

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**



Trabajo de fin de carrera titulado:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE AHORRO SUSTENTABLE DE AGUA Y  
ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL “CAMPUS JUAN MONTALVO” DE LA  
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK. AÑO 2012-2013.**

Realizado por:

**MARIA JOSÉ AGUIRRE ARAUJO**

Director del proyecto:

**ING. ALONSO MORETA**

Como requisito para la obtención del título de:

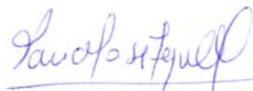
**INGENIERA AMBIENTAL**

Quito, 18 de septiembre de 2013

## DECLARACION JURAMENTADA

Yo, MARIA JOSÉ AGUIRRE ARAUJO, con cédula de identidad # 172352143-9, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



María José Aguirre Araujo

C.I.: 172352143-9



## DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE AHORRO SUSTENTABLE DE AGUA Y  
ENERGÍA ELÉCTRICA, EN EL CAMPUS JUAN MONTALVO DE LA  
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, EN EL SECTOR DE GUÁPULO. AÑO  
2012-2013”**

Realizado por:

**MARIA JOSÉ AGUIRRE ARAUJO**

como Requisito para la Obtención del Título de:

**INGENIERA AMBIENTAL**

ha sido dirigido por el/la Profesor (a)

**ALONSO MORETA**

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

Alonso Moreta

DIRECTOR



## DECLARATORIA PROFESORES TRIBUNALES

### LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

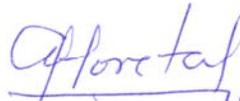
**ALONSO MORETA**

**FAUSTO VARGAS**

**KARLA LAVANDA**

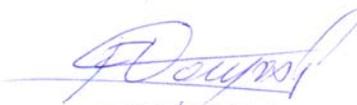
Después de revisar el trabajo presentado, por el alumno **NOMBRE COMPLETO DEL ALUMNO**

lo han calificado como apto para su defensa oral ante  
el tribunal examinador



**ALONSO MORETA**

Director



**FAUSTO VARGAS**



**KARLA LAVANDA**

Quito, 10 de septiembre de 2013

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de investigación a mis padres Alexandra y Santiago quienes fueron mi fuente de inspiración y mi motor para seguir adelante. A ellos, quienes no solo les debo mis estudios, sino, la vida entera.

A mi tía Pamela y abuela Martha quienes han sido mi socorro cuando las he necesitado, y a quienes amo.

A mi hermana que siempre ha estado a mi lado, y ha sido mi compañera de toda la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi director, Ing. Alonso Moreta por su ayuda acertada, su profesionalismo, por la atención prestada al desarrollo del presente proyecto de investigación; también por sus años de enseñanza a lo largo de la carrera.

A todo el personal del Campus Juan Montalvo, que me asistió al momento de realizar el proyecto en dicho Campus.

A mi decana Ing. Katty Coral quién es un apoyo para todos en la Facultad y Universidad.

<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>1</b>
1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.1.1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	1
1.1.1.2. PRONÓSTICO	8
1.1.1.3. CONTROL DE PRONÓSTICO	10
1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.1.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.1.4. DELIMITACIÓN ESPACIAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	14
1.1.5. OBJETIVO GENERAL	15
1.1.6. OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
1.1.7. JUSTIFICACIÓN	15
<b>1.2. MARCO TEORICO</b>	<b>19</b>
1.2.1 ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA	19
1.2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	22
1.2.2.1 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO	22
1.2.2.2 CLIMATOLOGÍA	24
1.2.2.3 INDUSTRIAS EN EL SECTOR Y SU IMPACTO	27
1.2.3 ADOPCION DE UNA PERSPECTIVA TEORICA	30
1.2.4 MARCO CONCEPTUAL	31
1.2.4.1 CAMBIO CLIMÁTICO	31
1.2.4.1.1 CAUSAS	33
1.2.4.1.2 CONSECUENCIAS	34
1.2.4.2 SUSTENTABILIDAD	35
1.2.4.3 AGUA	36
1.2.4.4 USO DE AGUA	37
1.2.4.4.1 AGUA DE LLUVIA	38
1.2.4.4.2 Sistema de Captación de agua de lluvia. SCALL	38
1.2.4.5 ENERGÍA	40
1.2.4.5.1 ENERGÍA ELÉCTRICA	41
1.2.4.5.2 ENERGÍAS ALTERNATIVAS RENOVABLES	42
1.2.4.5.2.1 Hidroelectricidad	43
1.2.4.5.2.2 Energía eólica	43
1.2.4.5.2.3 Bioenergía	44
1.2.4.5.2.4 Energía de las olas y mareas	44
1.2.4.5.2.5 Energía geotérmica	45
1.2.4.5.2.6 Energía Nuclear	46
1.2.4.5.2.7 Energía Solar	46
1.2.4.5.2.7 Condiciones de Luminosidad Solar (Heliofanía) en Ecuador	49
1.2.4.6 Ahorro sustentable en edificaciones	50

