo, el recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural;

Que, mediante Decreto Ejecutivo No. 3399, publicado en el Registro Oficial No. 725 del 16 de diciembre del 2002, se expidió el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente;

Que, el artículo 3 del Decreto Ejecutivo No. 3399, publicado en el Registro Oficial No. 725 de 16 de diciembre del 2002, establece que las normas técnicas ambientales serán modificadas y expedidas por acuerdo ministerial, así como los valores correspondientes a las tasas;

Que, mediante Decreto Ejecutivo No. 3516, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 2 de 31 de marzo del 2003, se publicó el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente;

Que, el artículo 107 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, establece que las normas técnicas de calidad ambiental y de emisión y descargas, serán dictadas por acto administrativo de la autoridad ambiental competente;

Que, el artículo 109 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente establece que se crearán comités operativos ad hoc para que intervengan en la elaboración y revisión de una determinada norma y en tal virtud se conformó un comité con representantes del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental, expertos de organismos de educación superior y del sector privado;

Que, mediante oficio No. MAE-DNCA-2009-0003 de 11 de noviembre del 2009, oficio No. MAE-DNCA-2009-004 de 17 de noviembre del 2009 y oficio No. MAE-DNCA-2009-0005 de 17 de noviembre del 2009, el Ministerio del Ambiente realizó la convocatoria para la ejecución de tres talleres de consulta pública que se desarrollaron en las ciudades de Quito, Cuenca y Guayaquil, los días 19, 26 y 27 de noviembre del 2009 respectivamente;

Que, entre el 1 de diciembre del 2009 y el 31 de enero del 2010, estuvo disponible en la página web del Ministerio del Ambiente la versión revisada de la Norma de Calidad del Aire Ambiente a fin de que la ciudadanía en general efectuara sus observaciones y comentarios;

Que, el Comité ad hoc formado por el Ministerio del Ambiente, Ministerio de Salud Pública, Corpapire, Cuencapire, Cámara de Industriales de Quito, Cámara de Industriales de Cuenca, Escuela Politécnica del Litoral, Escuela Politécnica del Ejército, Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares de la Escuela Politécnica Nacional, y Coordinadora Ecuatoriana de Organizaciones para la Defensa de la Naturaleza y el Medio Ambiente, realizó la revisión de la Norma de Calidad del Aire Ambiente acorde a la realidad de nuestro país e incorporó las observaciones emitidas en los tres talleres en los que participaron tanto la sociedad civil como los sectores involucrados, así como las observaciones que fueron formuladas por la ciudadanía en general y que guardaban concordancia con los lineamientos definidos para la elaboración de la norma;

Que, mediante informe técnico No. 1818-UCRN-DNCA-SCA-MAE del 22 de noviembre del 2010, la Dirección Nacional de Control de la Contaminación Ambiental recomendó la aprobación de la revisión de la Norma de Calidad del Aire Ambiente;

Que, mediante memorando No. MAE-CGAJ-2011-0175 de 1 de febrero del 2011, la Coordinación General de Asesoría Jurídica emite pronunciamiento favorable al proyecto de acuerdo ministerial mediante el cual se reforma la Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión; y,

En uso de las atribuciones establecidas en el numeral 1 del artículo 154 de la Constitución de la República de Ecuador en concordancia con el artículo 17 del Estatuto del Régimen Jurídico y Administrativo de la Función Ejecutiva,

Acuerda:

Art. 1.- Reformar la Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión, constante en el Anexo 4 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, y que forma parte del conjunto de normas técnicas ambientales para la prevención y control de la contaminación, citadas en la Disposición General Primera del Título IV del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, de conformidad al texto que se transcribe a continuación:

**NORMA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE O
NIVEL DE INMISIÓN
LIBRO VI ANEXO 4
INTRODUCCIÓN**

La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica establece:

- Los objetivos de calidad del aire ambiente.
- Los límites permisibles de los contaminantes criterio y contaminantes no convencionales del aire ambiente.
- Los métodos y procedimientos para la determinación de los contaminantes en el aire ambiente.

1. OBJETO

La presente norma tiene como objeto principal el preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel de suelo. La norma también provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente.

2. DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se consideran las definiciones establecidas en el Reglamento a la Ley de Prevención y Control de la Contaminación, y las que a continuación se indican:

2.1 Aire.- También denominado "aire ambiente", cualquier porción no confinada de la atmósfera, y se define como mezcla gaseosa cuya composición normal es, de por lo

menos, veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y nueve por ciento (79%) nitrógeno y uno por ciento (1%) de dióxido de carbono, además de proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica.

2.2 Chimenea.- Conducto que facilita el transporte y evacuación hacia la atmósfera de los productos de combustión generados en la fuente fija.

2.3 Combustión.- Oxidación rápida, que consiste en una combinación del oxígeno con aquellos materiales o sustancias capaces de oxidarse, dando como resultado la generación de gases, partículas, luz y calor.

2.4 Concentración de una sustancia en el aire.- Es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en el cual esta contenida.

2.5 Condiciones de referencia.- Veinticinco grados centígrados (25° C) y setecientos sesenta milímetros de mercurio de presión (760 mm Hg).

2.6 Contaminante del aire.- Cualquier sustancia o material emitido a la atmósfera, sea por actividad humana o por procesos naturales, y que afecta adversamente al hombre o al ambiente.

2.7 Contaminantes criterio del aire.- Cualquier contaminante del aire para los cuales, en esta norma, se especifica un valor máximo de concentración permitida a nivel de suelo en el aire ambiente, y por lo tanto afecta a los receptores ya sean personas, animales, vegetación o materiales para diferentes períodos de tiempo.

2.8 Contaminante peligroso del aire (no convencionales).- Son aquellos contaminantes del aire que pueden presentar una amenaza de efectos adversos en la salud humana o en el ambiente.

2.9 Contaminación del aire.- La presencia de sustancias en la atmósfera, que resultan de actividades humanas o de procesos naturales, presentes en concentración suficiente, por un tiempo suficiente y bajo circunstancias tales que interfieren con el confort, la salud o el bienestar de los seres humanos o del ambiente.

2.10 Diámetro aerodinámico.- Para una partícula específica, es el diámetro de una esfera con densidad unitaria (densidad del agua) que se sedimenta en aire quieto a la misma velocidad que la partícula en cuestión.

2.11 Dióxido de azufre (SO₂)- Gas incoloro e irritante formado principalmente por la combustión de combustibles fósiles.

2.12 Dióxido de nitrógeno (NO₂)- Gas de color pardo rojizo, altamente tóxico, que se forma debido a la oxidación del nitrógeno atmosférico que se utiliza en los procesos de combustión en los vehículos y fábricas.

2.13 Emisión.- La descarga de sustancias gaseosas, puras o con sustancias en suspensión en la atmósfera. Para propósitos de esta norma, la emisión se refiere a la descarga de sustancias provenientes de actividades humanas.

2.14 Episodio crítico de contaminación del aire.- Es la presencia de altas concentraciones de contaminantes criterio del aire y por períodos cortos de tiempo, como resultado de condiciones de emisiones de gran magnitud y/o meteorológicas desfavorables que impiden la dispersión de los contaminantes previamente emitidos.

2.15 Fuente fija de combustión.- Es aquella instalación o conjunto de instalaciones, que tiene como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales o de servicios, y que emite o puede emitir contaminantes al aire, debido a un proceso de combustión, desde un lugar fijo o inamovible.

2.16 Línea base.- Denota el estado de un sistema alterado en un momento en particular, antes de un cambio posterior. Se define también como las condiciones en el momento de la investigación dentro de un área que puede estar influenciada por actividades humanas.

2.17 Material particulado.- Está constituido por material sólido o líquido en forma de partículas, con excepción del agua no combinada, presente en la atmósfera. Se designa como PM_{2,5} al material particulado cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2,5 micrones. Se designa como PM₁₀ al material particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 micrones.

2.18 Micrón.- Millonésima parte de un metro.

2.19 Monitoreo.- Es el proceso programado de coleccionar muestras, efectuar mediciones, y realizar el subsiguiente registro, de varias características del ambiente, a menudo con el fin de evaluar conformidad con objetivos específicos.

2.20 Monóxido de carbono (CO).- Gas incoloro, inodoro y tóxico producto de la combustión incompleta de combustibles fósiles.

2.21 Nivel de fondo (background).- Expresa las condiciones ambientales imperantes antes de cualquier perturbación originada en actividades humanas, esto es, sólo con los procesos naturales en actividad.

2.22 Norma de calidad de aire ambiente o nivel de inmisión.- Es el valor que establece el límite máximo permisible de concentración, a nivel de suelo, de un contaminante del aire durante un tiempo promedio de muestreo determinado, definido con el propósito de proteger la salud y el ambiente. Los límites permisibles descritos en esta norma de calidad de aire ambiente se aplicarán para aquellas concentraciones de contaminantes que se determinen fuera de los límites del predio de los sujetos de control o regulados.

2.23 Norma de emisión.- Es el valor que señala la descarga máxima permisible de los contaminantes del aire definidos, provenientes de una fuente fija o móvil.

2.24 Olor ofensivo.- Es el olor, generado por sustancias o actividades industriales, comerciales o de servicio, que produce molestia aunque no cause daño a la salud humana.

2.25 Partículas Sedimentables.- Material particulado, sólido o líquido, en general de tamaño mayor a 10 micrones; por su peso tienden a precipitarse con facilidad, razón por lo cual pueden permanecer en suspensión temporal en el aire ambiente.

2.26 Percentil "q".- En una población o conjunto de datos, el percentil "q" es el valor tal que por lo menos el "q" por ciento de los datos recopilados son iguales o menores a dicho valor.

2.27 US EPA.- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América.

3. CLASIFICACIÓN

Esta norma establece los límites máximos permisibles de concentraciones de contaminantes criterio y contaminantes no convencionales, a nivel de suelo en el aire ambiente. La norma establece la presente clasificación:

- Norma de calidad de aire ambiente:
 - a. Contaminantes del aire ambiente;
 - b. Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente;
 - c. Planes de alerta, alarma y emergencia de la calidad del aire;
 - d. Métodos de medición de concentración de contaminantes criterio del aire ambiente;
 - e. Normas generales para concentraciones de contaminantes no convencionales en el aire ambiente;
 - f. Métodos de medición de concentración de contaminantes no convencionales del aire ambiente; y,
 - g. De las molestias o peligros inducidos por otros contaminantes del aire.

4. REQUISITOS

4.1 Norma de calidad de aire ambiente

4.1.1 De los contaminantes del aire ambiente

4.1.1.1 Para efectos de esta norma se establecen como contaminantes criterio del aire ambiente a los siguientes:

- Partículas Sedimentables.
- Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 (diez) micrones. Se abrevia PM₁₀.
- Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 2,5 (dos enteros cinco décimos) micrones. Se abrevia PM_{2,5}.
- Dióxido de Nitrógeno NO₂.
- Dióxido de Azufre SO₂.
- Monóxido de Carbono CO.
- Ozono O₃.

4.1.1.2 Para efectos de esta norma se establecen como contaminantes no convencionales con efectos tóxicos y/o carcinogénicos a los siguientes:

- Benceno (C6H6).
- Cadmio (Cd).
- Mercurio inorgánico (vapores) (Hg).

4.1.1.3 La Autoridad Ambiental Nacional en coordinación con las autoridades ambientales de Aplicación Responsable acreditadas al Sistema Único de Manejo Ambiental, desarrollará e implementará a nivel nacional los programas de monitoreo para el cumplimiento de la presente norma.

4.1.1.4 La Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable acreditada ante el Sistema Único de Manejo Ambiental verificará, mediante sus respectivos programas de monitoreo, que las concentraciones a nivel de suelo en el aire ambiente de los contaminantes criterio no excedan los valores estipulados en esta norma. Dicha entidad queda facultada para establecer las acciones necesarias para, de ser el caso de que se excedan las concentraciones de contaminantes criterio y no convencionales del aire, hacer cumplir con la presente norma de calidad de aire. Caso contrario, las acciones estarán dirigidas a prevenir el deterioro a futuro de la calidad del aire.

4.1.1.5 La responsabilidad del monitoreo de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente recaerá en la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable acreditada ante el Sistema Único de Manejo Ambiental. Los equipos, métodos y procedimientos a utilizarse, tendrán como referencia a aquellos descritos en la legislación ambiental federal de los Estados Unidos de América (Code of Federal Regulations, Anexos 40 CFR 50), por las Directivas de la Comunidad Europea y Normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM).

4.1.1.6 La Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable acreditada ante el Sistema Único de Manejo Ambiental y los gestores acreditados para prestar sus servicios deberán demostrar, ante la Autoridad Ambiental Nacional, que sus equipos, métodos y procedimientos cumplan con los requerimientos descritos en esta norma. De existir otros tipos de métodos, equipos y procedimientos, se deberá justificar técnicamente para establecer la validez en uso oficial de los resultados.

4.1.1.7 La información que se recabe, como resultado de los programas públicos de medición de concentraciones de contaminantes del aire, serán de carácter público.

4.1.1.8 La Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable acreditada ante el Sistema Único de Manejo Ambiental establecerá sus procedimientos internos de control de calidad y aseguramiento de calidad del sistema de monitoreo de calidad del aire ambiente en la jurisdicción bajo su autoridad. Así mismo, la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable acreditada ante el Sistema Único de Manejo Ambiental deberá definir la frecuencia y alcance de los trabajos, tanto de auditoría interna como externa, para su respectivo sistema de monitoreo de calidad de aire ambiente.

4.1.1.9 La Autoridad Ambiental Nacional promoverá el desarrollo y establecimiento de un sistema nacional de acreditación para redes de monitoreo de aire ambiente en coordinación con el Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE).

4.1.2 Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente.

4.1.2.1 Para los contaminantes criterio del aire, definidos en 4.1.1.1, se establecen las siguientes concentraciones máximas permitidas. La Autoridad Ambiental Nacional establecerá la frecuencia de revisión de los valores descritos en la presente norma de calidad de aire ambiente. La Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable acreditada ante el Sistema Único de Manejo Ambiental utilizará los valores de concentraciones máximas de contaminantes del aire ambiente aquí definidos, para fines de elaborar su respectiva ordenanza o norma sectorial. La Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable acreditada ante el Sistema Único de Manejo Ambiental podrá establecer normas de calidad de aire ambiente de mayor exigencia que los valores descritos en esta norma nacional, esto si los resultados de las evaluaciones de calidad de aire que efectúe dicha autoridad indicaren esta necesidad.

Partículas sedimentables.- La máxima concentración de una muestra, colectada durante 30 (treinta) días de forma continua, será de un miligramo por centímetro cuadrado (1 mg/cm² x 30 d).

Material particulado menor a 10 micrones (PM10).- El promedio aritmético de la concentración de PM10 de todas las muestras en un año no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico (50 µg/m³).

El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder de cien microgramos por metro cúbico (100 µg/m³).

Se considera sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado PM10 cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un periodo anual en cualquier estación monitorea sea mayor o igual a (100 µg/m³).

Material particulado menor a 2,5 micrones (PM2,5).- El promedio aritmético de la concentración de PM2,5 de todas las muestras en un año no deberá exceder de quince microgramos por metro cúbico (15 µg/m³).

El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico (50 µg/m³).

Se considera sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado PM2.5 cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un periodo anual en cualquier estación monitorea sea mayor o igual a (50 µg/m³).

Dióxido de azufre (SO2).- La concentración SO2 en 24 horas no deberá exceder ciento veinticinco microgramos por metro cúbico (125 µg/m³), la concentración de este contaminante para un periodo de diez minutos, no debe ser mayor a quinientos microgramos por metro cúbico (500 µg/m³).

El promedio aritmético de la concentración de SO₂ de todas las muestras en un año no deberá exceder de sesenta microgramos por metro cúbico (60 µg/m³).

Monóxido de carbono (CO).- La concentración de monóxido de carbono de las muestras determinadas de forma continua, en un período de 8 (ocho) horas, no deberá exceder diez mil microgramos por metro cúbico (10 000 µg/m³) no más de una vez al año. La concentración máxima en (1) una hora de monóxido de carbono no deberá exceder treinta mil microgramos por metro cúbico (30 000 µg/m³) no más de una vez al año.

Ozono.- La máxima concentración de ozono, obtenida mediante muestra continua en un período de (8) ocho horas, no deberá exceder de cien microgramos por metro cúbico (100 µg/m³), más de una vez en un año.

Dióxido de nitrógeno (NO₂).- El promedio aritmético de la concentración de Dióxido de nitrógeno, determinado en todas las muestras en un año, no deberá exceder de cuarenta microgramos por metro cúbico (40 µg/m³).

La concentración máxima en (1) una hora no deberá exceder doscientos microgramos por metro cúbico (200 µg/m³).

4.1.2.2 Los valores de concentración de contaminantes criterio del aire, establecidos en esta norma, así como los que sean determinados en los programas públicos de medición, están sujetos a las condiciones de referencia de 25° C y 760 mm Hg.

4.1.2.3 Las mediciones observadas de concentraciones de contaminantes criterio del aire deberán corregirse de acuerdo a las condiciones de la localidad en que se efectúen dichas mediciones, para lo cual se utilizará la siguiente ecuación:

$$C_c = C_o * \frac{760 \text{ mmHg}}{P_b \text{ mmHg}} * \frac{(273 + t^{\circ}C)^{\circ}K}{298^{\circ}K}$$

Donde:

Cc: concentración corregida.

Co: concentración observada.

Pb: presión atmosférica local, en milímetros de mercurio.

t°C: temperatura local, en grados centígrados.

4.1.3 De los planes de alerta, alarma y emergencia de la calidad del aire.

4.1.3.1 La Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable acreditada ante el Sistema Único de Manejo Ambiental establecerá un Plan de Alerta, de Alarma y de Emergencia ante Situaciones Críticas de Contaminación del Aire, basado en el establecimiento de tres niveles de concentración de contaminantes. La ocurrencia de estos niveles determinará la existencia de los estados de Alerta, Alarma y Emergencia.

4.1.3.2 Se definen los siguientes niveles de alerta, de alarma y de emergencia en lo referente a la calidad del aire. Cada uno de los tres niveles será declarado por la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable acreditada ante el Sistema Único de Manejo Ambiental cuando uno o más de los contaminantes criterio indicados exceda la concentración establecida en la (Tabla 1) o cuando se considere que las condiciones atmosféricas que se esperan sean desfavorables en las próximas 24 horas.

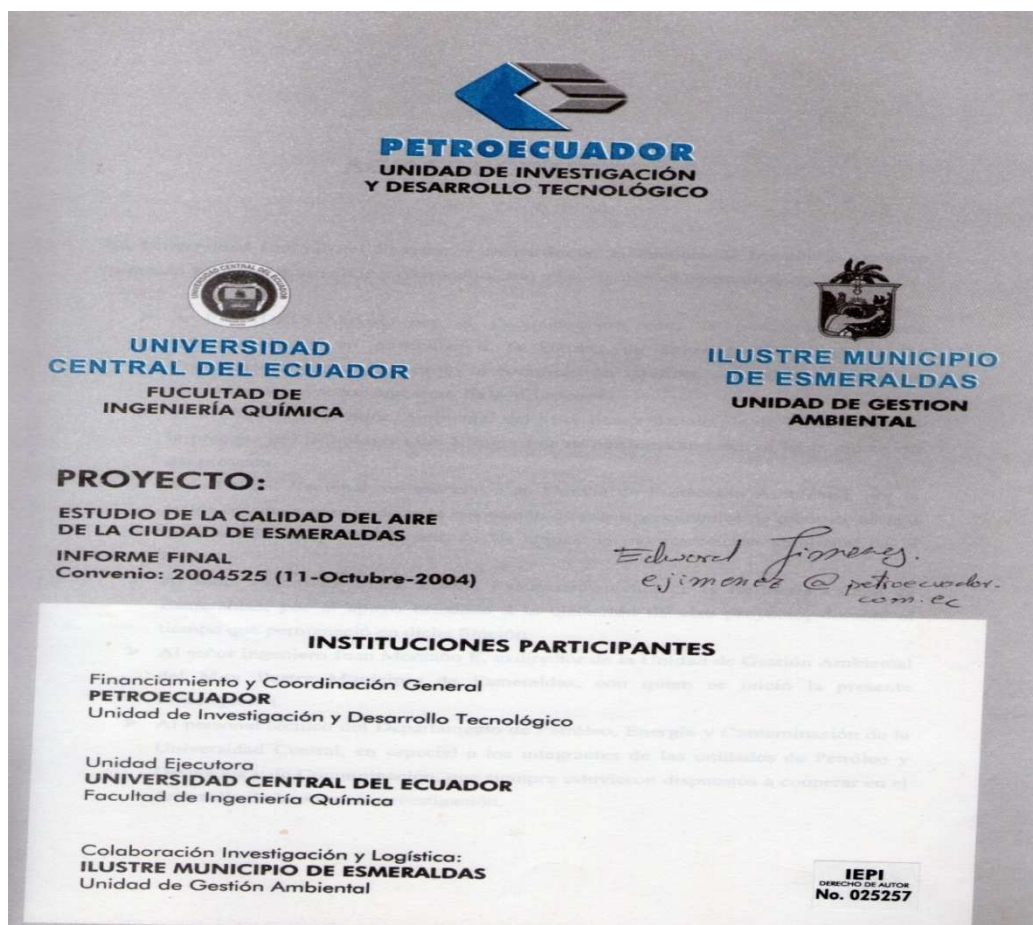
Tabla 1. Concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire [1]

CONTAMINANTE Y PERÍODO DE TIEMPO	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
Monóxido de Carbono Concentración promedio en ocho horas (µg/m ³)	15000	30000	40000
Ozono Concentración promedio en ocho horas (µg/m ³)	200	400	600
Dióxido de Nitrógeno Concentración promedio en una hora (µg/m ³)	1000	2000	3000
Dióxido de Azufre Concentración promedio en veinticuatro horas (µg/m ³)	200	1000	1800
Material particulado PM 10 Concentración en veinticuatro horas (µg/m ³)	250	400	500
Material Particulado PM 2,5 Concentración en veinticuatro horas (µg/m ³)	150	250	350

Nota:

[1] Todos los valores de concentración expresados en microgramos por metro cúbico de aire, a condiciones de 25° C y 760 mm Hg.