1.2.4.6.1	Arquitectura sustentable	51
1.2.4.6.2	Certificaciones Internacionales verdes	51
1.2.4.6.3	Certificación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)	52
1.2.4.6.4	Política de construcción sustentable en el Ecuador	52
1.2.4.6.5	Certificación del Consejo Ecuatoriano de Edificación Sustentable	52
1.2.5	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES	53

## **II. MÉTODO** **54**

<b>2.1.</b>	<b>NIVEL DE ESTUDIO</b>	<b>54</b>
<b>2.2.</b>	<b>MODALIDAD DE INVESTIGACION</b>	<b>54</b>
<b>2.3.</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>55</b>
<b>2.4.</b>	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>56</b>
<b>2.5.</b>	<b>SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION</b>	<b>56</b>
<b>2.6.</b>	<b>COMPARACIÓN DE DATOS INAMHI VS. ESTACIÓN METEOROLÓGICA</b>	<b>56</b>
<b>2.7.</b>	<b>VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS</b>	<b>57</b>
2.7.1.	TOMA DE MUESTRAS	57
2.7.2.	ANÁLISIS DE PARÁMETROS	59
2.7.2.1.	pH y conductividad	59
2.7.2.2.	Sólidos Sedimentables	59
2.7.2.3.	Sólidos Suspendidos	59
2.7.2.4.	Dureza Total	60
<b>2.8</b>	<b>PROCESAMIENTO DE DATOS</b>	<b>61</b>
2.8.1	REGISTROS DE PRECIPITACIONES	61
2.8.2	HELIOFANÍA	63
2.8.3	CONSUMO AGUA POTABLE	64
2.8.4	CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA	66
2.8.5	CÁLCULOS PARA EL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA SCALL	67
2.8.5.1.	Determinación de la demanda de agua	67
2.8.5.2.	Cálculo de la precipitación pluvial neta	68
2.8.5.3.	Área de captación del agua de lluvia	70
2.8.5.4.	Volumen de agua de lluvia captado. Método gráfico	71
2.8.5.5.	Diseño del sistema de conducción del agua captada	72
2.8.5.6.	Volumen del sedimentador	74
2.8.5.7.	Volumen de cisterna	74
2.9.	CÁLCULOS DE NÚMERO DE PANELES SOLARES.	75
2.9.1.	Promedio del consumo de electricidad	75
2.9.2.	Cálculo kwh/día	75
2.9.3.	Número de paneles	75

## **III. RESULTADOS** **77**

<b>3.1.</b>	<b>SCALL (SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA)</b>	<b>77</b>
3.1.1.	CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS DE AGUA DE LLUVIA	77

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

3.1.2. ÁREA DE CAPTACIÓN _____	78
3.1.3. CONDUCCIÓN DEL AGUA DE LLUVIA _____	79
3.1.4. SISTEMAS DE TRAMPAS DE SÓLIDOS _____	82
3.1.5. SISTEMA DE FILTROS DE SEDIMENTOS _____	82
3.1.6. DIMENSIONAMIENTO DEL SCALL _____	83
3.1.7. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA _____	84
<b>3.2. USO DE PANELES SOLARES PARA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CAMPUS “JUAN MONTALVO”</b>	<b>87</b>
3.2.1. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO DEL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS _____	87
<b>IV. DISCUSIÓN _____</b>	<b>89</b>
4.1. CONCLUSIONES _____	89
4.2. RECOMENDACIONES _____	90
<b>MATERIALES DE REFERENCIA _____</b>	<b>91</b>
REFERENCIAS _____	91
ANEXOS _____	97
ANEXO 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN EL CAMPUS “JUAN MONTALVO” DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK. _____	97
ANEXO2. PLANO DE JARDINES CAMPUS “JUAN MONTALVO” DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK _____	98

## Índice de figuras

<b><u>FIGURA NO. 1. CAPACIDAD INSTALADA EN ECUADOR POR TIPO DE FUENTE ..</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 2. MAPA DE UBICACIÓN DE UISEK.....</u></b>	<b><u>23</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 3. CAMPUS “JUAN MONTALVO” EXTERIOR.....</u></b>	<b><u>23</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 4. PLANO VISTA SUPERIOR DEL CAMPUS “JUAN MONTALVO” ....</u></b>	<b><u>24</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 5. VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL .....</u></b>	<b><u>26</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 6. VARIACIÓN DE HELIOFANÍA (HORAS DE SOL) .....</u></b>	<b><u>27</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 7. LISTADO DE INDUSTRIAS EN EL SECTOR.....</u></b>	<b><u>29</u></b>
<b><u>FIGURA 8. EVOLUCIÓN DEL USO MUNDIAL DE ENERGÍA TOTAL.....</u></b>	<b><u>41</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 9. PUNTOS DE MUESTREO.....</u></b>	<b><u>58</u></b>

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

<b><u>FIGURA NO. 10. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DAVIS VANTAGE PRO.....</u></b>	<b><u>61</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 11. PROMEDIO DE PRECIPITACIONES POR CADA AÑO (1998-2012)62</u></b>	<b><u>62</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 12. PRECIPITACIONES PROMEDIO EN CADA MES .....</u></b>	<b><u>62</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 13. PRECIPITACIONES REGISTRADAS EN GUÁPULO (ENE-JUL)...</u></b>	<b><u>63</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 14. PROMEDIO MENSUAL DE HORAS DE SOL REGISTRADAS.....</u></b>	<b><u>63</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 15. COMPARACIÓN DEL CONSUMO TOTAL VS. CONSUMO PARA SANITARIOS Y RIEGO.....</u></b>	<b><u>66</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 16. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CAMPUS JUAN MONTALVO .....</u></b>	<b><u>67</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 17. PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL HISTÓRICA 1975-2012, QUITO.....</u></b>	<b><u>70</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 18. VOLUMEN DE AGUA LLUVIA CAPTADO.....</u></b>	<b><u>71</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 19. ÁREA DE CAPTACIÓN, FACHADAS .....</u></b>	<b><u>79</u></b>
<b><u>FIGURA. NO. 20. CANALETAS EN EL CAMPUS “JUAN MONTALVO” DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK. ....</u></b>	<b><u>79</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 21. DETALLE DE CANALETA Y BAJANTES.....</u></b>	<b><u>80</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 22. BAJADA DEL AGUA DE LLUVIA DE LOS TECHOS.....</u></b>	<b><u>80</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 23. CONDUCCIÓN DE AGUA DE LLUVIA PROVENIENTE DE LOS BAJANTES.....</u></b>	<b><u>81</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 24. UBICACIÓN DEL FILTRO DE SEDIMENTOS A LA ENTRADA DE LA CISTERNA .....</u></b>	<b><u>83</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 25. MODELO DE FILTRO DE SEDIMENTOS .....</u></b>	<b><u>83</u></b>
<b><u>FIGURA NO. 26. CISTERNA.....</u></b>	<b><u>84</u></b>
<b><u>FIGURA. NO. 27. CONSUMO DE AGUA VS. CONSUMO DE AGUA CON SISTEMA DE AHORRO .....</u></b>	<b><u>86</u></b>