Anexo III. Estudio de la Calidad del Aire de la Ciudad de Esmeraldas



Del estudio de la calidad del aire en Esmeraldas que consta en este anexo, a continuación se transcriben algunas de sus conclusiones:

1. “Los resultados de la presente investigación son validos para los periodos estudiados y las condiciones climáticas imperantes. Vale destacar que durante la primera etapa de inspección desarrollada los meses de febrero y marzo del 2005, los planteles educativos se encontraban en periodo de vacaciones; mientras que en la segunda etapa en el mes de julio, la Refinería Estatal se encontraba funcionando parcialmente debido a un mantenimiento de ciertas unidades de proceso.”
2. “Los niveles de contaminación del aire en la ciudad de Esmeraldas no son uniformes y de acuerdo con el índice de calidad del aire urbano (ORAQUI), este se encuentra en condiciones aceptables, pues su valor no excede de 30. Esto se debe a que siendo una ciudad costera, esta favorecida por la brisa marina, lo que origina velocidades del aire en la ciudad, que oscilan entre 0.5-2.5 m/s sobre el nivel del suelo (a 2 m), contribuyendo de este modo a dispersar los contaminantes, gracias al fenómeno de di fusión turbulenta.”
3. “El parque automotor de la ciudad de Esmeraldas es completamente heterogéneo, tanto en marcas, modelos y estado de los mismos, por lo que se hace difícil hacer conclusiones específicas sobre el cumplimiento de la normativa vigente.”
4. “En sectores aledaños a la Refinería se detectan olores desagradables, debido a la presencia de compuestos derivados del azufre de carácter mercaptánico, que son los responsables de ese olor característico y que es perceptible por el olfato humano en concentraciones inferiores a las partes por billón.”
5. “Los olores que se detectan en el sector de CODESA, corresponden a la descomposición parcial de la biomasa que se procesa en la planta industrial del mismo nombre de dicho sector.”

Así mismo del estudio de la calidad del aire en Esmeraldas según este anexo, se detallan algunas de sus recomendaciones:


1. “Formular un plan integral de gestión ambiental, en el cual, las emisiones gaseosas sean una parte del mismo. Además, incluir programas de capacitación, comunicación, concienciación, motivación e incentivos para preservar el ambiente, entre otros.”
2. “Hasta que el organismo competente emita normas y regulaciones de carácter nacional, el Muy Ilustre Municipio de Esmeraldas podría actualizar sus ordenanzas mediante la homologación de ordenanzas que existen en otras ciudades, particularmente en lo referente a ruido que es el contaminante físico que a la fecha más afecta a la ciudad”.
3. “Planear una red de monitorización continua local con miras a una integración nacional, la que deberá ser coordinada por la asociación de municipalidades.”¹

¹Estudio de la Calidad del Aire de la Ciudad de Esmeraldas – Informe final, Convenio 2004525, Octubre 11 de 2004, Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico.

Anexo IV. Población del Cantón Esmeraldas

Noticias

Somos 14.483.499 de ecuatorianos y ecuatorianas, según el censo




EN ECUADOR SOMOS 14.483.499 HABITANTES

El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) entregará al país los resultados del Censo de Población y Vivienda (CPV) 2010 el miércoles 31 de agosto del presente año, en la Capilla del Hombre, a las 19:00

[Leer más...](#)

Montubios, indígenas y mestizos participaron en la campaña



La Comisión Nacional de Estadística de los Pueblos Indígenas, Afroecuatoriano y Mortubio del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) presentó el libro "Los pueblos por la auto identificación cultural"

[Leer más...](#)

Resultados Censo de Población

Provincias Cantones

2010

ESMERALDAS

ESMERALDAS

[Consultar](#)

Total	189.504
Mujeres	97.428
Hombres	92.076

NOTA:

La base del Censo de Población y Vivienda es libre y gratuita para su uso. los datos oficiales son los que publica el INEC. El Instituto está abierto a brindar la asesoría y ayuda necesaria para la generación de información estadística.

Derechos reservados © 2011 | INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 Dirección: Juan Larrea NTE-35 y José Rofío
 1600 26-08-08 / 254 4328 / 252 5558 inec@inec.gob.ec

Fuente: <http://www.inec.gov.ec/cpv>

Anexo V. Contacto del Ministerio del Ambiente

The screenshot shows a Gmail interface in a Windows Internet Explorer browser. The address bar displays the URL: <https://mail.google.com/mail/?shva=1#inbox/1351b9deda0ef>. The browser's address bar includes several tabs: "Gmail - Contactos para proyecto - orcevallos@gmail.com", "Pontificia Universid...", and "GRUPO FINANCIER...". The Gmail interface shows a navigation bar with "Archivo", "Edición", "Ver", "Eavoritos", "Herramientas", and "Ayuda". Below this is a search bar and a row of application icons including Wholesale, PUCESE, Moodle, Hotmail, Gmail, Google, Facebook, and Karaoke. The main content area shows an email titled "Contactos para proyecto" received on January 27, 2012. The email is from Ruth Molina (r Molina) to Oscar Cevallos. The body of the email discusses environmental norms and air quality sensors. The right sidebar contains advertisements for MBA courses and environmental impact software.

Correo 3 de 961

Contactos para proyecto Recibidos x Personas (2)

Recibidos (761)

Oscar Cevallos 26 ene (hace 1 día) ☆

Srtas. Ruth Molina y Carmen Santillán, reciban un cordial saludo mi nombre es...

r Molina 27 ene (hace 1 día) ☆

para usuario

Estimado Sr. Cevallos,
Le comento que el Ministerio del Ambiente tiene dos Normas, una para control de emisiones de fuentes fijas de contaminación (ejm Calderos) y la otra es la norma de calidad del aire ambiente o nivel de inmisión, quisiera saber los sensores de gases donde se van a ubicar para la toma de muestras para poder saber que norma le corresponde analizar.
Saludos,
Ruth Molina

De: "Oscar Cevallos" <orcevallos@gmail.com>
Para: r Molina@ambiente.gob.ec, csantillan@ambiente.gob.ec
CC: "cevallosc" <orcevallos@gmail.com>
Enviados: Jueves, 26 de Enero 2012 15:03:49
Asunto: Contactos para proyecto

Anuncios - ¿Por qué estos anuncios?

Cursa tu MBA en Londres
Maestrías y Postgrados Reconocidos A Nivel mundial. Infórmate Aquí Ya!
www.LSBF.es/MBA-Cursos

Impacto ambiental
SOFTWARE: simula la contaminación de carreteras, chimeneas y el ruido
www.canarina.com

Maestría en Periodismo
Programas de Becas y Pasantías Cíclo 2012
www.maep.com.ar

Ahorre Energía

Agradecimiento a: Ruth Molina r Molina@ambiente.gob.ec

Anexo VI. Guía para entrevista: A la Directora Provincial del Ministerio del Ambiente en Esmeraldas



1. ¿Cuáles son los agentes contaminantes que más afectan a la ciudad de Esmeraldas y en qué grado?

.....
.....
.....

2. ¿Cuáles son los gases contaminantes que más daño causan a la salud humana?

.....
.....
.....

3. ¿En la actualidad se realiza algún control de los niveles permisibles de los gases contaminantes nombrados anteriormente en la ciudad de Esmeraldas? ¿Cómo?

.....
.....
.....

4. ¿Cree usted conveniente instalar redes de monitoreo de gases contaminantes en la ciudad de Esmeraldas? ¿Por qué?

.....
.....
.....

5. ¿Existe algún proyecto en la actualidad para integrar un sistema de monitoreo de gases contaminantes, según la Norma de calidad del aire ambiente, para uso y control de la contaminación en la ciudad de Esmeraldas?

.....
.....
.....

**Anexo VII. Guía para entrevista: Al Jefe de Control de Calidad de Refinería Esmeraldas
(Experto)**



1. ¿Cuáles considera usted son las enfermedades provenientes de la contaminación del aire ambiente?

.....
.....
.....

2. ¿Cuáles usted considera son los gases contaminantes que más daño causan a la salud humana?

.....
.....
.....

3. ¿Qué tipos de métodos de monitoreo de gases contaminantes, usted considera son los mejores?

.....
.....
.....

4. ¿Cuáles usted considera son los agentes contaminantes que mayormente afectan a la ciudad de Esmeraldas?

.....
.....
.....

Anexo VIII. Encuesta para determinar el grado de concienciación existente en la población de la ciudad de Esmeraldas sobre la contaminación ambiental



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
SEDE ESMERALDAS
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS Y COMPUTACION**

Por favor marque con una **X**, la o las repuestas que usted considere aceptables:

1. ¿Conoce que la contaminación ambiental atmosférica es causa de muchas enfermedades?

Si () No () Desconozco ()

2. ¿Cuáles de los siguientes agentes cree usted que causan la contaminación ambiental en la ciudad de Esmeraldas?

Vehículos	()	Refinería	()
Basurero	()	Codesa	()
Termo Esmeraldas	()	Puerto Marítimo	()
Otros (nómbrelos)	-----		

3. ¿Cuántas veces al mes visita al médico por problemas de enfermedades infecciosas, que usted crea que son causa de la contaminación ambiental?

1 a 3 () 4 a 6 () más de 7 () ninguna ()

4. ¿Utilizaría usted el internet para informarse en tiempo real de la contaminación ambiental existente en la ciudad de Esmeraldas?

Si () No ()

5. ¿Cree usted conveniente tener instalados sistemas de monitoreo de la contaminación ambiental en la ciudad de Esmeraldas, para poder tomar las debidas precauciones?

Si () No ()

Gracias por su colaboración

Anexo IX. Respuesta a cuestionario al Ministerio del Ambiente



Ministerio
del Ambiente



Oficio Nro. MAE-DPAE-2012-1374

Esmeraldas, 18 de noviembre de 2012

Asunto: SOLICITANDO INFORMACION REFERENTE AL MONITOREO DE GASES CONTAMINANTES QUE AFECTA A LA CIUDAD DE ESMERALDAS

Señor
Oscar Roberto Cevallos Noboa
Estudiante
PONTIFICA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR - SEDE ESMERALDAS
En su Despacho

De mi consideración:

En atención al oficio S/N del 20 de agosto de 2012, en el cual el Sr. Oscar Cevallos solicita a la Dirección Provincial del Ambiente de Esmeraldas, información sobre el monitoreo de gases contaminantes a la ciudad de Esmeraldas.

En este sentido, informamos que el Ministerio del Ambiente se encarga de regularizar cada una de las fuentes fijas contaminantes mediante la Licencia Ambiental de los proyectos que se encuentran en nuestra jurisdicción, las mismas que contiene varios compromisos y obligaciones en cumplimiento de la normativa ambiental.

Una de las obligaciones del regulado es reportar a esta Cartera de Estado, el monitoreo de sus emisiones hacia los recursos: agua, suelo y aire; las mismas que deben cumplir con los parámetros establecidos en las Normas Técnicas Ambientales (Anexos) del Libro VI de la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

Cabe mencionar que esta Cartera de Estado se encuentra desarrollando el Proyecto de Calidad del Aire con el propósito de fortalecer, consolidar y sistematizar el control de la contaminación del aire a nivel nacional mediante la ejecución del Plan Nacional de Calidad del Aire, y una de las acciones realizadas es el Inventario Nacional de Emisiones tomando como base varias ciudades de país, entre ellas la ciudad de Esmeraldas; los resultados de este inventario están actualmente en proceso de publicación los mismos que serán entregados a la ciudadanía a inicios del próximo año.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Lcda. Narcisca Sorlinda Cárdenas Araujo
DIRECTORA PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE ESMERALDAS

Referencias:
- MAE-DPAE-2012-1296

Papel Ecológico

Tonsupa-Vía principal a Atacames a lado de Trans Esmeraldas
Tonsupa - Esmeraldas - Ecuador
Teléfonos: (593 6) 2464806 – 2464305 fax ext 101
RUC: 0860003340001
www.ambiente.gob.ec



1/2

Anexo X. Datasheet Gas Sensor MQ-7

HANWEI ELECTRONICS CO., LTD

MQ-7

<http://www.hwsensor.com>

TECHNICAL DATA MQ-7 GAS SENSOR

FEATURES

- * High sensitivity to carbon monoxide
- * Stable and long life

APPLICATION

They are used in gas detecting equipment for carbon monoxide(CO) in family and industry or car.

SPECIFICATIONS

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remark
Vc	circuit voltage	5V±0.1	Ac or Dc
VH (H)	Heating voltage (high)	5V±0.1	Ac or Dc
VH (L)	Heating voltage (low)	1.4V±0.1	Ac or Dc
RL	Load resistance	Can adjust	
RH	Heating resistance	33Ω±5%	Room temperature
TH (H)	Heating time (high)	60±1 seconds	
TH (L)	Heating time (low)	90±1 seconds	
PH	Heating consumption	About 350mW	

b. Environment conditions

Symbol	Parameters	Technical conditions	Remark
Tao	Using temperature	-20℃-50℃	
Tas	Storage temperature	-20℃-50℃	Advice using scope
RH	Relative humidity	Less than 95%RH	
O ₂	Oxygen concentration	21%(stand condition) the oxygen concentration can affect the sensitivity characteristic	Minimum value is over 2%

c. Sensitivity characteristic

symbol	Parameters	Technical parameters	Remark
Rs	Surface resistance Of sensitive body	2-20k	In 100ppm Carbon Monoxide
a (300/100ppm)	Concentration slope rate	Less than 0.5	Rs (300ppm)/Rs(100ppm)
Standard working condition	Temperature -20℃±2℃	relative humidity 65%±5%	RL:10KΩ±5%
	Vc:5V±0.1V	VH:5V±0.1V	VH:1.4V±0.1V
Preheat time	No less than 48 hours	Detecting range: 20ppm-2000ppm carbon monoxide	

D. Structure and configuration, basic measuring circuit

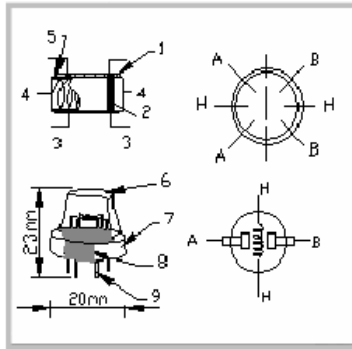
Structure and configuration of MQ-7 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro AL₂O₃ ceramic tube, Tin Dioxide (SnO₂) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-7 have

TEL:86-371-67169070 67169080

FAX:86-371-67169090

Email: sales@hwsensor.com

6 pin ,4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.



Parts	Materials
1 Gas sensing layer	SnO ₂
2 Electrode	Au
3 Electrode line	Pt
4 Heater coil	Ni-Cr alloy
5 Tubular ceramic	Al ₂ O ₃
6 Anti-explosion network	Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)
7 Clamp ring	Copper plating Ni
8 Resin base	Bakelite
9 Tube Pin	Copper plating Ni

Fig.1

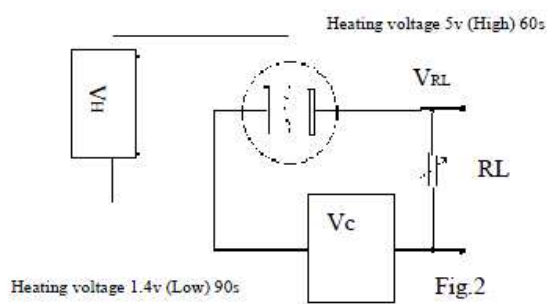
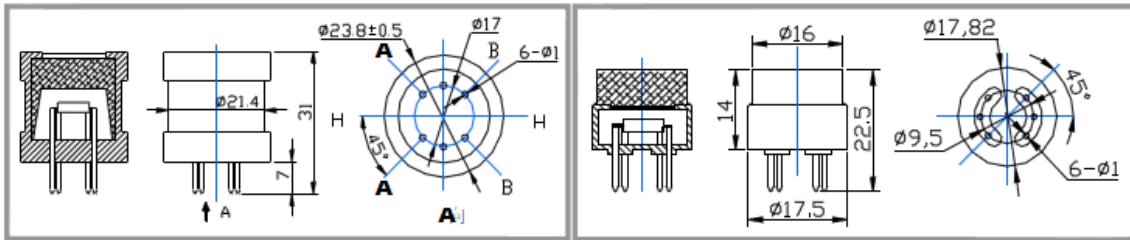


Fig.2

Standard circuit:

As shown in Fig 2, standard measuring circuit of MQ-7 sensitive components consists of 2 parts. one is heating circuit having time control function (the high voltage and the low voltage work circularly). The second is the signal output circuit, it can accurately respond changes of surface resistance of the sensor.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

E. Sensitivity characteristic curve

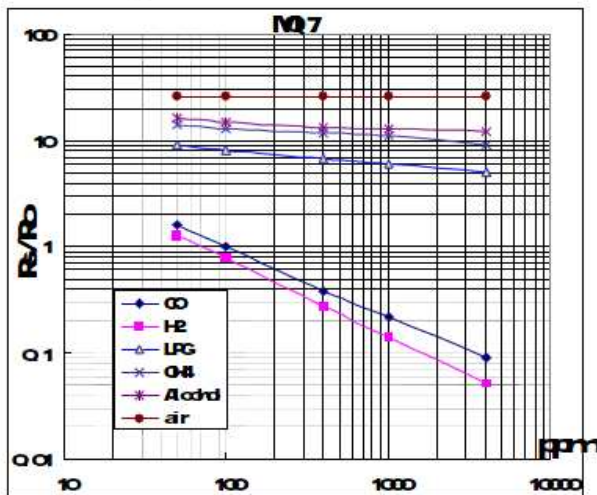


Fig.3 sensitivity characteristics of the MQ-7

Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-7 for several gases.

- in their: Temp: 20℃,
- Humidity: 65%,
- O₂ concentration 21%
- RL=10kΩ

Ro: sensor resistance at 100ppm CO in the clean air.
Rs: sensor resistance at various concentrations of gases.

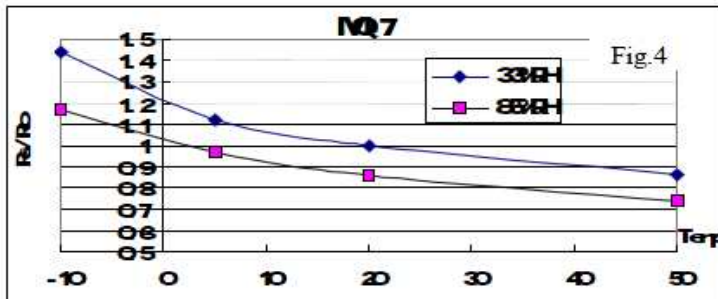


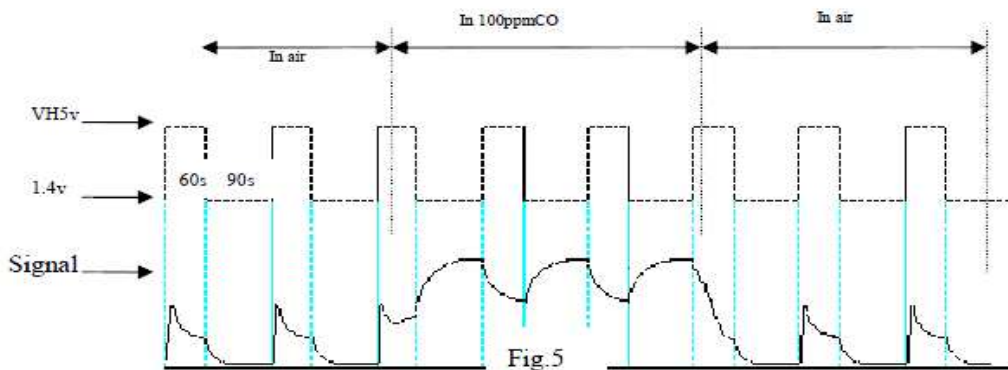
Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-7 on temperature and humidity.
 Ro: sensor resistance at 100ppm CO in air at 33%RH and 20degree.
 Rs: sensor resistance at 100ppm CO at different temperatures and humidities.

OPERATION PRINCIPLE

The surface resistance of the sensor R_s is obtained through effected voltage signal output of the load resistance R_L which series-wound. The relationship between them is described:

$$R_s \setminus R_L = (V_c - V_{RL}) / V_{RL}$$

Fig. 5 shows alterable situation of R_L signal output measured by using Fig. 2 circuit output



signal when the sensor is shifted from clean air to carbon monoxide (CO), output signal measurement is made within one or two complete heating period (2.5 minute from high voltage to low voltage).

Sensitive layer of MQ-7 gas sensitive components is made of SnO_2 with stability. So, it has excellent long term stability. Its service life can reach 5 years under using condition.

SENSITIVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-7 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 200ppm CO in air and use value of Load resistance that (R_L) about $10 \text{ K} \Omega$ ($5 \text{ K} \Omega$ to $47 \text{ K} \Omega$).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence. The sensitivity adjusting program:

- Connect the sensor to the application circuit.
- Turn on the power, keep preheating through electricity over 48 hours.
- Adjust the load resistance R_L until you get a signal value which is respond to a certain carbon monoxide concentration at the end point of 90 seconds.
- Adjust the another load resistance R_L until you get a signal value which is respond to a CO concentration at the end point of 60 seconds.

[Supplying special IC solutions, More detailed technical information, please contact us.](#)

Anexo XI. Datasheet Gas Sensor MG-811

Hanwei Electronics

MG-811

<http://www.hwsensor.com>

MG811 CO2 Sensor

Features

- Good sensitivity and selectivity to CO2
- Low humidity and temperature dependency
- Long stability and reproducibility

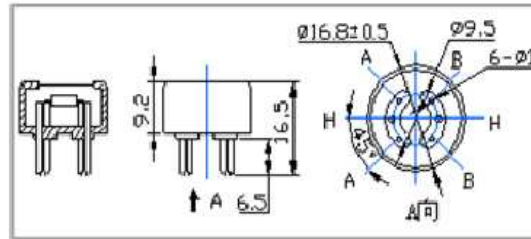
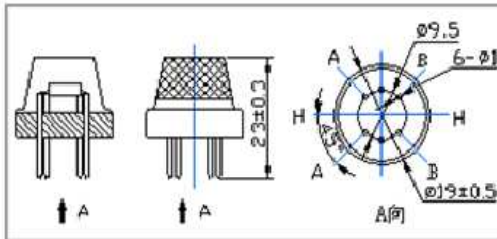
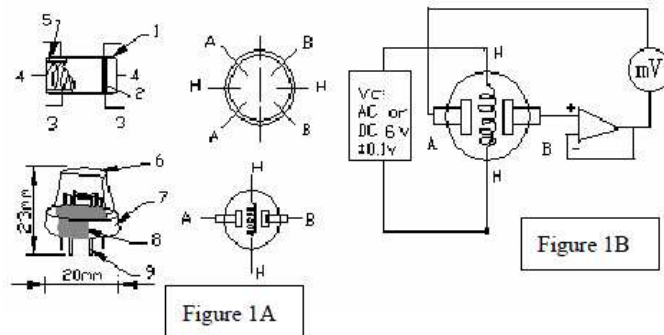
Application

- Air Quality Control
- Ferment Process Control
- Room Temperature CO2 concentration Detection



Structure and Testing Circuit

Sensor Structure and Testing Circuit as Figure, It composed by solid electrolyte layer (1), Gold electrodes (2), Platinum Lead (3), Heater (4), Porcelain Tube (5), 100m double-layer stainless net (6), Nickel and copper plated ring (7), Bakelite (8), Nickel and copper plated pin (9).