**FIGURA NO. 28. SISTEMA DESCENTRALIZADO ..... 87**

**Lista de Tablas**

**TABLA NO. 1. PRECIPITACIONES (AÑO 1990-2013) ..... 25**

**TABLA NO. 2. INTENSIDAD DE LLUVIA EN EL AÑO 2013. ESTACIÓN METEOROLÓGICA CAMPUS JUAN MONTALVO ..... 26**

**TABLA NO. 3. COMPARACIÓN DE VALORES DE PRECIPITACIÓN REGISTRADOS ..... 57**

**TABLA NO. 4. CONSUMO DE AGUA TOTAL Y POR PERSONA ..... 65**

**TABLA NO.5. DEMANDA ANUAL ..... 68**

**TABLA NO. 6. PRECIPITACIONES CON COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO Y MAYORES A 40 MM. .... 69**

**TABLA NO. 7. CONSUMOS MENSUALES ..... 75**

**TABLA NO. 8. CÁLCULO DE NÚMERO DE PANELES ..... 76**

**TABLA NO. 9. CALIDAD DE AGUA RECOLECTADA ..... 77**

**TABLA. NO. 10. RESUMEN DE CÁLCULOS PARA DIMENSIONAMIENTO DEL SCALL ..... 81**

**TABLA. NO. 11. CÁLCULO DEL BENEFICIO DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO PLUVIAL SEGÚN ÁREA DE CAPTACIÓN Y VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO NECESARIO. .... 85**

## **Resumen**

El abuso de consumo de agua y energía entre otras cosas, ha provocado en el mundo una problemática de escasez de los recursos. Esta se complicará con el paso del tiempo, debido al calentamiento global por el que está atravesando el planeta tierra, el cual induce a un cambio climático difícil de ignorar. Tras el análisis que se realizó, acerca de este tema, se tuvo la necesidad de proponer nuevas formas de ahorro de agua y energía que aseguren la sustentabilidad de los recursos. Se buscó de esta manera una respuesta para fortalecer la captación y aprovechamiento de otras fuentes de agua y energía y así promover el ahorro de dichos recursos en las instalaciones del Campus “Juan Montalvo” de la Universidad Internacional SEK en Guápulo. El sistema que se diseñó tuvo el propósito tanto de mejora ambiental como económica y se conformó por dos puntos: la sustitución del agua potable por agua de lluvia en el medio sanitario del establecimiento, con su respectiva caracterización de calidad del agua y el tratamiento requerido previo a su distribución; y la utilización de la heliofanía de dicha zona, para el uso de paneles solares, y así reducir el consumo de energía eléctrica proveniente de hidroeléctricas y/o termoeléctricas. Los resultados demostraron que los beneficios a diferencia del costo serían mucho mayores en el caso del uso de energías alternativas (paneles solares), y al contrario resultó con el uso de un Sistema de captación de agua de lluvia, y esto se debió al costo que tiene cada servicio, y el valor que se paga por los mismos cada mes del año.

**Palabras clave:** agua, energía eléctrica, recursos, ahorro, Guápulo, sustentable.

## **Abstract**

The abuse of energy and water consumption among other things, has resulted in a problematic world of scarcity of resources. This will be compounded over time, due to global warming on the planet earth is going through, which leads to climate change hard to ignore. Following the analysis performed, about this issue, we had the need to propose new ways of saving water and energy to ensure the sustainability of resources. It thus sought an answer to strengthen the collection and use of other sources of water and energy and thus promote saving facilities such resources in Campus "Juan Montalvo" International University SEK in Guápulo. The system designed was intended both environmental and economic improvement and formed by two points: the replacement of drinking water rainwater in the health care establishment, with their respective water quality characterization and treatment required prior its distribution, and utilization of such area heliophany for the use of solar panels, thereby reducing the consumption of electricity from hydropower and / or thermoelectric. The results showed that the difference in cost benefits are much higher in the case of using alternative energy (solar panels), and was contrary to the use of a capture system, rain water, and this was due to cost of each service, and the amount paid by them each month.

**Key words:** water, energy, resources, savings, Guápulo sustainable.

## I. INTRODUCCION

### 1.1.EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

##### 1.1.1.1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

La época en la cual las poblaciones humanas fueron pequeñas y la tecnología rudimentaria, el impacto sobre el medio ambiente fue local, es decir no habían consecuencias devastadoras por el mismo, y se lo podía percibir pero en menor magnitud a nivel de ciudades, no existía el “calentamiento global” como se lo percibe hoy en día.

Al ir creciendo la población y diversificándose la tecnología conjuntamente con el rápido desarrollo económico experimentado en los últimos tiempos, se fue deteriorando al ambiente. Con estos factores se indica el aumento del consumismo y la industria, apareciendo desfavorables consecuencias, tales como graves daños al medioambiente. Surgieron problemas importantes que se fueron propagando ya no de manera local.