Working Principle

Sensor adopt solid electrolyte cell Principle. It is composed by the following solid cells:

Air, Au|NASICON|| carbonate|Au, air, CO2

When the sensor exposed to CO2, the following electrodes reaction occurs:

Cathodic reaction: $2Li + CO_2 + 1/2O_2 + 2e^- = Li_2CO_3$

Anodic reaction: $2Na + 1/2O_2 + 2e^- = Na_2O$

Overall chemical reaction: $Li_2CO_3 + 2Na = Na_2O + 2Li + CO_2$

The Electromotive force (EMF) result from the above electrode reaction, accord with according to Nernst's equation:

$$EMF = E_c - (R \times T) / (2F) \ln (P(CO_2))$$

$P(CO_2)$ —CO2— partial Pressure E_c —Constant Volume R —Gas Constant volume

T — Absolute Temperature (K) F —Faraday constant

From Figure 1B, Sensor Heating voltage supplied from other circuit, When its surface temperature is high enough, the sensor equals to a cell, its two sides would output voltage signal, and its result accord with Nernst's equation. In sensor testing, the impedance of amplifier should be within 100—1000GΩ. Its testing

Tel: 86-371-67169080

Fax: 86 371 67169090

E-mail: sales@hwsensor.com

current should be control below 1pA.

Specifications :

Symbol	Parameter Name	Technical	Remarks
V _H	Heating Voltage	6.0±0.1 V	AC or DC
R _H	Heating Resistor	30.0±5%Ω	Room Temperature
I _H	Heating Current	@200mA	
P _H	Heating Power	@1200mW	
Tao	Operating Temperature	-20—50	
Tas	Storage Temperature	-20—70	
EMF	Output	30—50mV	350—10000ppmCO2

Sensitivity :

Figure 2 Shows gas sensor sensitivity curve. :

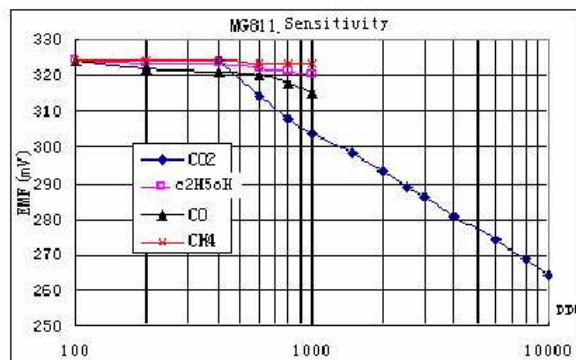
Conditions:

Tem : 28℃

RH: 65%

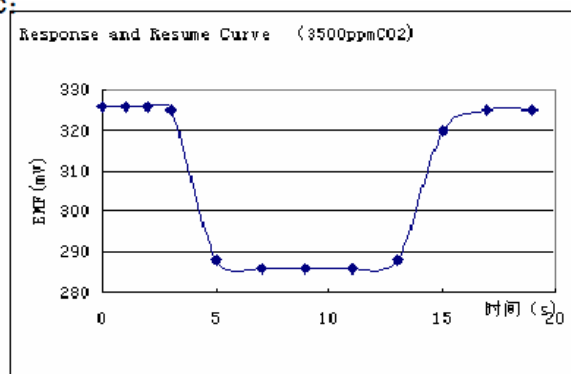
Oxygen : 21%

EMF: sensor EMF under different gas and concentration .

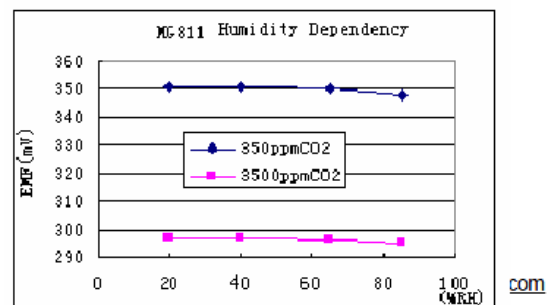
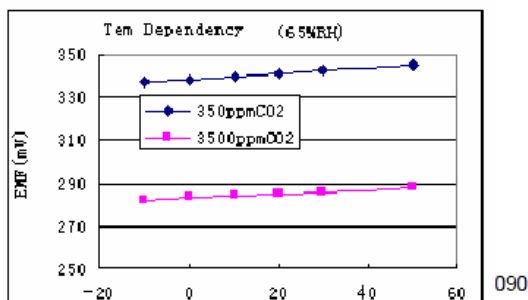


Response and Resume Characteristic:

Figure 3 shows Solid electrolyte sensor response and resume characteristics.



Temperature and Humidity Dependency :



Anexo XII. Datasheet Gas Sensor MQ-136

MQ136 Semiconductor Sensor for Sulfur Dioxide

Sensitive material of MQ136 gas sensor is SnO_2 , which with lower conductivity in clean air. When the target SO_2 gas exist, the sensor's conductivity is more higher along with the gas concentration rising. Please use simple electrocircuit, Convert change of conductivity to correspond output signal of gas concentration.

MQ136 gas sensor has high sensitivity to SO_2 , also could be used to detect other vapor which contains Sulfur. It has low sensitivity to normal combustible gases, which is with low cost and suitable for different application.

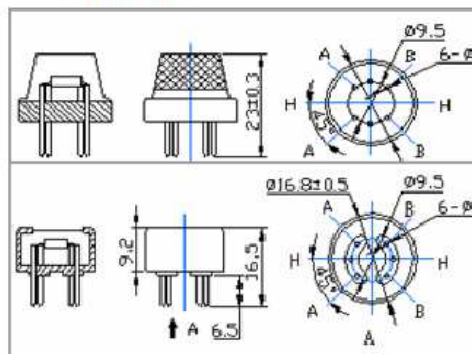
Character

- * Good sensitivity to SO_2
- * Long life and low cost
- * Simple drive circuit

Application

- * Domestic SO_2 concentration detector
- * Industrial SO_2 leakage detector
- * Portable SO_2 detector

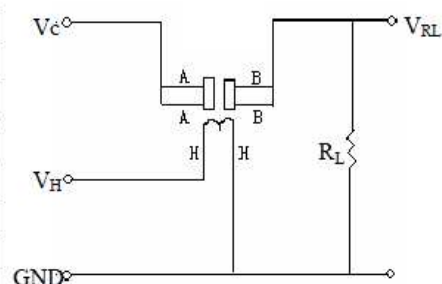
Configuration



Technical Data

Basic test loop

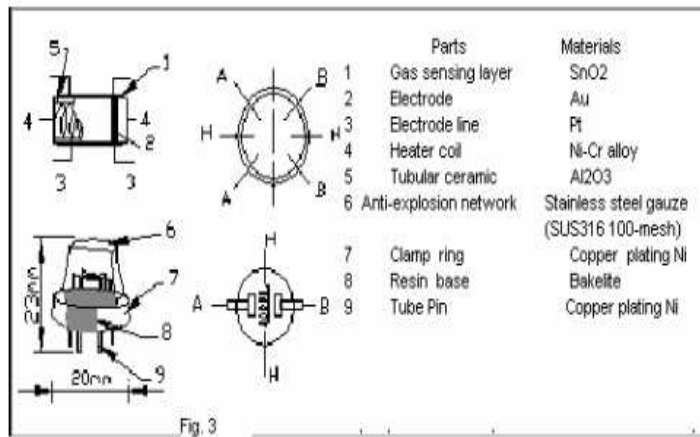
Model No.		MQ136	
Sensor Type		Semiconductor	
Standard Encapsulation		Bakelite (Black Bakelite)	
Detection Gas		SO_2	
Concentration		1-200ppm (SO_2)	
Circuit	Loop Voltage	V_c	$\leq 24\text{V DC}$
	Heater Voltage	V_H	$5.0\text{V} \pm 0.2\text{V AC or DC}$
	Load Resistance	R_L	Adjustable
Character	Heater Resistance	R_H	$31\Omega \pm 3\Omega$ (Room Tem.)
	Heater consumption	P_H	$\leq 900\text{mW}$
	Sensing Resistance	R_s	$2\text{K}\Omega - 20\text{K}\Omega$ (in 50ppm SO_2)
	Sensitivity	S	$R_s(\text{in air}) / R_s(50\text{ppm } \text{SO}_2) \geq 3$
	Slope	α	$\leq 0.6 (R_{s0.1\text{ppm}} / R_{s1\text{ppm}} \text{SO}_2)$
Condition	Tem. Humidity	$20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}; 65\% \pm 5\% \text{RH}$	
	Standard test circuit	$V_c: 5.0\text{V} \pm 0.1\text{V};$ $V_H: 5.0\text{V} \pm 0.1\text{V}$	
	Preheat time	Over 48 hours	



The above is basic test circuit of the sensor. The sensor need to be put 2 voltage, heater voltage (V_H) and test voltage (V_C). V_H used to supply certified working temperature to the sensor, while V_C used to detect voltage (V_{RL}) on load resistance (R_L) whom is in series with sensor. The sensor has light polarity, V_c need DC power. V_C and V_H could use same power circuit with precondition to assure performance of sensor. In order to make the sensor with better performance, suitable R_L value is needed:

$$\text{Power of Sensitivity body}(P_s): P_s = V_c^2 \times R_s / (R_s + R_L)^2$$

Structure and configuration



Structure and configuration of MQ136 gas sensor is shown as Fig. 3, sensor composed by micro Al₂O₃ ceramic tube, Tin Dioxide (SnO₂) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-4 have 6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Resistance of sensor(R_s): $R_s = (V_c / V_{RL} - 1) \times R_L$

Sensitivity Characteristics

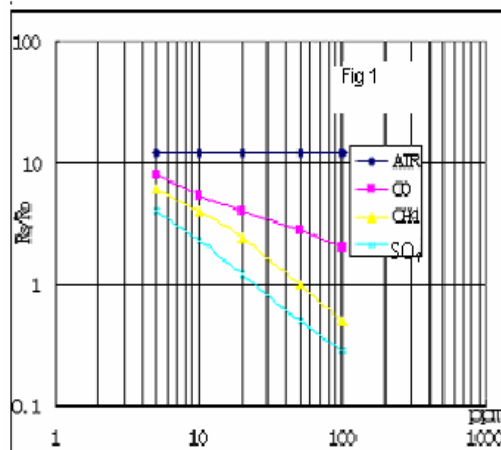


Fig.1 shows the typical sensitivity characteristics of the MQ136, ordinate means resistance ratio of the sensor (R_s/R_0), abscissa is concentration of gases. R_s means resistance in different gases, R_0 means resistance of sensor in 50ppm SO₂. All test are under standard test conditions.

Influence of Temperature/Humidity

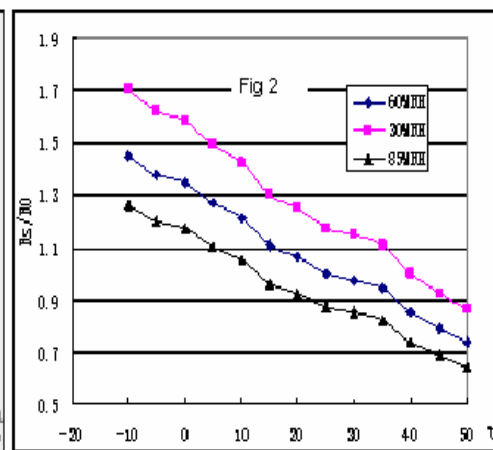


Fig.2 shows the typical temperature and humidity characteristics. Ordinate means resistance ratio of the sensor (R_s/R_0), R_s means resistance of sensor in 50ppm SO₂ under different tem. and humidity. R_0 means resistance of the sensor in environment of 50ppm SO₂, 20°C/65%RH

Anexo XIII. Datasheet Gas Sensor MQ-131

Henan Hanwei Electronics Co., Ltd

www.hwsensor.com

MQ131 Semiconductor Sensor for Ozone

Sensitive material of MQ131 gas sensor is SnO₂ which with lower conductivity in clean air. When Ozone gas exists. The sensor's conductivity is more higher along with the gas concentration rising. Please use simple electrocircuit, Convert change of conductivity to correspond output signal of gas concentration.

MQ131 gas sensor has high sensitivity to Ozone, also sensitive to CL₂, NO₂, etc.

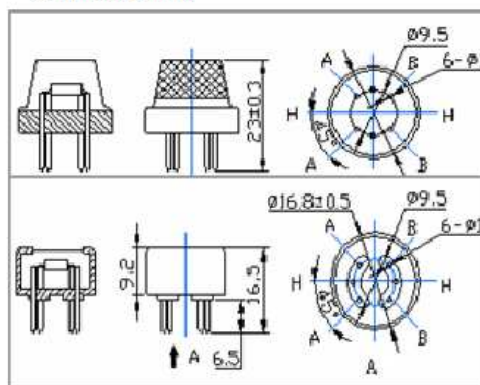
Character

- * Good sensitivity to Ozone in wide range
- * High sensitivity to Ozone
- * Long life and low cost
- * Simple drive circuit

Application

- * Domestic Ozone concentration overload Detector
- * Industrial Ozone concentration overload Detector
- * Portable Ozone concentration overload Detector

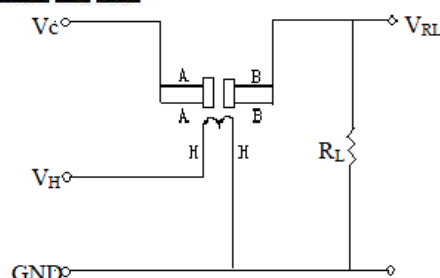
Configuration



Technical Data

Model No.		MQ131	
Sensor Type		Semiconductor	
Standard Encapsulation		Bakelite (Black Bakelite)	
Detection Gas		Ozone	
Concentration		10-1000ppm Ozone	
Circuit	Loop Voltage	V _c	≤24V DC
	Heater Voltage	V _H	5.0V±0.2V AC or DC
	Load Resistance	R _L	Adjustable
Character	Heater Resistance	R _H	31Ω±3Ω (Room Tem.)
	Heater consumption	P _H	≤900mW
	Sensing Resistance	R _s	50KΩ-500KΩ(in 50ppm O ₃)
	Sensitivity	S	R _s (in air)/R _s (in 50ppm O ₃)≥3
	Slope	α	(R _s 50ppm/R _s 10ppm O ₂)
Condition	Tem. Humidity	20℃±2℃; 65%±5%RH	
	Standard test circuit	V _c :5.0V±0.1V; V _H : 5.0V±0.1V	
	Preheat time	Over 48 hours	

Basic test loop



The above is basic test circuit of the sensor. The sensor need to be put 2 voltage, heater voltage(V_H) and test voltage(V_C). V_H used to supply certified working temperature to the sensor, while V_C used to detect voltage (V_{RL}) on load resistance (R_L) whom is in series with sensor. The sensor has light polarity, V_c need DC power. V_C and V_H could use same power circuit with precondition to assure performance of sensor. In order to make the sensor with better performance, suitable R_L value is needed:

$$\text{Power of Sensitivity body(Ps): } P_s = V_c^2 \times R_s / (R_s + R_L)^2$$

$$\text{Resistance of sensor(Rs): } R_s = (V_c / V_{RL} - 1) \times R_L$$

Tel: 86-371-67169070/80

Fax: 86-371-67169090

Email: sales@hwsensor.com

Sensitivity Characteristics

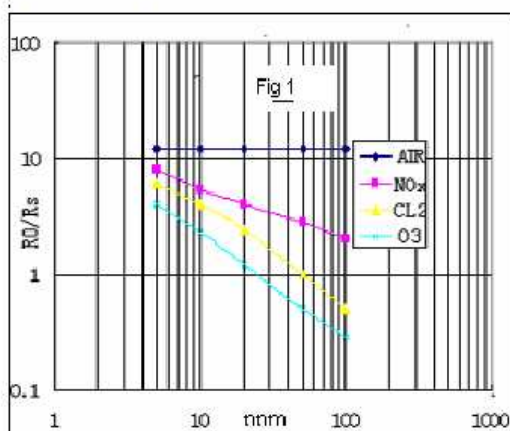


Fig.1 shows the typical sensitivity characteristics of the MQ131, ordinate means resistance ratio of the sensor (R_s/R_o), abscissa is concentration of gases. R_s means resistance in different gases, R_o means resistance of sensor in 50ppm CL_2 . All test are under standard test conditions.

Influence of Temperature/Humidity

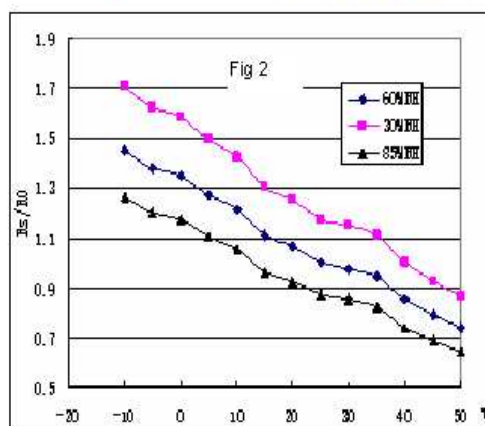
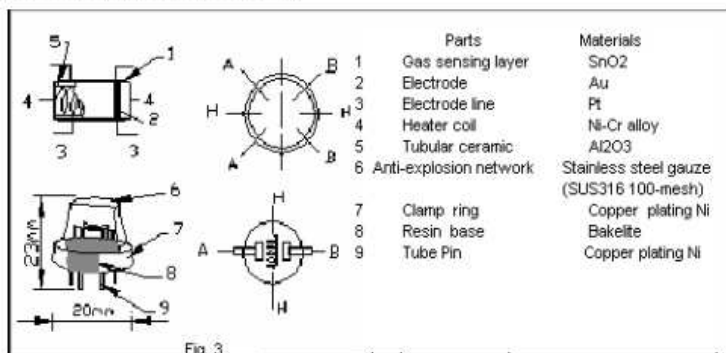


Fig.2 shows the typical temperature and humidity characteristics. Ordinate means resistance ratio of the sensor (R_s/R_o), R_s means resistance of sensor in 50ppm Ozone under different tem. and humidity. R_o means resistance of the sensor in environment of 50ppm Ozone, 20 $^{\circ}C$ /65%RH

Structure and configuration

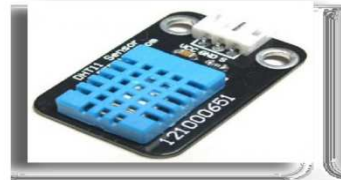


Structure and configuration of MQ131 gas sensor is shown as Fig. 3, sensor composed by micro AL_2O_3 ceramic tube, Tin Dioxide (SnO_2) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-4 have 6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Anexo XIV. Datasheet Sensor DHT11

1. Introduction

This DFRobot DHT11 Temperature & Humidity Sensor features a temperature & humidity sensor complex with a calibrated digital signal output. By using the exclusive digital-signal-acquisition technique and temperature & humidity sensing technology, it ensures high reliability and excellent long-term stability. This sensor includes a resistive-type humidity measurement component and an NTC temperature measurement component, and connects to a high-performance 8-bit microcontroller, offering excellent quality, fast response, anti-interference ability and cost-effectiveness.



2. Technical Specifications:

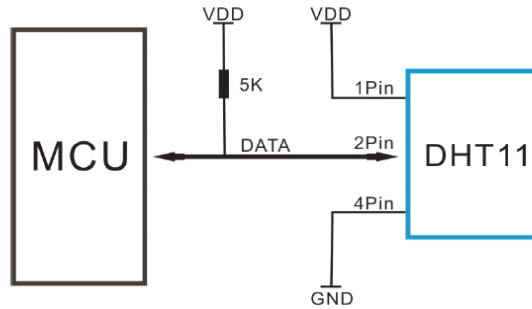
Overview:

Item	Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
DHT11	20-90%RH 0-50 °C	±5%RH	±2°C	1	4 Pin Single Row

Detailed Specifications:

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH 8 Bit	1%RH
Repeatability			± 1%RH	
Accuracy	25°C		± 4%RH	
	0-50°C			± 5%RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25°C , 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			± 1%RH	
Long-Term Stability	Typical		± 1%RH/year	
Temperature				
Resolution		1°C	1°C	1°C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Repeatability			± 1°C	
Accuracy		± 1°C		± 2°C
Measurement Range		0°C		50°C
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S

3. Typical Application (Figure 1)



Note: 3Pin – Null; MCU = Micro-computer Unite or single chip Computer

When the connecting cable is shorter than 20 metres, a 5K pull-up resistor is recommended; when the connecting cable is longer than 20 metres, choose a appropriate pull-up resistor as needed.

4. Power and Pin

DHT11's power supply is 3-5.5V DC. When power is supplied to the sensor, do not send any instruction to the sensor in within one second in order to pass the unstable status. One capacitor valued 100nF can be added between VDD and GND for power filtering.

5. Communication Process: Serial Interface (Single-Wire Two-Way)

Single-bus data format is used for communication and synchronization between MCU and DHT11 sensor. One communication process is about 4ms.

Data consists of decimal and integral parts. A complete data transmission is **40bit**, and the sensor sends **higher data bit** first.

Data format: 8bit integral RH data + 8bit decimal RH data + 8bit integral T data + 8bit decimal T data + 8bit check sum. If the data transmission is right, the check-sum should be the last 8bit of "8bit integral RH data + 8bit decimal RH data + 8bit integral T data + 8bit decimal T data".

6. Electrical Characteristics

VDD=5V, T = 25°C (unless otherwise stated)

	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Power Supply	DC	3V	5V	5.5V
Current Supply	Measuring	0.5mA		2.5mA
	Average	0.2mA		1mA
	Standby	100uA		150uA
Sampling period	Second	1		

Note: Sampling period at intervals should be no less than 1 second.

7. Attentions of application

(1) Operating conditions

Applying the DHT11 sensor beyond its working range stated in this datasheet can result in 3%RH signal shift/discrepancy. The DHT11 sensor can recover to the calibrated status gradually when it gets back to the normal operating condition and works within its range. Please refer to (3) of

this section to accelerate its recovery. Please be aware that operating the DHT11 sensor in the non-normal working conditions will accelerate sensor's aging process.

(2) Attention to chemical materials

Vapor from chemical materials may interfere with DHT's sensitive-elements and debase its sensitivity. A high degree of chemical contamination can permanently damage the sensor.

(3) Restoration process when (1) & (2) happen

Step one: Keep the DHT sensor at the condition of Temperature 50~60Celsius, humidity <10%RH for 2 hours;

Step two:K keep the DHT sensor at the condition of Temperature 20~30Celsius, humidity >70%RH for 5 hours.

(4) Temperature Affect

Relative humidity largely depends on temperature. Although temperature compensation technology is used to ensure accurate measurement of RH, it is still strongly advised to keep the humidity and temperature sensors working under the same temperature. DHT11 should be mounted at the place as far as possible from parts that may generate heat.

(5) Light Affect

Long time exposure to strong sunlight and ultraviolet may debase DHT's performance.

(6) Connection wires

The quality of connection wires will affect the quality and distance of communication and high quality shielding-wire is recommended.

(7) Other attentions

- * Welding temperature should be bellow 260Celsius and contact should take less than 10 seconds.
- * Avoid using the sensor under dew condition.
- * Do not use this product in safety or emergency stop devices or any other occasion that failure of DHT11 may cause personal injury.
- * Storage: Keep the sensor at temperature 10-40°C, humidity <60%RH.

Declaim:

This datasheet is a translated version of the manufacturer's datasheet. Although the due care has been taken during the translation, D-Robotics is not responsible for the accuracy of the information contained in this document. Copyright © D-Robotics.

D-Robotics: www.droboticsonline.com

Email contact: d_robotics@hotmail.co.uk

Anexo XV. Codificación de sensores en Placa Arduino

```

/*****
SISTEMA DE MONITOREO DE GASES CONTAMINANTES

'OMONSYS"

OSCAR ROBERTO CEVALLOS NOBOA

ESMERALDAS - PUCESE - 2013

*****/

/*****Declaración de Librerías*****/

#include <LiquidCrystal.h>

#include <dht11.h>

dht11 DHT11;

/*****Declaración de Pines Analógicos y Digitales*****/

#define MG_PIN (1)           //Define canal análogo A1 para MG811
#define BOOL_PIN (6)        //Define canal digital D6 para MG811
#define MQ7_PIN (0)         //Define canal análogo A0 para MQ7
#define MQ136_PIN (2)       //Define canal análogo A2 para MQ136
#define MQ131_PIN (3)       //Define canal análogo A3 para MQ131
#define DHT11PIN 7          //Define canal digital D7 para DHT11

/*****Declaración de Resistencias y Factores*****/

#define DC_GAIN (3.5)        //Define ganancia Dc para MG811, según datasheet
#define RL0_VALUE (5)        //Define resistencia RL=5; Rs=2-20 Kohm
                                // Según datasheet para MQ7
#define R0_CLEAN_AIR_FACTOR (4) //R0_CLEAN_AIR_FACTOR=(Resistencia del sensor en aire
                                //limpio(20))/RL.
#define RL1_VALUE (20)       //Define resistencia RL=20; Rs=2-20 Kohm
                                //según datasheet para MQ136

```

```

#define R1_CLEAN_AIR_FACTOR (1) //R1_CLEAR_AIR_FACTOR=(Resistencia del sensor en aire
//limpio(20))/RL.

#define RL2_VALUE (100) //Define resistencia RL=100; Rs=50-500 Kohm
//según datasheet para MQ131

#define R2_CLEAN_AIR_FACTOR (5) //R2_CLEAR_AIR_FACTOR=(Resistencia del sensor en aire
//limpio(500))/RL.

/*****Intervalo de Lecturas*****/
#define READ_SAMPLE_INTERVAL (10) //Define cantidad de muestras en operación normal
#define READ_SAMPLE_TIMES (5) //Define intervalo de tiempo entre muestras (en milisegundos)

/*****Intervalo de Lecturas para Calibración*****/
#define CALIBRATION_SAMPLE_TIMES (50) //Define cantidad de muestras a tomar para la fase de
calibración
#define CALIBRATION_SAMPLE_INTERVAL (10) //Define intervalo de tiempo (en milisegundos) entre
cada muestra

/*****Definición de Gases*****/
#define GAS_CO (0) //Define el tipo de gas para una ecuación
#define GAS_NO2 (0)
#define GAS_SO2 (0)
#define GAS_O3 (0)

/*****Variables Globales*****/
#define ZERO_POINT_VOLTAGE (0.220) // Define la salida del sensor, cuando
//concentración de CO2 es menor a 400PPM

#define REACTION_VOLTAGE (0.020)
float CO2Curva[3] = {2.602,ZERO_POINT_VOLTAGE,(REACTION_VOLTAGE/(2.602-3))};
float COCurva[3] = {1.69,0.25,-0.81}; //Toma 2 puntos iniciales de la curva del sensor MQ7 y su
//pendiente, según datasheet
float NO2Curva[3] = {0.69,0.95,-0.36}; //Toma 2 puntos iniciales de la curva del sensor MQ131 y su
//pendiente, según datasheet

```

```

float SO2Curva[3] = {0.69,0.77,-0.75};    //Toma 2 puntos iniciales de la curva del sensor MQ136 y su
                                           //pendiente, según datasheet

float O3Curva[3] = {0.69,0.69,-0.76};    //Toma 2 puntos iniciales de la curva del sensor MQ131 y su
                                           //pendiente, según datasheet

float R0 = 0;    //R0 es inicializado para sensores MQ

void setup()
{
  Serial.begin(9600);    // baudrate = 9600bps, velocidad de comunicación serial
  pinMode (BOOL_PIN, INPUT);    //Pines para entrada MG811
  digitalWrite(BOOL_PIN, HIGH);
  delay(20000);    //Tiempo de espera = 20 segundos
}

void loop()
{ // Lectura de DHT11 - HUMEDAD + TEMPERATURA
  int chk = DHT11.read(DHT11PIN);    //Lectura de pin digital 7
  Serial.println("h");    //Código "h" humedad
  //identificación para guardar en base de datos
  Serial.println((float)DHT11.humidity, 2);    //Lectura de humedad
  Serial.println("%");    //Signo de humedad en porcentaje %
  delay(10000);    //Tiempo de espera = 10 segundos

  Serial.println("t");    //Código "t" temperatura
  //identificación para guardar en base de datos
  Serial.println((float)DHT11.temperature, 2);    //Lectura de temperatura
  Serial.println("°C");    //Signo de temperatura en grados centígrados °C
  delay (10000);
}

```

```

// Lectura de MG811 - CO2

int porcentaje;

float mg811;

mg811 = MGLectura(MG_PIN);

porcentaje = MGGetPorcentaje(mg811, CO2Curva);          //Valor en ppm

Serial.println("d");                                   //Código "d" dióxido de carbono

                                                    //identificación para guardar en base de datos

Serial.println(porcentaje);                            //Tabla5 – Expresado en partes por millón (ppm)

Serial.println( "ppm" );                              //Signo de medida en ppm

Serial.print("\n");

delay(10000);

// Lectura de MQ7 - CO

float mq7=0;

R0=(analogRead(0));

mq7= float (MQGetGasPorcentaje(MQRead_mq7(MQ7_PIN)/R0,GAS_CO)); //Valor en ppm

Serial.println("m");                                  //Código "m" monóxido de carbono

                                                    //identificación para guardar en base de datos

Serial.println((mq7*28.01*1000)/24.45);              //Tabla5 - Conversión de unidades ppm a ug/m3

Serial.println( " ug/m3" );

Serial.print("\n");

delay(10000);

// MQ131 - NO2

float mq131=0;

R0=(analogRead(3));

mq131= float (MQGetGasPorcentaje(MQRead_mq131(MQ131_PIN)/R0,GAS_NO2) ); //Valor en ppm

Serial.println("n");                                  //Código "n" dióxido de nitrógeno

                                                    //identificación para guardar en base de datos

```

```

Serial.print(mq131*46.01*1000/24.45);           //Tabla5 - Conversión de unidades ppm a ug/m3

Serial.print( " ug/m3" );

Serial.println("\n");

delay(10000);

// MQ131 - O3

R0=(analogRead(3));

mq131= float (MQGetGasPorcentaje(MQRead_mq131(MQ131_PIN)/R0,GAS_O3)); //Valor en ppm

Serial.println("o");                           //Código "o" ozono

                                                //identificación para guardar en base de datos

Serial.println((mq131*48*1000)/24.45);         //Tabla5 - Conversión de unidades ppm a ug/m3

Serial.println( " ug/m3" );

delay(10000);

// Lectura de MQ136 - SO2

float mq136=0;

R0=(analogRead(2));

mq136=float (MQGetGasPorcentaje(MQRead_mq136(MQ136_PIN)/R0,GAS_SO2) ); //Valor en ppm

Serial.println("a");                           //Código "a" dióxido de azufre

                                                //identificación para guardar en base de datos

Serial.println((mq136*64.06*1000)/24.45);     //Tabla5 - Conversión de unidades ppm a ug/m3

Serial.println( " ug/m3" );

Serial.print("\n");

delay(10000);

/*****Función Lectura de MG811*****/

float MGLectura (int mg_pin)

{

```

```

    int i;

    float v=0;

    for (i=0;i<READ_SAMPLE_TIMES;i++)

        { v += analogRead(MG_PIN);           //Lectura de entrada analógica de MG811

          delay(READ_SAMPLE_INTERVAL);

        }

    v = (v/READ_SAMPLE_TIMES) *5/1024;

    return v;

}

```

```

int MGGetPorcentaje(float mg811, float *pcurva)

{

    if ((mg811/DC_GAIN) >=ZERO_POINT_VOLTAGE)

    {

        return -1;

    } else

    {

        return pow(10, ((mg811/DC_GAIN)- pcurva[1])/pcurva[2]+pcurva[0]);

    }

}

```

/******Función Lectura de MQ7******/

```

float MQRead_mq7(int mq_pin)

{

    int i;

    float rs=0;

    for (i=0;i<READ_SAMPLE_TIMES;i++) {

        rs += MQResistanceCalculation7(analogRead(0));

        delay(READ_SAMPLE_INTERVAL);

    }

}

```

```

        rs = rs/READ_SAMPLE_TIMES;

        return rs;
    }

//Cálculo de Resistencia de MQ7

float MQResistanceCalculation7(int raw_adc)

{

return ( ((float)RLO_VALUE*(1023-raw_adc)/raw_adc));

}

//Calibración de MQ7

float MQCalibration7(int mq_pin)

{

    int i;

    float val=0;

    for (i=0;i<CALIBRATION_SAMPLE_TIMES;i++) {                //Toma multiples muestras

        val += MQResistanceCalculation7(analogRead(0));

delay(CALIBRATION_SAMPLE_INTERVAL);

    }

    val = val/CALIBRATION_SAMPLE_TIMES;                //Calcula el valor promedio

    val = val/R0_CLEAN_AIR_FACTOR;                //Dividido para R0_CLEAN_AIR_FACTOR

    return val;

}

/*****Función Lectura de MQ136 - SO2*****/

float MQRead_mq136(int mq_pin)

{

    int i;

    float rs=0;

    for (i=0;i<READ_SAMPLE_TIMES;i++) {

```

```

        rs += MQResistanceCalculation136(analogRead(2));           //Lectura de entrada análoga 2
delay(READ_SAMPLE_INTERVAL);
}

    rs = rs/READ_SAMPLE_TIMES;

    return rs;
}

//Cálculo de Resistencia de MQ136
float MQResistanceCalculation136(int raw_adc)
{
    Return ( ((float)RL1_VALUE*(1023-raw_adc)/raw_adc));
}

//Calibración de MQ136
float MQCalibration136(int mq_pin)
{
    int i;
    float val=0;
    for (i=0;i<CALIBRATION_SAMPLE_TIMES;i++) {                 //Toma multiples muestras
        val += MQResistanceCalculation136(analogRead(2));
        delay(CALIBRATION_SAMPLE_INTERVAL);
    }

    val = val/CALIBRATION_SAMPLE_TIMES;                       //Calcula el valor promedio
    val = val/R1_CLEAN_AIR_FACTOR;                             //Dividido para R1_CLEAN_AIR_FACTOR
    return val;
}

/*****Función Lectura de MQ131 - NO2 y O3*****/
float MQRead_mq131(int mq_pin)

```

```

{
    int i=0;

    float rs=0;

    for (i=0;i<READ_SAMPLE_TIMES;i++) {

        rs += MQResistanceCalculation131(analogRead(3));           //Lectura de entrada análoga 3

        delay(READ_SAMPLE_INTERVAL);                             //Lectura de los intervalos entre muestras

    }

    rs = rs/READ_SAMPLE_TIMES;

    return rs;

}

//Calculo de resistencia de MQ131

float MQResistanceCalculation131(int raw_adc)

{

    return ( ((float)RL2_VALUE*(1023-raw_adc)/raw_adc));

}

//Calibración de MQ131

float MQCalibration131(int mq_pin)

{

    int i;

    float val=0;

    for (i=0;i<CALIBRATION_SAMPLE_TIMES;i++)                    //Toma múltiples muestras

        val += MQResistanceCalculation131(analogRead(3));

    delay(CALIBRATION_SAMPLE_INTERVAL);

}

    val = val/CALIBRATION_SAMPLE_TIMES;                          //Calcula el valor promedio

    val = val/R2_CLEAN_AIR_FACTOR;                               //Dividido para R2_CLEAN_AIR_FACTOR

    return val;

}

```

```

/*****Obtiene valores de acuerdo a la curva del gas*****/
int MQGetGasPorcentaje(float rs_ro_ratio, int gas_id)
{
    if ( gas_id == GAS_CO ) {
        return MQGetPorcentaje(rs_ro_ratio,COCurva);
    }
    else if ( gas_id == GAS_NO2 ) {
        return MQGetPorcentaje(rs_ro_ratio,NO2Curva);
    }
    else if ( gas_id == GAS_SO2 ) {
        return MQGetPorcentaje(rs_ro_ratio,SO2Curva);
    }
    else if ( gas_id == GAS_O3 ) {
        return MQGetPorcentaje(rs_ro_ratio,O3Curva);
    }
}

return 0;
}

int MQGetPorcentaje(float rs_ro_ratio, float *pcurva)
{
    return (pow(10,((log(rs_ro_ratio-pcurva[1])/pcurva[2]) + pcurva[0])));
}

```

Anexo XVI. Codificación Windows Forms para almacenamiento en base de datos

```
Imports System
Imports System.ComponentModel
Imports System.Threading
Imports System.IO.Ports
Imports Microsoft.VisualBasic
Imports System.Data
Imports System.Data.SqlClient
Imports System.Web

'Llama al formulario frmMain
Public Class frmMain
Dim myPort As Array 'Puertos COM detectados en el sistema para ser escogidos

'Añadido para evitar errores durante la recepción de datos
Delegate Sub SetTextCallback (ByVal [text] AsString)

Private Sub frmMain_Load (ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles MyBase.Load
    myPort = IO.Ports.SerialPort.GetPortNames() 'Obtiene todos los puertos
habilitados
'Habilitar para tener los datos en el ComboBox y de ahí escoger el puerto COM
    For i = 0 To UBound(myPort)
        cmbPort.Items.Add(myPort(i))
    Next
    cmbPort.Text = cmbPort.Items.Item(0) 'Define el texto cmbPort al primer
puerto COM detectado
    txtBaud.Text = 9600 ' Velocidad de conexión puerto serie de Arduino
    btnDesconectar.Enabled = False 'Botón Desconectar esta desconectado
End Sub

'Subproceso para conectarse con Arduino al dar clic en botón Conectar
PrivateSub btnConnect_Click (ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnConectar.Click
    SerialPort1.PortName = cmbPort.Text 'Define el SerialPort1
    SerialPort1.BaudRate = txtBaud.Text 'Define la velocidad puerto serial
'Otras propiedades del puerto serial
    SerialPort1.Parity = IO.Ports.Parity.None
    SerialPort1.StopBits = IO.Ports.StopBits.One
    SerialPort1.DataBits = 8
    SerialPort1.Open () 'Abre el puerto serial
    btnConectar.Enabled = False 'Botón Conectar esta deshabilitado
    btnDesconectar.Enabled = True 'Botón Desconectar está habilitado
End Sub

'Subproceso para desconectarse con Arduino al dar clic en botón
Desconectar
Private Sub btnDisconnect_Click (ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnDesconectar.Click
    SerialPort1.Close () 'Cierra el puerto serial
    btnConectar.Enabled = True 'Botón Conectar está habilitado
    btnDesconectar.Enabled = False 'Botón Desconectar esta deshabilitado
End Sub

'Subproceso para leer de Arduino cada vez que ingrese el valor de
cualquier sensor
Private Sub SerialPort1_DataReceived (ByVal sender AsObject, ByVal e As
System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs) Handles SerialPort1.DataReceived
```

```

'Llamada automática cada vez que se recibe datos en el SerialPort
    ReceivedText (SerialPort1.ReadExisting ())
End Sub

'Subproceso que recibe los datos de cada sensor
Private Sub ReceivedText (ByVal [text] As String)
    If Me.rtbRecibir.InvokeRequired Then
        Dim x As New SetTextCallback (AddressOf ReceivedText)
        Me.Invoke (x, NewObject () {(text)})
    Else
        Me.rtbRecibir.Text &= [text]      'Recibe datos de cada sensor
        Me.RichTextBox1.Text = text      'Solo para visualizar
    End If
End Sub

'Subproceso para visualizar los valores de los sensores en cada
textbox
Private Sub rtbRecibir_TextChanged (ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles rtbRecibir.TextChanged

'declarar la conexión con SQL
Dim cad As String
Dim a As String
Dim b As String
Dim c As String
Dim d As String
    a = "Data Source= "
    b = txtServ.Text
    c = ";"
    d = "Initial Catalog=GASES;Persist Security Info=True;User
ID=sas;Password=sasa123"
    cad = a + b + c + d      'Cadena de conexión a SQLServer mediante un textbox

Dim conexion As New SqlConnection (cad)

'declarar un comando para la operación de inserción
Dim sql As String

'PARA GUARDAR LOS VALORES A SQL Y MOSTRAR EN EL WEB FORMS
Try
'Para guardar el dato de Humedad
    If Me.rtbRecibir.Lines (0) = "h" Then
        If IsNumeric (Me.rtbRecibir.Lines (1)) Then
            Me.txtHum.Text = Me.rtbRecibir.Lines (1)
            sql = "insert into Humedad(valor) values(@valor)"
            Dim comando As New SqlCommand (sql, conexion)
            comando.Parameters.Add (New SqlParameter ("@valor", Me.txtHum.Text))
'se ejecuta el parámetro agregado
            Dim x As Integer
            conexion.Open ()                'abre la conexión
            x = comando.ExecuteNonQuery    'ejecuta la sentencia SQL INSERT
            conexion.Close ()              'cierra la conexión
        End If
    Else
End If

'Para guardar el dato de Temperatura
    If Me.rtbRecibir.Lines (0) = "t" Then
        If IsNumeric (Me.rtbRecibir.Lines (1)) Then
            Me.txtTemp.Text = Me.rtbRecibir.Lines (1)
            sql = "insert into Temperatura(valor) values(@valor)"

```

```

        Dim comando As New SqlCommand (sql, conexion)
        comando.Parameters.Add (New SqlParameter ("@valor", Me.txtTemp.Text))
'se ejecuta el parámetro agregado
        Dim x As Integer
        conexion.Open ()           'abre la conexión
        x = comando.ExecuteNonQuery 'ejecuta la sentencia SQL INSERT
        conexion.Close ()         'cierra la conexión
    End If
Else
End If

'Para guardar el dato de Monóxido de carbono
If Me.rtbRecibir.Lines (0) = "m" Then
    If IsNumeric (Me.rtbRecibir.Lines (1)) Then
        Me.txtCo.Text = Me.rtbRecibir.Lines (1)
        sql = "insert into Monox_Carbono(valor) values(@valor)"
        Dim comando As New SqlCommand (sql, conexion)
        comando.Parameters.Add (New SqlParameter ("@valor", Me.txtCo.Text))
'se ejecuta el parámetro agregado
        Dim x As Integer
        conexion.Open ()           'abre la conexión
        x = comando.ExecuteNonQuery 'ejecuta la sentencia SQL INSERT
        conexion.Close ()         'cierra la conexión
    End If
Else
End If

'Para guardar el dato de Dióxido de carbono
If Me.rtbRecibir.Lines (0) = "d" Then
    If IsNumeric (Me.rtbRecibir.Lines (1)) Then
        Me.txtCo2.Text = Me.rtbRecibir.Lines (1)
        sql = "insert into Diox_Carbono(valor) values(@valor)"
        Dim comando As New SqlCommand (sql, conexion)
        comando.Parameters.Add (New SqlParameter ("@valor", Me.txtCo2.Text))
'se ejecuta el parámetro agregado
        Dim x As Integer
        conexion.Open ()           'abre la conexión
        x = comando.ExecuteNonQuery 'ejecuta la sentencia SQL INSERT
        conexion.Close ()         'cierra la conexión
    End If
Else
End If

'Para guardar el dato de Dióxido de azufre
If Me.rtbRecibir.Lines (0) = "a" Then
    If IsNumeric (Me.rtbRecibir.Lines (1)) Then
        Me.txtSo2.Text = Me.rtbRecibir.Lines (1)
        sql = "insert into Diox_Azufre(valor) values(@valor)"
        Dim comando As New SqlCommand (sql, conexion)
        comando.Parameters.Add (New SqlParameter ("@valor", Me.txtSo2.Text))
'se ejecuta el parámetro agregado
        Dim x As Integer
        conexion.Open ()           'abre la conexión
        x = comando.ExecuteNonQuery 'ejecuta la sentencia SQL INSERT
        conexion.Close ()         'cierra la conexión
    End If
Else
End If

'Para guardar el dato de Óxidos de nitrógeno
If Me.rtbRecibir.Lines (0) = "n" Then

```

```

    If IsNumeric (Me.rtbRecibir.Lines (1)) Then
    Me.txtNox.Text = Me.rtbRecibir.Lines (1)
    sql = "insert into Diox_Nitrogeno(valor) values(@valor)"
    Dim comando As New SqlCommand (sql, conexion)
    comando.Parameters.Add (New SqlParameter ("@valor", Me.txtNox.Text))

'se ejecuta el parámetro agregado
    Dim x As Integer
    conexion.Open ()                'abre la conexión
        x = comando.ExecuteNonQuery 'ejecuta la sentencia SQL INSERT
    conexion.Close ()              'cierra la conexión
    End If
Else
End If

'Para guardar el dato de Ozono
If Me.rtbRecibir.Lines (0) = "o" Then
    If IsNumeric (Me.rtbRecibir.Lines (1)) Then
    Me.txtO3.Text = Me.rtbRecibir.Lines (1)
    sql = "insert into Ozono(valor) values(@valor)"
    Dim comando As New SqlCommand (sql, conexion)
    comando.Parameters.Add (New SqlParameter ("@valor", Me.txtO3.Text))
'se ejecuta el parámetro
    Dim x As Integer
    conexion.Open ()                'abre la conexión
        x = comando.ExecuteNonQuery 'ejecuta la sentencia SQL INSERT
    conexion.Close ()              'cierra la conexión
    End If
Else
End If

'Para deshabilitar excepciones en lectura de sensores
Catch ex As IndexOutOfRangeException
Console.WriteLine ("IndexOutOfRangeException caught")
End Try
rtbRecibir.Clear()    'Limpia rtbRecibir para nueva lectura de sensor
End Sub

'Subproceso para cambiar el puerto de comunicación del Arduino
Private Sub cmbPort_SelectedIndexChanged (ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles cmbPort.SelectedIndexChanged
    If SerialPort1.IsOpen = FalseThen
        SerialPort1.PortName = cmbPort.Text
    Else
's aparece mensaje al administrador si no se desconecta primero
        MsgBox ("Valido solo si el puerto está cerrado", vbCritical)
    End If
End Sub

Private Sub Timer1_Tick (sender As System.Object, e As System.EventArgs) Handles
Timer1.Tick
    txtFecha.Text = Date.Today
    txtHora.Text = TimeOfDay
End Sub
End Class

```

Anexo XVII. Codificación de Web Forms de páginas web

A. PÁGINA WEB MEDICIONES

PAGE_LOAD

```
Imports System.Data.SqlClient

Public Class _Default
    Inherits System.Web.UI.Page

    Protected Sub Page_Load(ByVal sender As Object, ByVal e As System.EventArgs)
        Handles Me.Load
            txtFecha.Text = CStr(Date.Today)
            GridView1.DataBind()
            txtHora.Text = CStr(TimeOfDay)
            Timer1.Enabled = True
    End Sub
End Class
```

WEB_FORM

```
<%@ Page Title="Página principal" Language="vb" MasterPageFile="~/Site.Master"
AutoEventWireup="false"
CodeBehind="Default.aspx.vb" Inherits="WebApplication1._Default" %>

<asp:Content ID="HeaderContent" runat="server"
ContentPlaceHolderID="HeadContent">
</asp:Content>
<asp:Content ID="BodyContent" runat="server" ContentPlaceHolderID="MainContent">
    <h2>
        BIENVENIDOS A LA PAGINA WEB DE OMONSYS</span></h2>
    <p style="font-family: Arial, Helvetica, sans-serif; font-size: larger; font-
weight: bold; font-style: italic; text-transform: none; color: #000080">
        FECHA:<asp:TextBox ID="txtFecha"
            Width="119px"></asp:TextBox>
        HORA
        <asp:TextBox ID="txtHora" runat="server" BackColor="White"

        <Columns>
        <asp:BoundField DataField="CO" HeaderText="MONOXIDO DE CARBONO (µg/m³)"
            SortExpression="CO"></asp:BoundField>
        <asp:BoundField DataField="CO2" HeaderText="DIOXIDO DE CARBONO (µg/m³)"
            SortExpression="CO2" />
        <asp:BoundField DataField="SO2" HeaderText="DIOXIDO DE AZUFRE (µg/m³)"
            SortExpression="SO2" />
        <asp:BoundField DataField="NO2" HeaderText="DIOXIDO DE NITROGENO (µg/m³)"
            SortExpression="NO2" />
        <asp:BoundField DataField="O3" HeaderText="OZONO (µg/m³)"
SortExpression="O3" />
        <asp:BoundField DataField="T" HeaderText="TEMPERATURA (°C)"
            SortExpression="T" />
        <asp:BoundField DataField="H" HeaderText="HUMEDAD (%)"
SortExpression="H" />
        </Columns>
    </asp:GridView>
</p>
    <p>
        <asp:ScriptManager ID="ScriptManager1" runat="server">
        </asp:ScriptManager>
    </p>
```

```

<asp:SqlDataSource ID="SqlDataSource1" runat="server"
    ConnectionString="<%$ ConnectionStrings:GASESConnectionString %>"
    SelectCommand="SELECT * FROM [temporal]"></asp:SqlDataSource>

    <asp:Timer ID="Timer1" runat="server" Interval="1000"
    EnableViewState="False">
    </asp:Timer>

</p>
</asp:Content>

```



B. PÁGINA WEB NORMA

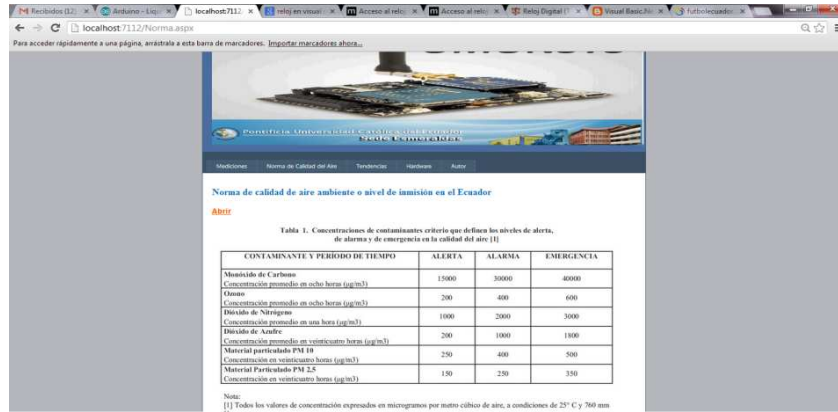
WEB_FORM

```

<%@ Page Title="" Language="vb" AutoEventWireup="false"
MasterPageFile="~/Site.Master" CodeBehind="Norma.aspx.vb"
Inherits="WebApplication1.Formulario_web114" %>
<asp:Content ID="Content1" ContentPlaceHolderID="HeadContent" runat="server">
</asp:Content>
<asp:Content ID="Content2" ContentPlaceHolderID="MainContent" runat="server">
    <br />
    <p class="MsoNormalCxSpFirst"
        color:#0070C0">Norma de calidad de aire ambiente o nivel de inmisión en
    el Ecuador</span><span
        >Abrir</asp:HyperLink>

<br />
<asp:Image ID="Image1" runat="server" Height="500px"
    ImageUrl="~/Imágenes/Niveles alerta alarma emergencia.jpg" Width="901px" />
</asp:Content>

```



C. PÁGINAS WEB TENDENCIAS

Monóxido de Carbono CO

```

<%@ Page Title="" Language="vb" AutoEventWireup="false"
MasterPageFile="~/Site.Master" CodeBehind="CO.aspx.vb"
Inherits="WebApplication1.Formulario_web17" %>
<%@ Register assembly="System.Web.DataVisualization, Version=4.0.0.0,
Culture=neutral, PublicKeyToken=31bf3856ad364e35"
namespace="System.Web.UI.DataVisualization.Charting" tagprefix="asp" %>
<asp:Content ID="Content1" ContentPlaceHolderID="HeadContent" runat="server">
</asp:Content>
<asp:Content ID="Content2" ContentPlaceHolderID="MainContent" runat="server">
<p>
MONOXIDO DE CARBONO - CO
</p>
<p>
Valor medido en <b
color:black;">µg/m3</span></b></p>
<table class="style2">
<asp:Calendar ID="Calendar1" runat="server" BackColor="White"
BorderColor="White" BorderWidth="1px" Font-Names="Verdana" Font-
Size="9pt"
<SelectedDayStyle BackColor="#333399" ForeColor="White" />
<TitleStyle BackColor="White" BorderColor="Black" BorderWidth="4px"
Font-Bold="True" Font-Size="12pt" ForeColor="#333399" />
<TodayDayStyle BackColor="#CCCCCC" />
</asp:Calendar>
</td>
<td>
<asp:Chart ID="Chart1" runat="server" DataSourceID="SqlDataSource2"
Height="199px" Width="359px" BackColor="Gray" Palette="EarthTones"
style="margin-left: 0px">
<series>
<asp:Series ChartArea="ChartArea1" Name="Series1"
XValueMember="Id_CO"
YValueMembers="Valor" ChartType="Spline">
</asp:Series>
</series>
<chartareas>
<asp:ChartArea Name="ChartArea1" BackColor="255, 255, 192">
<AxisY Title="ug/m3">
</AxisY>

```

```

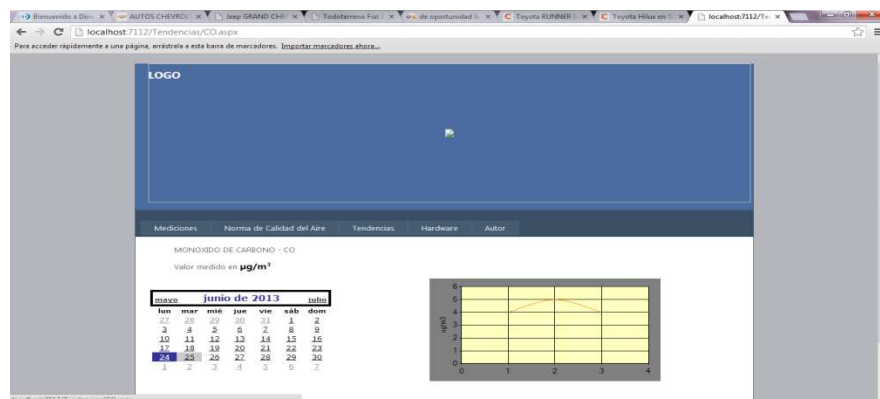
        </asp:ChartArea>
    </chartareas>
</asp:Chart>
    </td>
</tr>
<tr>
    <td colspan="2">
        </td>
    </tr>
</table>

<p>
    <asp:SqlDataSource ID="SqlDataSource2" runat="server"
        ConnectionString="<%"$ ConnectionStrings:GASESConnectionString %>"

        SelectCommand="SELECT [Id_CO], [Valor], [Fecha] FROM [Monox_Carbono]
WHERE ([Fecha] = @Fecha)">
    <SelectParameters>
        <asp:ControlParameter ControlID="Calendar1" DbType="Date"
Name="Fecha"
        PropertyName="SelectedDate" />
    </SelectParameters>
</asp:SqlDataSource>
</p>

</asp:Content>

```



Dióxido de Carbono CO2

```

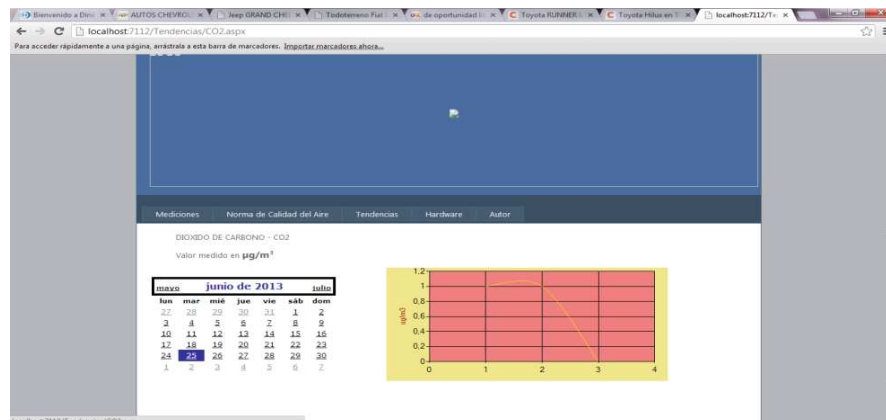
<%@ Page Title="" Language="vb" AutoEventWireup="false"
MasterPageFile="~/Site.Master" CodeBehind="CO2.aspx.vb"
Inherits="WebApplication1.Formulario_web18" %>
<asp:Content ID="Content1" ContentPlaceHolderID="HeadContent" runat="server">
</asp:Content>
<asp:Content ID="Content2" ContentPlaceHolderID="MainContent" runat="server">
    <p>
        DIOXIDO DE CARBONO - CO2</p>
    <p>
        Valor medido en <b style="">
            <span style="font-size:12.0pt;line-height:115%;font-family:"
color:black"> $\mu\text{g}/\text{m}^3$ </span></b></p>
        <asp:Calendar ID="Calendar1" runat="server" BackColor="White"
            BorderColor="White" BorderWidth="1px" Font-Names="Verdana" Font-
Size="9pt"
            <TodayDayStyle BackColor="#CCCCCC" />

```

```

</asp:Calendar>
</td>
<td>
<asp:Chart ID="Chart1" runat="server"
DataSourceID="SqlDataSource1"
Height="207px" Palette="Bright" Width="433px">
<Series>
<asp:Series ChartType="Spline" Name="Series1"
XValueMember="Id_CO2"
YValueMembers="Valor">
</asp:Series>
</Series>
<ChartAreas>
<asp:ChartArea BackColor="Thistle"
BackImageTransparentColor="Khaki"
Name="ChartArea1">
<AxisY Title="ug/m3" TitleForeColor="DarkRed">
</AxisY>
</asp:ChartArea>
</ChartAreas>
</asp:Chart>
</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">
</td>
</tr>
</table>
<p>
<asp:SqlDataSource ID="SqlDataSource1" runat="server"
ConnectionString="<%"$ ConnectionStrings:GASESConnectionString %">
SelectCommand="SELECT [Id_CO2], [Valor], [Fecha] FROM [Diox_Carbono]
WHERE ([Fecha] = @Fecha)">
<SelectParameters>
<asp:ControlParameter ControlID="Calendar1" DbType="Date"
Name="Fecha"
PropertyName="SelectedDate" />
</SelectParameters>
</asp:SqlDataSource>
</p>
</asp:Content>

```



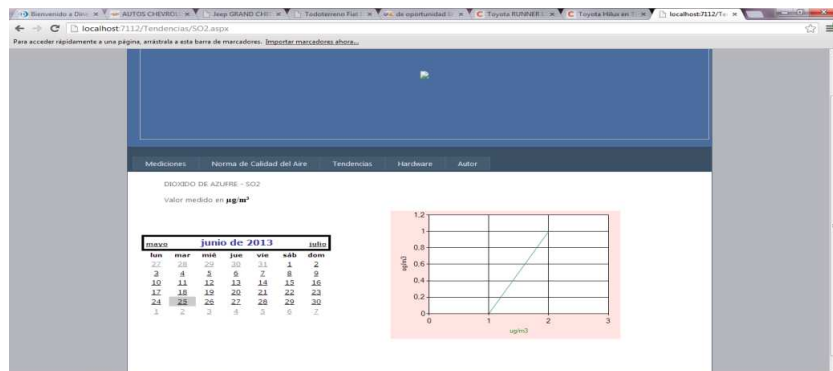
Dióxido de Azufre SO2

```

<%@ Page Title="" Language="vb" AutoEventWireup="false"
MasterPageFile=~\Site.Master" CodeBehind="SO2.aspx.vb"
Inherits="WebApplication1.Formulario_web19" %>
<asp:Content ID="Content1" ContentPlaceHolderID="HeadContent" runat="server">
</asp:Content>
<asp:Content ID="Content2" ContentPlaceHolderID="MainContent" runat="server">
<p>
DIOXIDO DE AZUFRE - SO2</p>
<p>
Valor medido en <b style="mso-bidi-font-weight:normal">

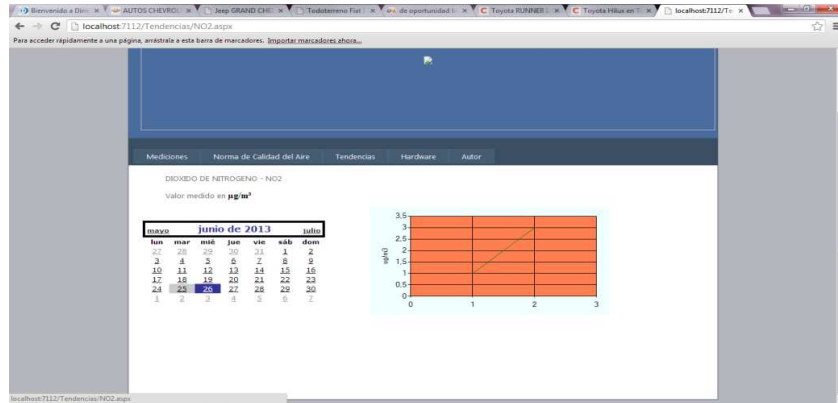
<asp:Calendar ID="Calendar1" runat="server" BackColor="White"
BorderColor="White" BorderWidth="1px" Font-Names="Verdana" Font-Size="9pt"
ForeColor="Black" Height="169px" NextPrevFormat="FullMonth" Width="311px">
<TodayDayStyle BackColor="#CCCCCC" />
</asp:Calendar>
</td>
<td>
<asp:Chart ID="Chart1" runat="server" DataSourceID="SqlDataSource1"
Height="266px" Width="378px" BackColor="MistyRose"
Palette="SeaGreen">
<Series>
<asp:Series Name="Series1" XValueMember="Id_SO2"
YValueMembers="Valor"
ChartType="Spline">
</asp:Series>
</Series>
<ChartAreas>
<asp:ChartArea Name="ChartArea1" BorderColor="Silver">
<AxisX Title="ug/m3" TitleForeColor="ForestGreen">
</AxisX>
</asp:ChartArea>
</ChartAreas>
</asp:Chart>
</td>
</tr>
</table>
<p>
<asp:SqlDataSource ID="SqlDataSource1" runat="server"
ConnectionString="<%"$ ConnectionStrings:GASESConnectionString %">
SelectCommand="SELECT [Id_SO2], [Valor], [Fecha] FROM [Diox_Azufre]">
</asp:SqlDataSource>
</p>
</asp:Content>

```



Dióxido de Nitrógeno NO2

```
<%@ Page Title="" Language="vb" AutoEventWireup="false"
MasterPageFile=~\Site.Master CodeBehind="N02.aspx.vb"
Inherits="WebApplication1.Formulario_web110" %>
<asp:Content ID="Content1" ContentPlaceHolderID="HeadContent" runat="server">
</asp:Content>
<asp:Content ID="Content2" ContentPlaceHolderID="MainContent" runat="server">
<p>
DIOXIDO DE NITROGENO - NO2</p>
<p>
Valor medido en <b style="">
<span style="font-size:12.0pt;line-height:115%;font-
family:&quot;Times >µg/m³</span></b></p>
<table class="style2">
<tr>
<td class="style3">
<asp:Calendar ID="Calendar1" runat="server" BackColor="White"
BorderColor="White" BorderWidth="1px" Font-Names="Verdana" Font-
Size="9pt"
ForeColor="Black" Height="90px" NextPrevFormat="FullMonth"
Width="297px">
<TodayDayStyle BackColor="#CCCCCC" />
</asp:Calendar>
</td>
<td>
<asp:Chart ID="Chart1" runat="server" DataSourceID="SqlDataSource1"
Height="205px" Width="388px" BackColor="Azure"
BackImageTransparentColor="128, 64, 64"
BackSecondaryColor="White"
Palette="Bright">
<Series>
<asp:Series Name="Series1" XValueMember="Id_NO2"
YValueMembers="Valor"
ChartType="Spline">
</asp:Series>
</Series>
<ChartAreas>
<asp:ChartArea Name="ChartArea1" BackColor="Coral">
</asp:ChartArea>
</ChartAreas>
</asp:Chart>
</td>
</tr>
</table>
<p>
<asp:SqlDataSource ID="SqlDataSource1" runat="server"
ConnectionString="<%$ ConnectionStrings:GASESConnectionString %>"
SelectCommand="SELECT [Id_NO2], [Valor], [Fecha] FROM
[Diox_Nitrogeno] WHERE ([Fecha] = @Fecha)">
<SelectParameters>
<asp:ControlParameter ControlID="Calendar1" DbType="Date"
Name="Fecha"
PropertyName="SelectedDate" />
</SelectParameters>
</asp:SqlDataSource>
</p>
</asp:Content>
```



Ozono 03

```

<%@ Page Title="" Language="vb" AutoEventWireup="false"
MasterPageFile="~/Site.Master" CodeBehind="03.aspx.vb"
Inherits="WebApplication1.Formulario_web111" %>
<asp:Content ID="Content1" ContentPlaceHolderID="HeadContent" runat="server">
</asp:Content>
<asp:Content ID="Content2" ContentPlaceHolderID="MainContent" runat="server">
<p>
OZONO - 03</p>
<p>
Valor medido en <b style="">
<span style="font-size:12.0pt;line-height:115%;font-family">µg/m³</span></b></p>
<table class="style2">
<asp:Calendar ID="Calendar1" runat="server" BackColor="White"
BorderColor="White" BorderWidth="1px" Font-Names="Verdana" Font-
Size="9pt"
ForeColor="Black" Height="132px" NextPrevFormat="FullMonth"
Width="299px">
<TodayDayStyle BackColor="#CCCCCC" />
</asp:Calendar>
</td>
<td>
<asp:Chart ID="Chart1" runat="server" DataSourceID="SqlDataSource1"
Height="203px" Width="408px" BackColor="DarkKhaki"
BackImageTransparentColor="255, 255, 192" Palette="Bright">
<Series>
<asp:Series Name="Series1" XValueMember="Id_03"
YValueMembers="Valor"
ChartType="Spline">
</asp:Series>
</Series>
<ChartAreas>
<asp:ChartArea Name="ChartArea1" BackColor="255, 224, 192"
BorderColor="White">
<AxisY Title="ug/m3">
</AxisY>
</asp:ChartArea>
</ChartAreas>
</asp:Chart>
</td>

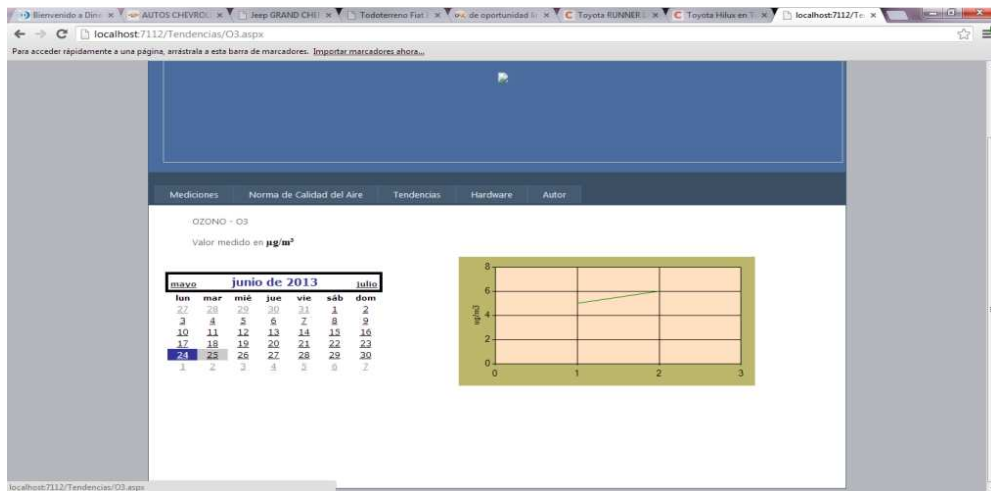
```

```

    </tr>
</table>
<p>
    <asp:SqlDataSource ID="SqlDataSource1" runat="server"
        ConnectionString="<%$ ConnectionStrings:GASESConnectionString %>"

        SelectCommand="SELECT [Id_O3], [Valor], [Fecha] FROM [Ozono] WHERE
([Fecha] = @Fecha)">
        <SelectParameters>
            <asp:ControlParameter      ControlID="Calendar1"      DbType="Date"
Name="Fecha"
                PropertyName="SelectedDate" />
        </SelectParameters>
    </asp:SqlDataSource>
</p>
</asp:Content>

```



Temperatura

```

<%@      Page      Title=""      Language="vb"      AutoEventWireup="false"
MasterPageFile="~/Site.Master"      CodeBehind="TEMP.aspx.vb"
Inherits="WebApplication1.Formulario_web112" %>
<asp:Content ID="Content1" ContentPlaceHolderID="HeadContent" runat="server">
</asp:Content>
<asp:Content ID="Content2" ContentPlaceHolderID="MainContent" runat="server">
    <p>
        TEMPERATURA</p>
    <p class="MsoNormal">
        Valor medido en<b style="mso-bidi-font-weight:normal">
        <span style="font-size:12.0pt;mso-ascii-font-family:Calibri;mso-hansi-
(Grados Centígrados)</o:p></span></b></p>
    <o:p></o:p>
    <table class="style2">
        <tr>
            <td class="style3">
                <asp:Calendar ID="Calendar1" runat="server" BackColor="White"
                <TodayDayStyle BackColor="#CCCCCC" />
            </asp:Calendar>
            </td>
            <td>

```

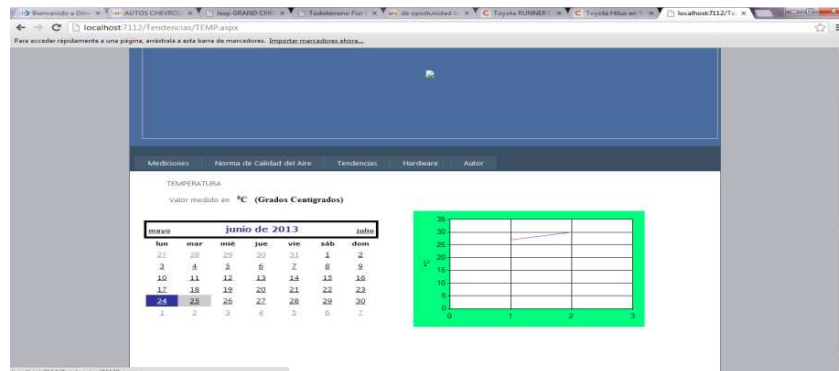
```

<asp:Chart ID="Chart1" runat="server" DataSourceID="SqlDataSource1"
    Height="240px" Width="376px" BackColor="SpringGreen" Palette="Berry">
    <Series>
        <asp:Series Name="Series1" XValueMember="Id_T"
YValueMembers="Valor"
            ChartType="Spline">
        </asp:Series>
    </Series>
    <ChartAreas>
        <asp:ChartArea Name="ChartArea1" BorderColor="Transparent">
            <AxisY LineColor="Transparent" Title=" °C">
            </AxisY>
        </asp:ChartArea>
    </ChartAreas>
</asp:Chart>
</td>
</tr>
</table>
<p>

<asp:SqlDataSource ID="SqlDataSource1" runat="server"
    ConnectionString="<%"$ ConnectionStrings:GASESConnectionString %">

    SelectCommand="SELECT [Id_T], [Valor], [Fecha] FROM [Temperatura]
WHERE ([Fecha] = @Fecha)">
    <SelectParameters>
        <asp:ControlParameter ControlID="Calendar1" DbType="Date"
Name="Fecha"
            PropertyName="SelectedDate" />
    </SelectParameters>
</asp:SqlDataSource>
</p>
</asp:Content>

```



Humedad

```

<%@ Page Title="" Language="vb" AutoEventWireup="false"
MasterPageFile="~/Site.Master" CodeBehind="HUM.aspx.vb"
Inherits="WebApplication1.Formulario_web113" %>
<asp:Content ID="Content1" ContentPlaceHolderID="HeadContent" runat="server">
</asp:Content>
<asp:Content ID="Content2" ContentPlaceHolderID="MainContent" runat="server">
<p>
    HUMEDAD</p>
<p>

```

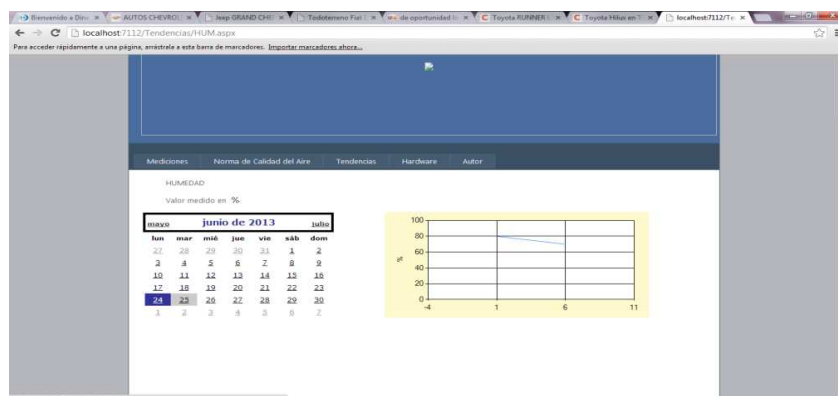
```

Valor medido en <b >
<span style="font-size:12.0pt;font-family:&quot;color:black;
%</span></b></p>

<table class="style2">
<tr>
<td class="style3">
<asp:Calendar ID="Calendar1" runat="server" BackColor="White"
BorderColor="White" BorderWidth="1px" Font-Names="Verdana" Font-Size="9pt"
<TodayDayStyle BackColor="#CCCCCC" /> </asp:Calendar>
</td>
<td>
<asp:Chart ID="Chart1" runat="server" BackColor="LemonChiffon"
BackImageTransparentColor="Teal" BackSecondaryColor="192, 255, 192"
DataSourceID="SqlDataSource1" Height="205px" Width="430px">
<Series>
<asp:Series ChartType="Spline" Name="Series1" XValueMember="Id_H"
YValueMembers="Valor">
</asp:Series>
</Series>
<ChartAreas>
<asp:ChartArea BackImageTransparentColor="LightSkyBlue" BorderColor="DarkRed"
Name="ChartArea1">
<AxisY IntervalType="Number" Title="">
</AxisY>
</asp:ChartArea>
</ChartAreas>
</asp:Chart>
</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2"> </td>
</tr>
</table>
<p>
<asp:SqlDataSource ID="SqlDataSource1" runat="server"
ConnectionString="<%$ ConnectionStrings:GASESConnectionString %>"

SelectCommand="SELECT [Valor], [Fecha], [Id_H], [Hora] FROM
[Humedad] WHERE ([Fecha] = @Fecha)">
<SelectParameters>
<asp:ControlParameter ControlID="Calendar1" DbType="Date"
Name="Fecha"
PropertyName="SelectedDate" />
</SelectParameters>
</asp:SqlDataSource>
</p>
</asp:Content>

```



Anexo XVIII. SQL-Query para creación de base de datos “GASES”

```
use gases
go

create table Monox_Carbono
(
  Id_CO int identity,
  Valor float not null,
  Fecha datetime not null default(Getdate()),
  Hora time(0) not null default(Getdate())
)

create table Diox_Carbono
(
  Id_CO2 int identity,
  Valor float not null,
  Fecha date not null default(Getdate()),
  Hora time(0) not null default(Getdate())
)

create table Diox_Azufre
(
  Id_SO2 int identity,
  Valor float not null,
  Fecha date not null default(Getdate()),
  Hora time(0) not null default(Getdate())
)

create table Diox_Nitrogeno
(
  Id_NO2 int identity,
  Valor float not null,
  Fecha date not null default(Getdate()),
  Hora time(0) not null default(Getdate())
)

create table Ozono
(
  Id_O3 int identity,
  Valor float not null,
  Fecha date not null default(Getdate()),
  Hora time(0) not null default(Getdate())
)

create table Temperatura
(
  Id_T int identity,
  Valor float not null,
  Fecha date not null default(Getdate()),
  Hora time(0) not null default(Getdate())
)

create table Humedad
(
  Id_H int identity,
  Valor float not null,
  Fecha date not null default(Getdate()),
  Hora time(0) not null default(Getdate())
)
```

```
create table temporal
(
  CO float not null,
  CO2 float not null,
  SO2 float not null,
  NO2 float not null,
  O3 float not null,
  T float not null,
  H float not null,
)
```

Anexo XIX. Codificación de Triggers para tabla temporal

o Tabla de Temperatura

```
USE [GASES]
GO
/***** Object: Trigger [dbo].[ActualizaTemperatura] Script
Date: 05/20/2013 06:24:52 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO

CREATE TRIGGER[dbo].[ActualizaTemperatura]on[dbo].[Temperatura]
AFTER INSERT
AS
BEGIN
Update temporal SET Temperatura=(select inserted.Valor from inserted);
END
```

o Tabla de Humedad

```
USE [GASES]
GO
/***** Object: Trigger [dbo].[ActualizaHumedad] Script
Date: 05/20/2013 06:25:34 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO

CREATE TRIGGER[dbo].[ActualizaHumedad]on[dbo].[Humedad]
AFTER INSERT
AS
BEGIN
Update temporal SET Humedad =(select inserted.Valor from inserted);
END
```

o Tabla de Monóxido de Carbono

```
USE [GASES]
GO
/***** Object: Trigger [dbo].[ActualizaMonoxido] Script
Date: 05/20/2013 06:22:23 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO

CREATE TRIGGER [dbo].[ActualizaMonoxido]on[dbo].[Monox_Carbono]
AFTER INSERT
AS
BEGIN
Update temporal SET Monoxido_Carbono =(select inserted.Valor from
inserted);
END
```

- o Tabla de Dióxido de Carbono

```
USE [GASES]
GO
/***** Object: Trigger [dbo].[ActualizaDioxidoCarbono] Script
Date: 05/20/2013 06:20:43 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO

CREATE TRIGGER[dbo].[ActualizaDioxidoCarbono]on[dbo].[Diox_Carbono]
AFTER INSERT
AS
BEGIN
Update temporal SET Dioxido_Carbono =(select inserted.Valor from
inserted);
END
```

- o Tabla de Dióxido de Azufre

```
USE [GASES]
GO
/***** Object: Trigger [dbo].[ActualizaAzufre] Script
Date: 05/20/2013 06:19:22 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
CREATE TRIGGER[dbo].[ActualizaAzufre]on[dbo].[Diox_Azufre]
AFTER INSERT
AS
BEGIN
Update temporal SET Dioxido_Azufre =(select inserted.Valor from
inserted);
END
```

- o Tabla de Dióxido de Nitrógeno

```
USE [GASES]
GO
/***** Object: Trigger [dbo].[ActualizaNitrogeno] Script
Date: 05/20/2013 06:21:41 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO

CREATE TRIGGER[dbo].[ActualizaNitrogeno]on[dbo].[Diox_Nitrogeno]
AFTER INSERT
AS
BEGIN
Update temporal SET Dioxido_Nitrogeno =(select inserted.Valor from
inserted);
END
```

- Tabla de Ozono

```
USE [GASES]
GO
/***** Object: Trigger [dbo].[ActualizaOzono] Script
Date: 05/20/2013 06:23:41 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO

CREATE TRIGGER[dbo].[ActualizaOzono]on[dbo].[Ozono]
AFTER INSERT
AS
BEGIN
Update temporal SET Ozono =(select inserted.Valor from inserted);
END
```

Anexo XX. Codificación para Comunicación con LCD-Display 16x2

- Presentar en LCD Temperatura y Humedad

```
for (int i = 0; i <= 600; i++)
{
// Set el cursor to column 0, line 1
  lcd.print ("T :");          // Imprime mensajead LCD.
  lcd.setCursor (0, 1);      // presenta Columna 1 Fila 2
  lcd.print ("H :");        // Imprime mensaje al LCD.
  lcd.setCursor (3, 0);      // presenta Columna 4 Fila 1

  //print the number of seconds since reset:
  lcd.print((float) DHT11.temperature, 1);
  lcd.setCursor (8, 0);      // presenta Columna 9 Fila 1
  lcd.print ("C");
  lcd.setCursor (3, 1);      // presenta Columna 4 Fila 2

  //print the number of seconds since reset:
  lcd.print((float)DHT11.humidity, 1);
  lcd.setCursor (8, 1);      // presenta Columna 9 Fila 2
  lcd.print ("%");
  lcd.setCursor (10, 1);     // presenta Columna 11 Fila 2
  lcd.print ("      ");
}
  lcd.clear();              //Limpia LCD
```

- Presentar en LCD de MG811

```
for (int i = 0; i <= 600; i++)
{
//set the cursor to column 0, line 1
  lcd.print("MG811:");       // Imprime mensaje al LCD.
  lcd.setCursor(7, 0);       // presenta Columna 8 Fila 1
  lcd.print("V:");          // Imprime mensaje al LCD.
  lcd.setCursor(9, 0);       // presenta Columna 10 Fila 1
  //print the number of seconds since reset:
  lcd.print(mg811, 1);
  lcd.setCursor(0, 1);       // presenta Columna 1 Fila 2
  lcd.print("CO2:");
  lcd.setCursor(5, 1);       // presenta Columna 6 Fila 2
  lcd.print(sensorGasCO2);
}
  lcd.setCursor(13, 1);      // presenta Columna 6 Fila 0
  lcd.print("ppm");
}
  lcd.clear();              //Limpia LCD
```

- Presentar en LCD de MQ7

```
for (int i = 0; i <= 600; i++)
{
//set the cursor to column 0, line 1
  lcd.print("CO:");         // Imprime mensaje al LCD.
  lcd.setCursor(12, 0);     // presenta Columna 13 Fila 1
  lcd.print("ppm");        // Imprime mensaje al LCD.
  lcd.setCursor(8, 0);      // presenta Columna 9 Fila 1
```

```

        //print the number of seconds since reset:
        lcd.print(sensorGasCO);
        lcd.setCursor(0, 1);          // presenta Columna 1 Fila 2
    }
    lcd.clear ();                    //Limpia LCD
}

```

- Presentar en LCD de MQ136

```

for (int i = 0; i <= 600; i++)
{
    //set the cursor to column 0, line 1
    lcd.print ("SO2:");              // Imprime mensaje al LCD.
    lcd.setCursor (12, 0);           // presenta Columna 13 Fila 1
    lcd.print ("ppm");              // Imprime mensaje al LCD.
    lcd.setCursor (8, 0);            // presenta Columna 9 Fila 1

    //print the number of seconds since reset:
    lcd.print (sensorGasSO2);
    lcd.setCursor (0, 1);           // presenta Columna 1 Fila 2
}
    lcd.clear ();                    //Limpia LCD
}

```

- Presentar en LCD de MQ131

```

for (int i = 0; i <= 600; i++)
{
    //set the cursor to column 0, line 1
    lcd.print("NO2:");              // Imprime mensaje al LCD.
    lcd.setCursor (7, 0);           // presenta Columna 8 Fila 1
    lcd.print("ppm:");              // Imprime mensaje al LCD.
    lcd.setCursor (9, 0);           // presenta Columna 10 Fila 1
    // print the number of seconds since reset:
    lcd.print (sensorGasNO2);
    lcd.setCursor (0, 1);           // presenta Columna 1 Fila 2
    lcd.print ("O3:");
    lcd.setCursor (5, 1);           // presenta Columna 6 Fila 2
    lcd.print (sensorGasO3);
}
    lcd.setCursor (13, 1);          // presenta Columna 6 Fila 0
    lcd.print ("ppm");
}
    lcd.clear ();                    //Limpia LCD

```



MANUAL DE INSTALACIÓN DE SOFTWARE

*SISTEMA DE MONITOREO DE GASES
CONTAMINANTES “OMONSYS”*

AUTOR:
OSCAR ROBERTO CEVALLOS NOBOA

Tabla de contenido

<u>1.</u>	<i>INSTALACIÓN DE SOFTWARE PARA PÁGINA WEB</i>	181
1.1.	Visual Studio 2010 Ultimate.....	181
1.2.	Configuración de IIS (Internet Information Services) de Windows.....	182
2.	<i>INSTALACIÓN DE SOFTWARE PARA BASE DE DATOS</i>	183
2.1.	SQL-Server 2008 R2	183
3.	<i>INSTALACIÓN DE SOFTWARE DE ARDUINO</i>	185
3.1.	Software para tarjeta Arduino	185
3.2.	Instalación de drivers	186
3.3.	Ejecución de Entorno de Desarrollo Integrado de Arduino	188
3.4.	Instalación de Arduino para Visual Studio	191
3.5.	Configuración de las herramientas de Arduino en Visual Studio 2010..	196

INSTALACIÓN DE SOFTWARE PARA PÁGINA WEB

Visual Studio 2010 Ultimate

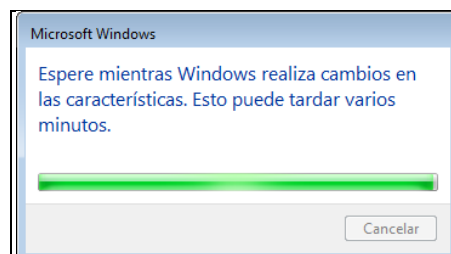
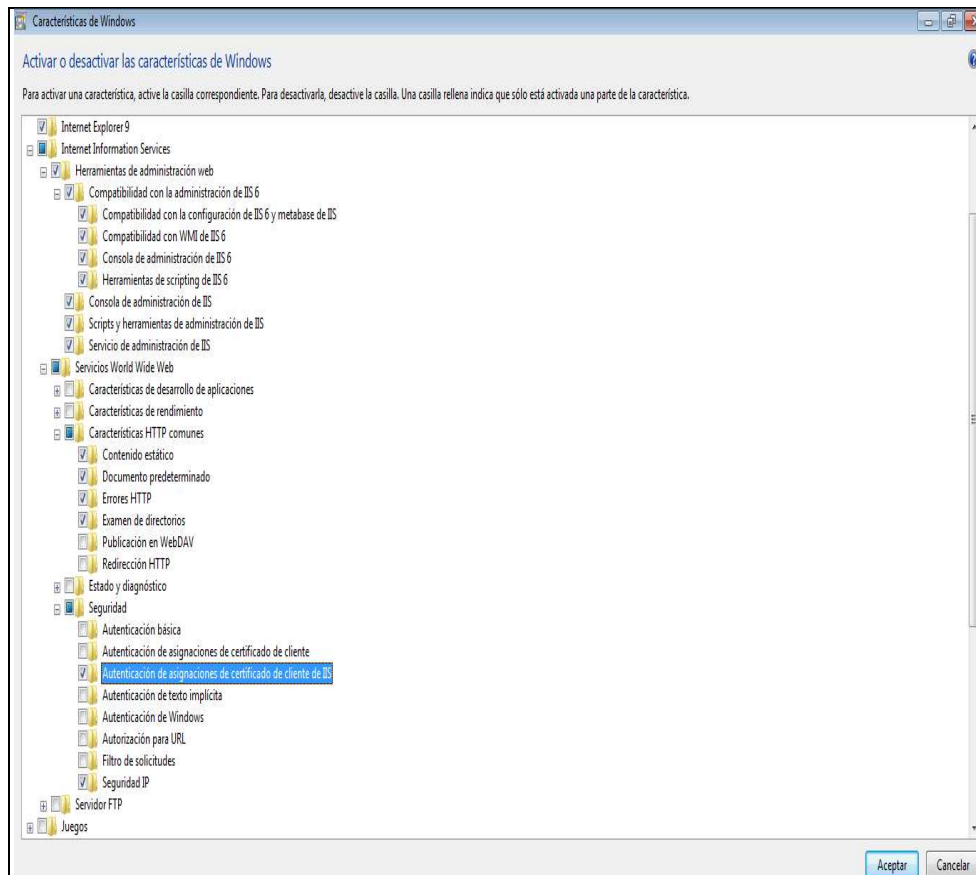
Es una arquitectura tecnológica desarrollada por Microsoft, utilizada para la creación de aplicaciones y sitios dinámicos para la web, entre sus características principales está la plataforma .NET Framework que proporciona la infraestructura y librerías para el entorno de ejecución, otra característica es que se pueden utilizar diferentes lenguajes de programación entre los más comunes están Visual Basic, C++, JavaScript.

Los valores de configuración del sitio Web están almacenados en un archivo XML denominado Web.config, este está ubicado en la carpeta raíz del sitio Web diseñado. La herramienta *Administración de sitios Web*, permite cambiar la configuración del sitio sin tener que editar manualmente el archivo Web.config. La primera vez que se utiliza la herramienta para cambiar un sitio Web específico, si no existe ningún archivo Web.config, la herramienta lo crea. De forma predeterminada, crea también una base de datos en la carpeta App_Data del sitio Web para almacenar datos de los servicios de la aplicación como son: la información de suscripción y de funciones. En la mayoría de las configuraciones, los cambios realizados en la herramienta Administración de sitios Web se aplican inmediatamente y se reflejan en el archivo Web.config.

Para el desarrollo del sitio web es necesario un editor de código, .NET Framework, un servidor web IIS y adicional a la programación se necesita para el almacenamiento de datos un motor de base de datos como SQL Server.

Configuración de IIS (Internet Information Services) de Windows

Dentro de las características de Windows se configura el Internet Information Services, como muestra la siguiente imagen.



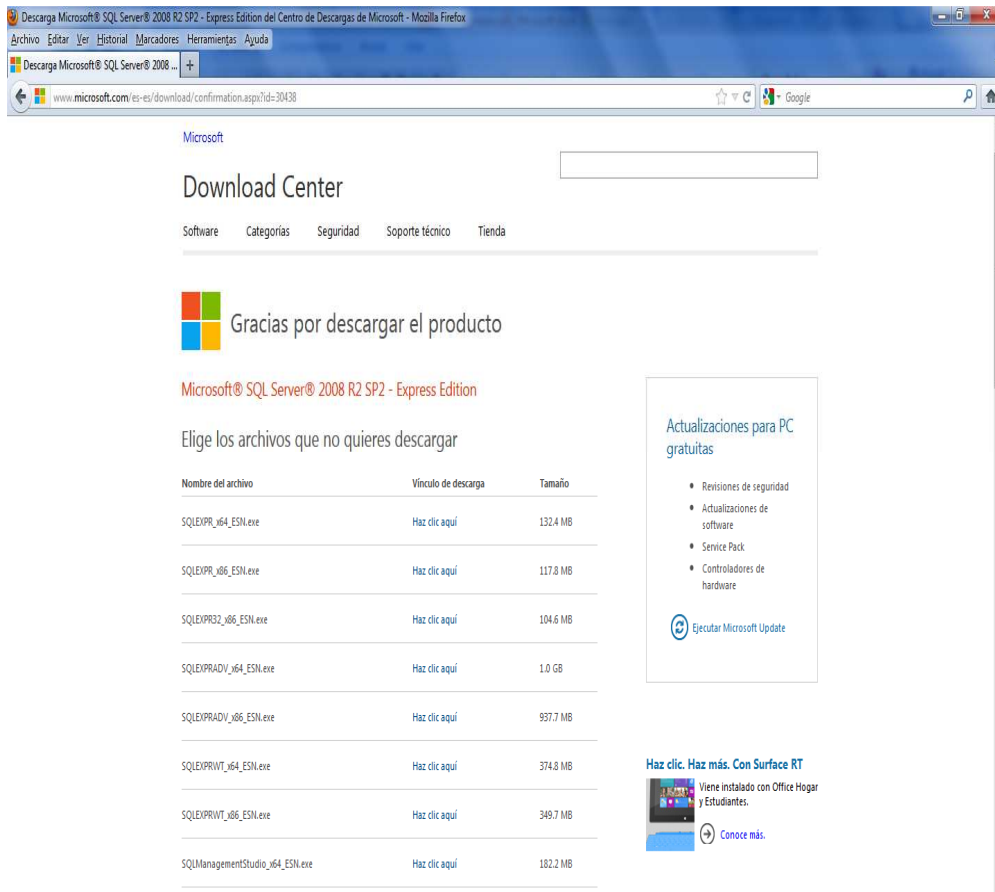
INSTALACIÓN DE SOFTWARE PARA BASE DE DATOS

SQL-Server 2008 R2

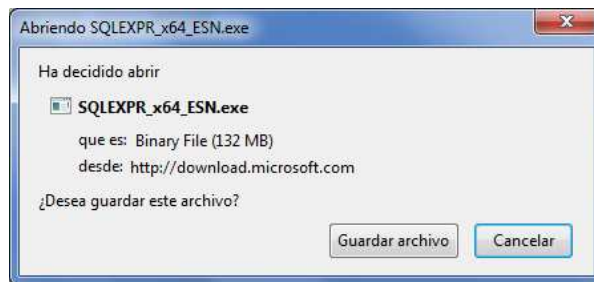
Es una versión gratuita de Microsoft, diseñada para la administración de datos locales y de aplicaciones web, entre sus características están: la protección de datos, basado en el modelo relacional, soporta transacciones y procedimientos almacenados, entorno grafico que permite el uso de comandos DDL y DML, permite trabajar en modo cliente-servidor.

Para instalar SQL-Server 2008 R2, se necesitan derechos de administrador en el equipo.

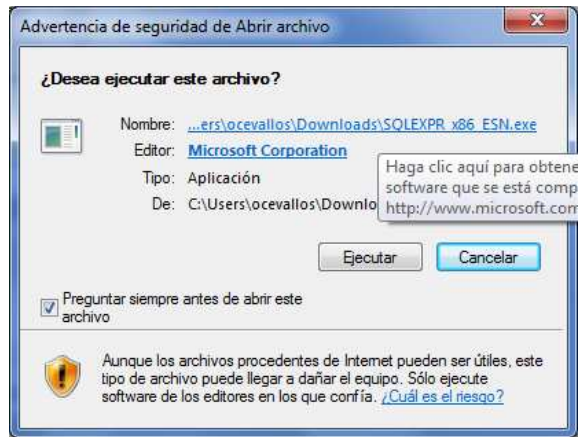
- 1) Tener instalado Microsoft .NET Framework 2.0 o posterior, este se instala con el Visual Studio 2010.
- 2) Descargar SQL Server Express, haciendo clic en el vinculo SQLEXPRESS.EXE en la página web de Microsoft.



- 3) Para iniciar la instalación de inmediato, se hace clic en guardar el archivo al disco duro, escogiendo el tipo de sistema operativo



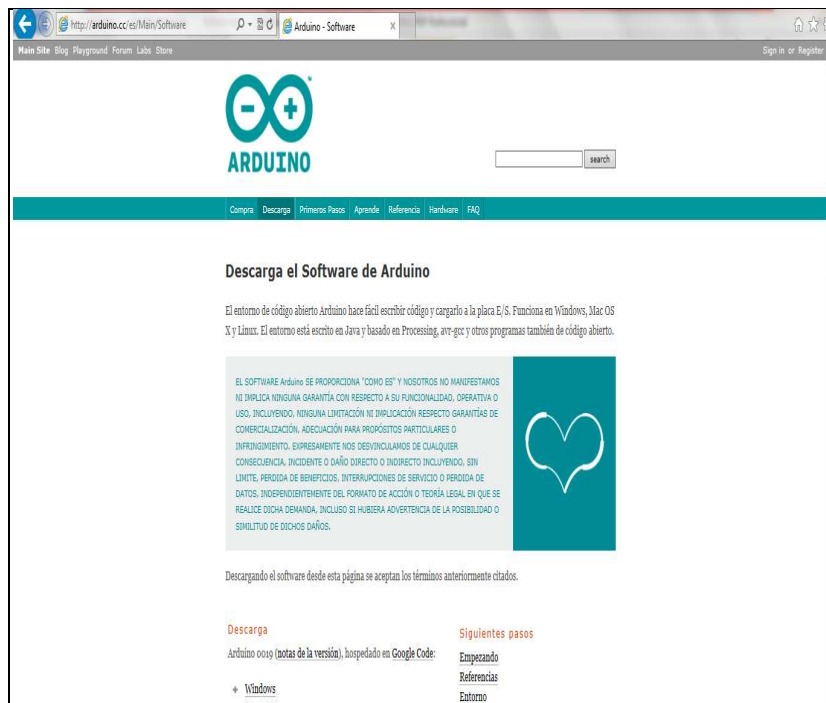
- 4) Se inicia el archivo ejecutable y se sigue las instrucciones de instalación que trae el archivo {*Leáme*}



INSTALACIÓN DE SOFTWARE DE ARDUINO

Software para tarjeta Arduino

El software de Arduino, se lo puede descargar directamente de la página web de Arduino desde el internet al computador. Por tratarse de software Open Source, no se necesita una licencia para la instalación.



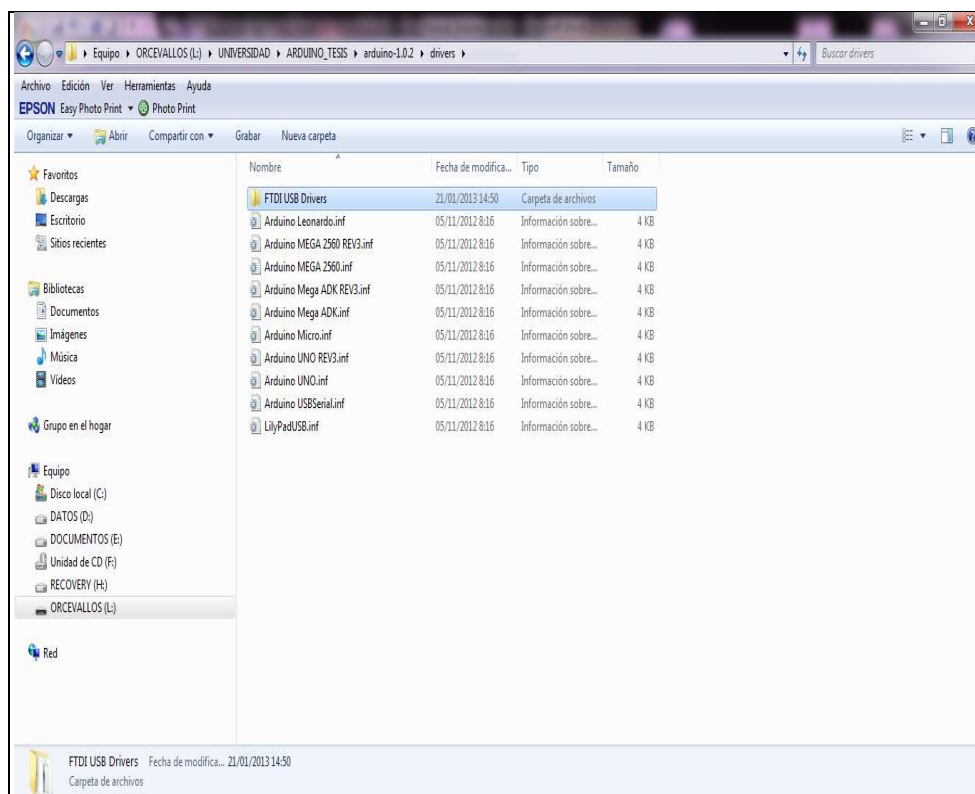
Fuente: <http://arduino.cc/es/Main/Software>

Las versiones de descarga, hay para Windows, Mac OS y Linux 32 bits. Se puede encontrar en el siguiente link: <http://arduino.cc/es/Main/Software>

Instalación de drivers

Para el reconocimiento de la placa Arduino en el computador, es necesario instalar los drivers al momento que el PC lo reconoce como nuevo dispositivo de hardware, estos

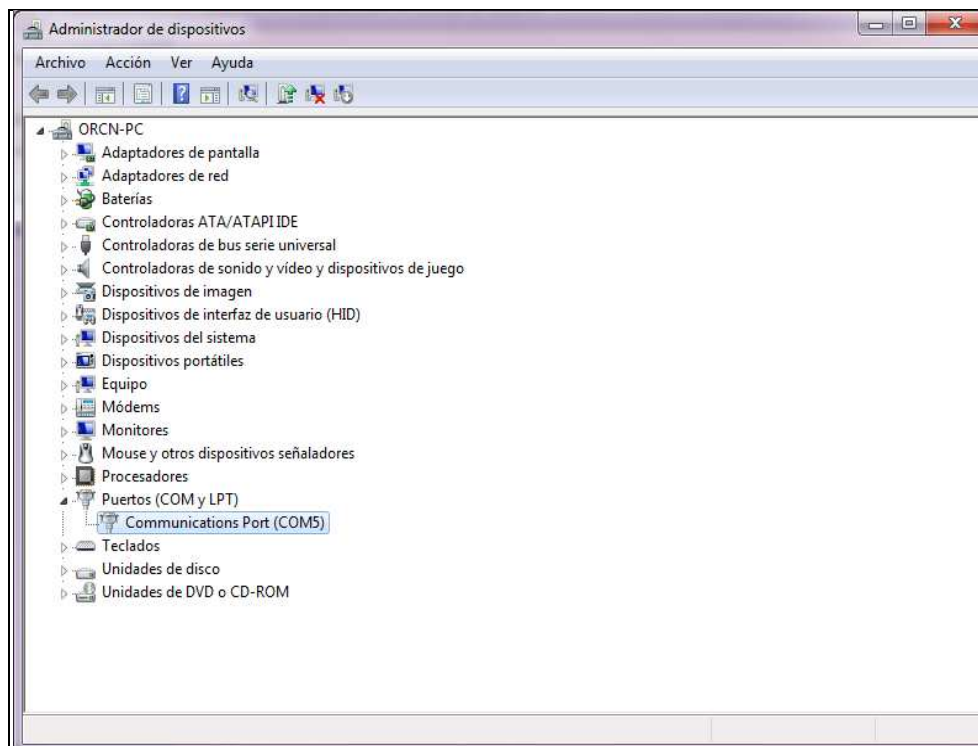
drivers se encuentran en la misma carpeta descomprimida dentro de drivers > FTDI USB Drivers.



Cuando reconoce la placa Arduino, aparece como "USB Serial Converter".

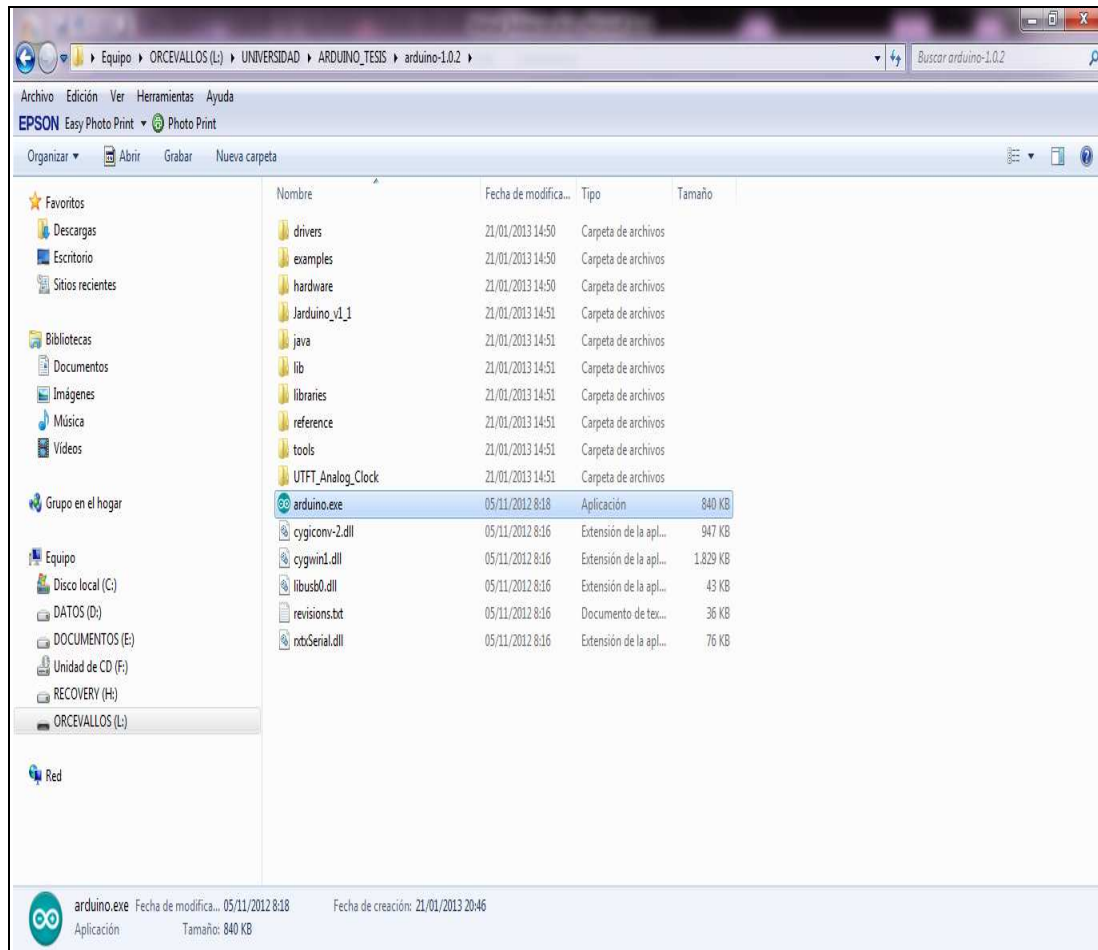


Luego de instalados los drivers se puede observar en *Administrador de Dispositivos*, el valor del puerto COM serial asignado a la placa Arduino UNO.



Ejecución de Entorno de Desarrollo Integrado de Arduino

Al momento de dar click en cualquiera de las opciones de sistema operativo, permite bajar el archivo comprimido en .zip hacia el disco duro, para luego ser descomprimido en una carpeta que es transportable.

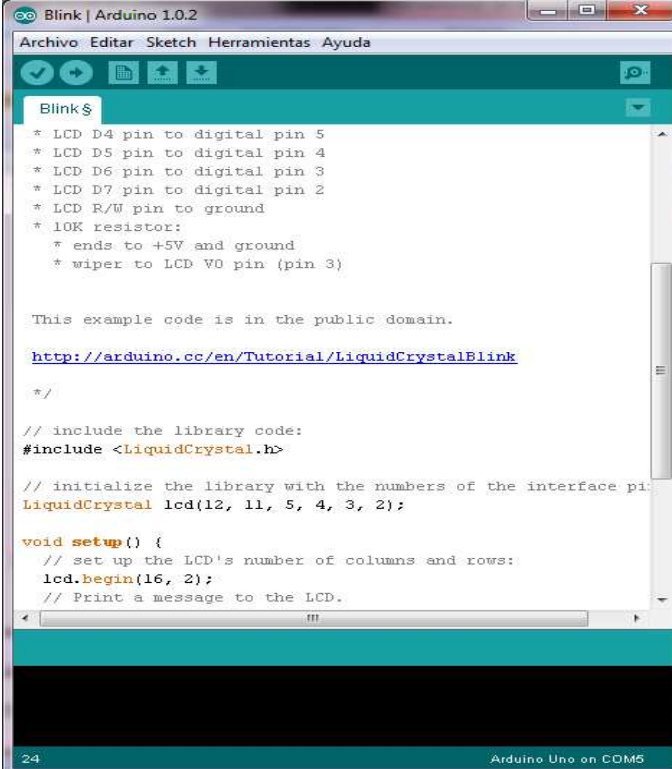


Dentro de la carpeta de Arduino se encuentra el archivo `arduino.exe`, el mismo que al momento de ejecutar se abre el *sketch* que es una parte del código fuente listo para abrir en el entorno de desarrollo integrado de Arduino, el cual permite grabar y compilar el programa a ejecutarse en el microcontrolador de la placa Arduino. Este programa permite la lectura de cada uno de los sensores, cálculos, habilitación de los puertos de entrada/salida de la placa Arduino, la comunicación con el computador y con el display

LCD 16x2, entre otros. Su extensión está en .ino y se compone de dos bloques principales para la compilación, estos son:

- a) *Setup()*, se representa con **void setup()** el cual se ejecuta una sola vez en el programa, aquí se escribe toda la configuración como escoger si un determinado pin de la placa Arduino actuara como entrada o salida, inicializar el puerto serie con su respectiva velocidad de comunicación.

- b) *Loop()*, se representa con **void loop ()** y como su nombre lo indica es un bucle que se ejecuta en forma ininterrumpida, permitiendo que el programa grabado en la placa Arduino responda a los diferentes eventos que se requiere del proyecto. Un ejemplo del Sketch se puede visualizar en la siguiente imagen.



```
Blink$
* LCD D4 pin to digital pin 5
* LCD D5 pin to digital pin 4
* LCD D6 pin to digital pin 3
* LCD D7 pin to digital pin 2
* LCD R/W pin to ground
* 10K resistor:
  * ends to +5V and ground
  * wiper to LCD V0 pin (pin 3)

This example code is in the public domain.

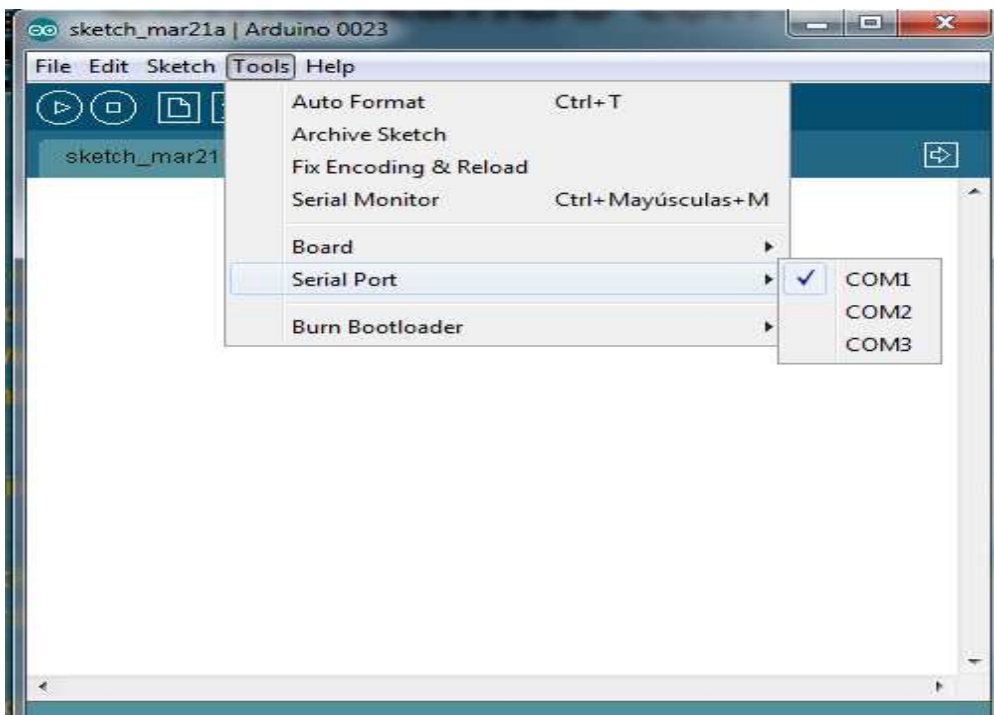
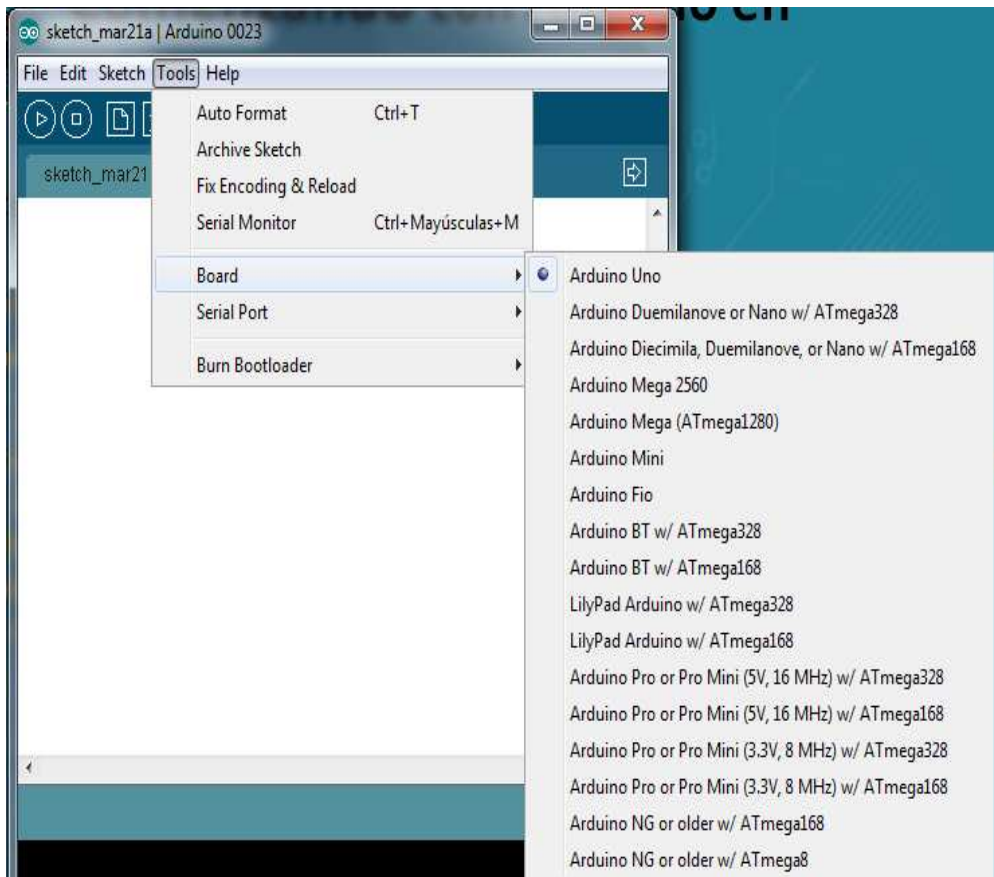
http://arduino.cc/en/Tutorial/LiquidCrystalBlink
*/

// include the library code:
#include <LiquidCrystal.h>

// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

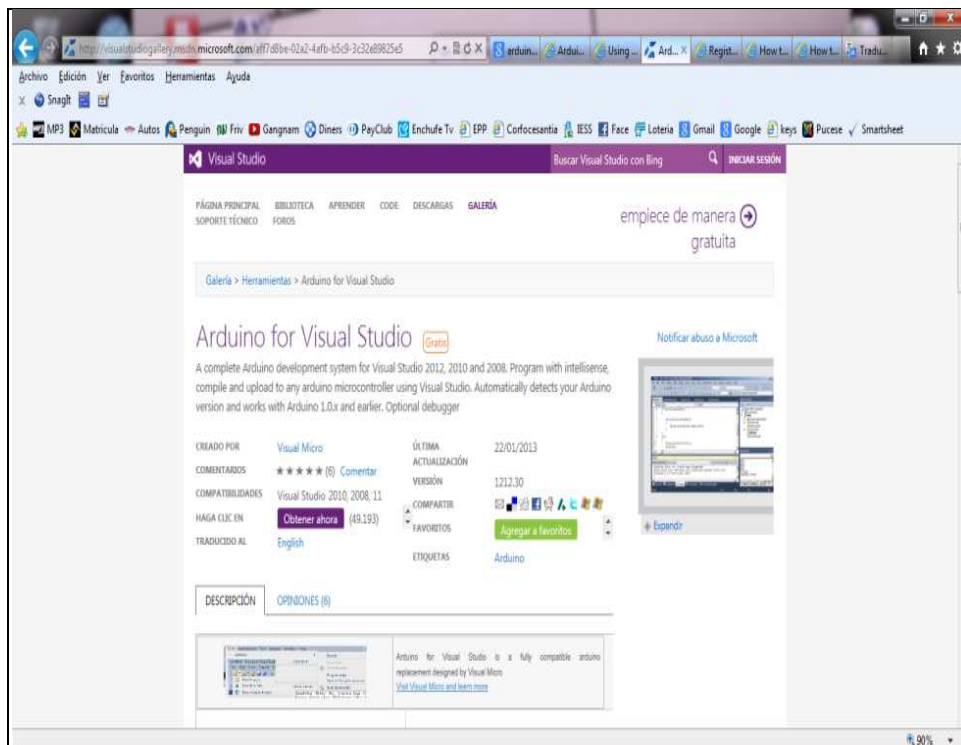
void setup() {
  // set up the LCD's number of columns and rows:
  lcd.begin(16, 2);
  // Print a message to the LCD.
}
```

Para permitir la comunicación con la placa Arduino es necesario escoger el modelo de la placa y el valor del puerto USB serial que el PC le asigna a la placa al momento de instalar los drivers.

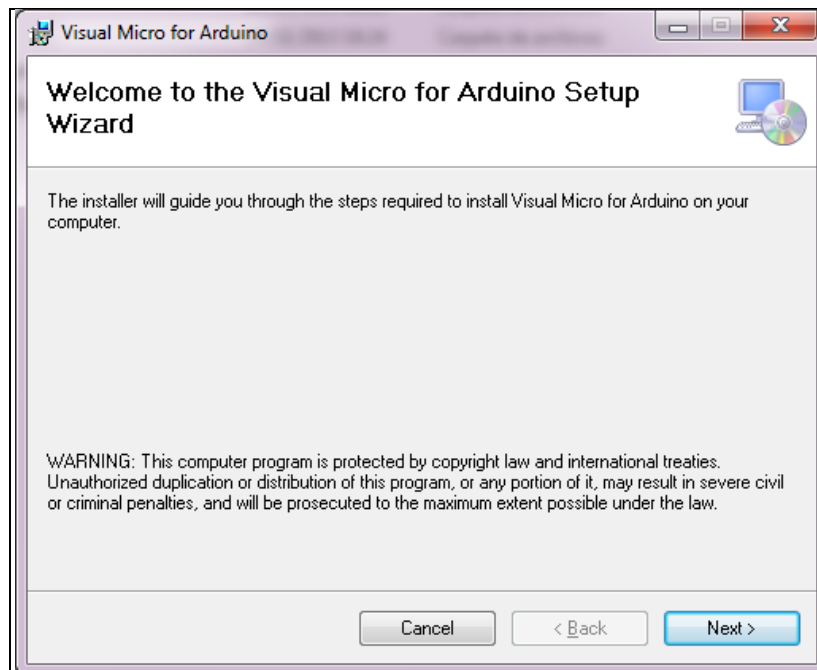


Instalación de Arduino para Visual Studio

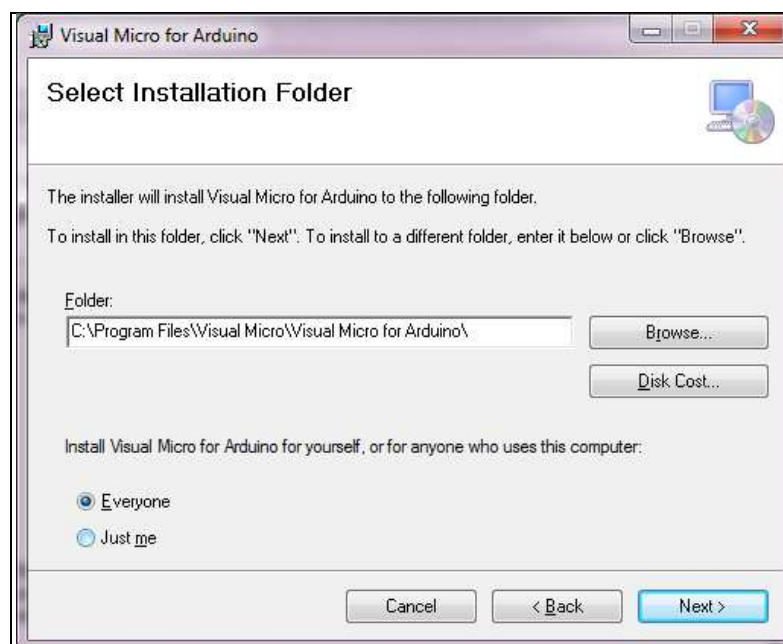
Para una mejor facilidad de programación de la placa Arduino con el software de configuración de la página web del Sistema de Monitoreo de Gases Contaminantes “OMONSYSS”, se puede descargar gratuitamente el programa **Arduino para Visual Studio**, software que se encuentra en la página de Microsoft.



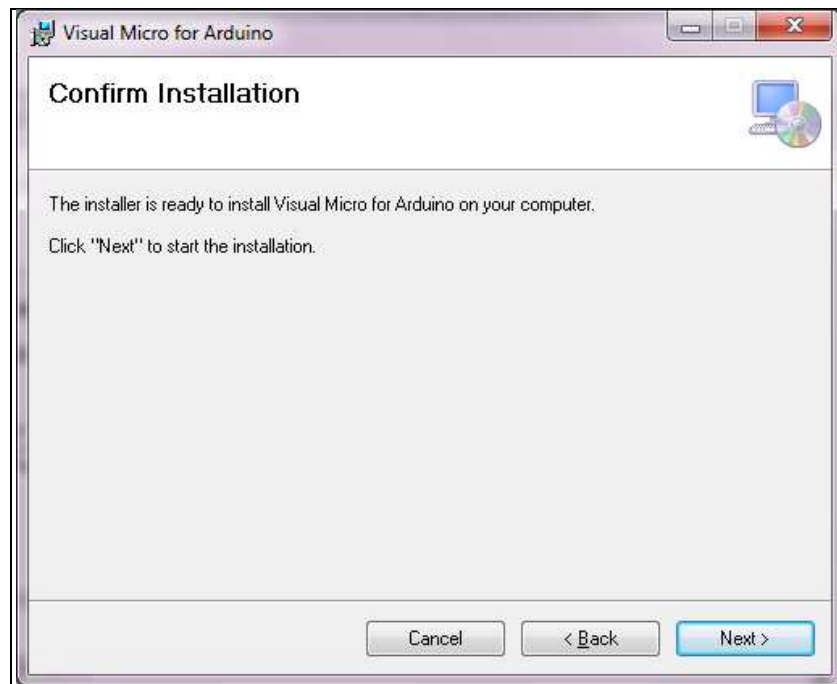
Descargada la aplicación, se instala desde el archivo ejecutable (.exe), aquí se abre la siguiente ventana, en donde se da click en *Siguiente*.



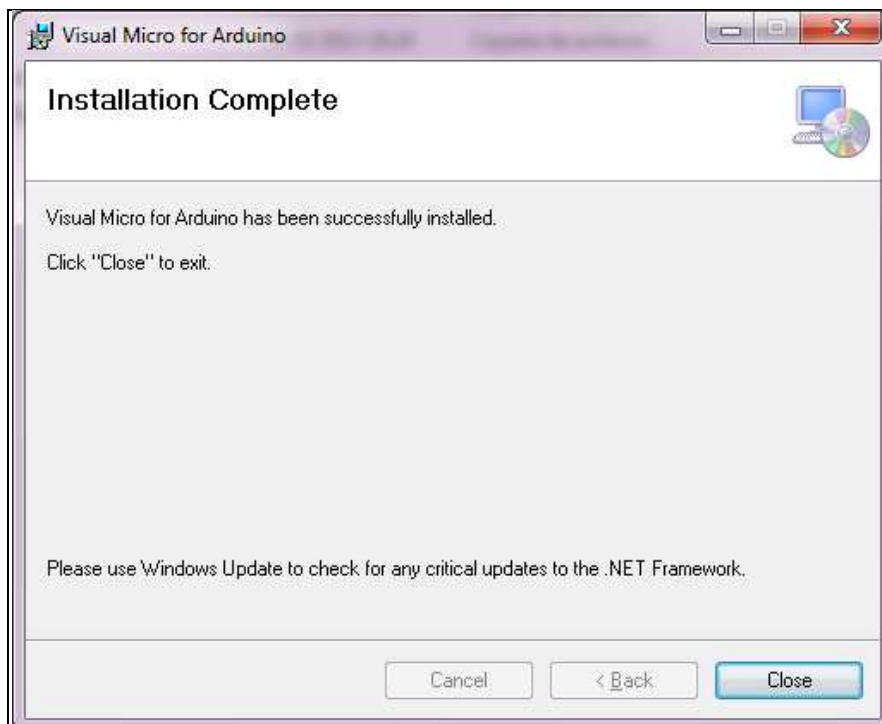
Se escoge la carpeta de instalación dentro del disco duro y la opción *todos los usuarios*.



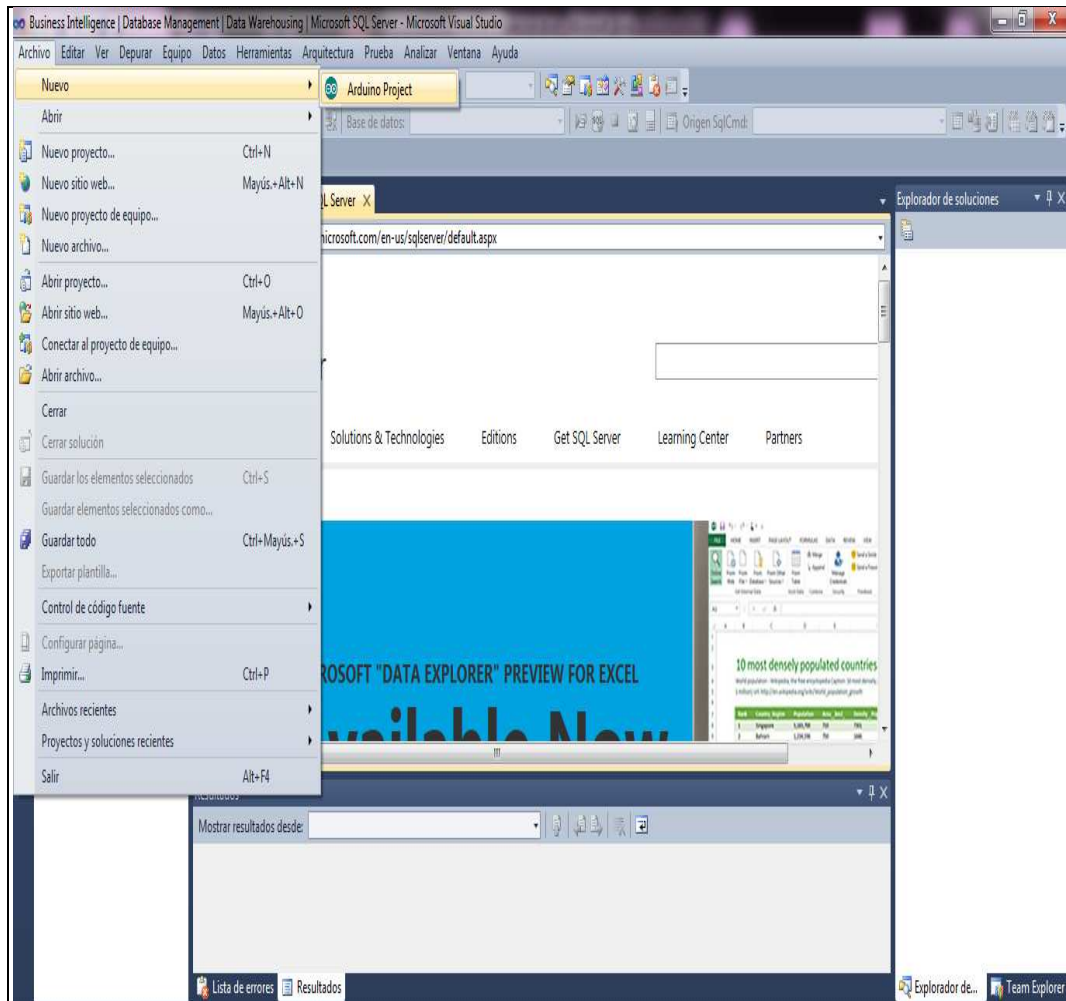
Se confirma la instalación del software de Arduino para Visual Studio 2010 en el computador, dando click en *Siguiente*.



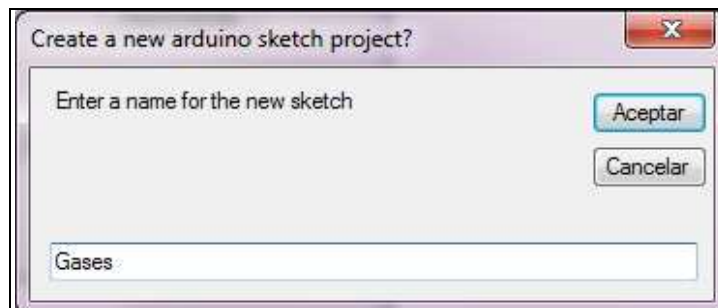
Cuando se ha finalizado la instalación, se da click en *Close*.

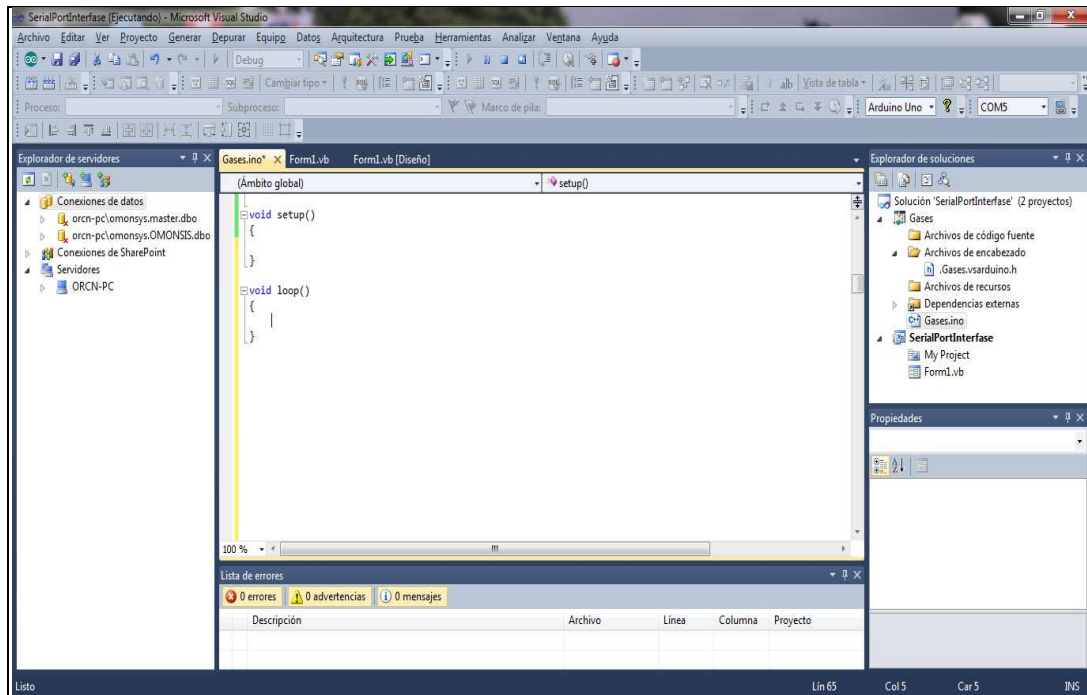


Entonces ya se pueden abrir los *Sketch de Arduino* dentro de Visual Studio 2010 y así programar y compilar el microcontrolador de la placa Arduino.

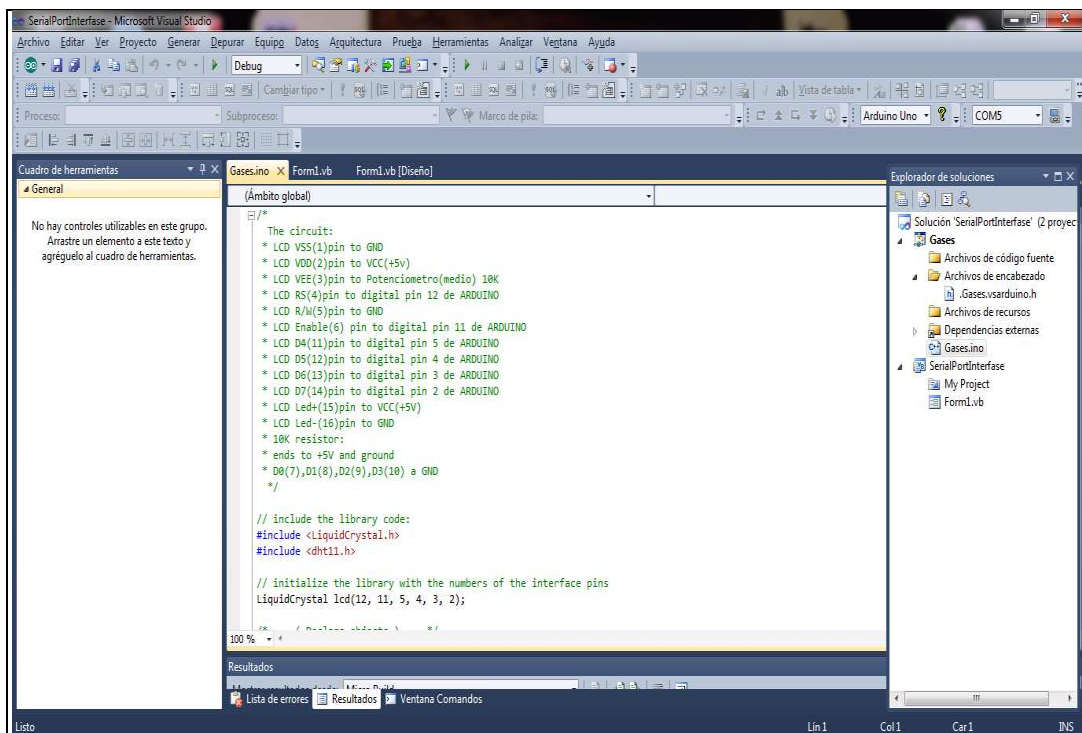


Dando un nombre al nuevo sketch, se abre el sketch de Arduino con sus principales partes como son: void setup() y loop setup().



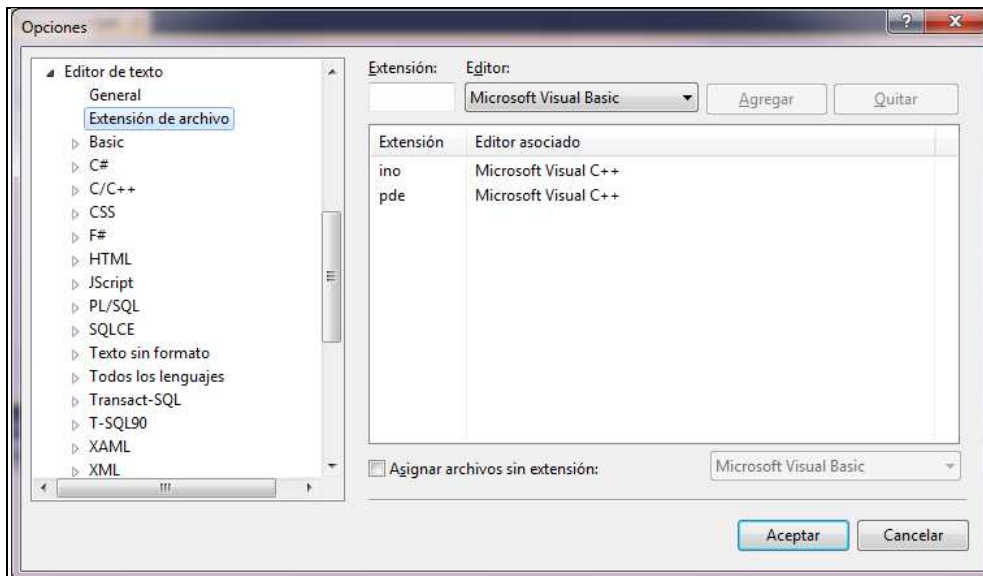


Se introduce el programa a compilar y ejecutar dentro del microcontrolador de la placa Arduino.



Configuración de las herramientas de Arduino en Visual Studio 2010

En Herramientas/Opciones se añaden las extensiones (.ino) y (.pde), dentro de la opción *Editor de texto*, estos sirven para trabajar con la placa Arduino y el lenguaje de programación Microsoft Visual C++.



En la misma ventana, dentro de la opción *Visual Micro/General*, se realiza la configuración de la placa Arduino, escogiendo las características de la Arduino; las comunicaciones como la velocidad, activación de librerías a utilizar, entre otros.