Entre estos problemas están el agotamiento de los recursos naturales, y principalmente la falta de abastecimiento de agua y de energía que afectan a la vida cotidiana de las personas. Prioritariamente el agua es de vital importancia para los ecosistemas, el aumento de los centros poblacionales y el desarrollo de algunas actividades tales como la agricultura.

Esta contradictoria evolución ha alcanzado niveles tan avanzados, que el medio humano, en su conjunto, parece cercano ya a un punto de deterioro crítico (Avellán, V. 1985).

En su argumento Wray, N. (2011) menciona que el inicio del cambio climático se dio con la llegada de la revolución industrial, la cual trajo consigo el uso y explotación de los combustibles fósiles así como el aprovechamiento de los recursos minerales. El cambio

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

climático es un fenómeno mundial atribuido a la actividad humana que altera la parte física en la tierra, de manera que ha alcanzado la composición química de la atmósfera. El clima que consideramos normal hace mucho tiempo que se ve fuertemente alterado. Ha llegado en los casos más graves a presentarse como eventos climáticos extremos; entre lluvias prolongadas, sequías inusuales, aumentos de temperatura, entre otros.

En el contexto de Martinez, J & Fernandez, A. (2004) se halla que la causa principal de este fenómeno son las emisiones a gran escala de gases como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el metano (CH<sub>4</sub>), de la cual son responsables en un 70% las ciudades alrededor del mundo. Pueden ocasionar problemas en la salud, el ambiente y el rendimiento económico de quienes dependen de ellos. Una de las fuentes principales del aumento de la cantidad estos gases de efecto invernadero en la atmósfera, es la producción de energía basada en la quema de combustibles fósiles.

La energía es un elemento fundamental para el desarrollo y crecimiento de la economía mundial. Sin embargo, no es la energía en sí la que tiene valor para las personas sino más bien los servicios que presta. Los servicios energéticos cubren una demanda extensa y variada, como son: iluminación, confort (calefacción, aire acondicionado), refrigeración, transporte, comunicación, tecnologías de información, producción de bienes y servicios, entre otros (Rogner y Popescu, 2000).

En el presente trabajo en cuanto al ahorro sustentable de energía, se va a tomar en cuenta solo la producción de energía eléctrica, y no la matriz energética completa; debido a que el estudio del presente trabajo de fin de carrera se limita en el ahorro de la energía eléctrica únicamente.

Menciona Castro, M. (2011) que el consumo energético, si bien es cierto ha ido aumentando con el pasar de los años, también la forma en la que se produce la energía no es muy saludable (no renovable) para el ambiente por los impactos que se producirán a largo plazo.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Muchas veces las fuentes de producción primaria, se apoyan en una matriz que para nada es amigable con el ambiente, basándose en la quema de combustibles fósiles como el gas natural y el carbón. La restante energía primaria ha provenido de fuentes nucleares, biomasa y desperdicios, hidroeléctrica y otras fuentes de energías renovables (Castro, M. noviembre 2011).

Según indica la IEA (International Energy Agency) (2008), las fuentes de energías renovables generan contaminación por la quema de leña, carbón o biomasa, a pesar de ser en menor cantidad, pero existe. Además se originan problemas ambientales como deforestación y degradación de bosques.

En su texto la IEA (International Energy Agency) (2008) indica que la energía nuclear ha crecido en su participación en la matriz energética de producir 186 millones de toneladas en 1980 (3% del total de energía primaria) a 728 millones de toneladas en 2006 (6% del total). Esta tendencia podría acentuarse con nuevas centrales nucleares en economías emergentes como China, India y Brasil.

La energía hidráulica e hidroeléctrica ha aumentado su producción en los últimos años, de 148 millones de toneladas a 261 millones de toneladas, pero su participación en la matriz energética mundial ha sido constante en un 2%. A pesar de esto, la hidroelectricidad es la fuente más importante de electricidad basada en fuentes de energía renovable en el mundo y aporta 16% de la potencia total eléctrica mundial (World Bank, 2010).

En los registros de la UNEP (United Nations Environment Programme) (2011) se tiene que las fuentes de energía renovable han tenido un incremento moderado en su producción de energía y en su participación en la matriz energética mundial. Su obtención se ha aumentado de 0,2% a 0,6% del total de la matriz energética global. Pero, ante los avances tecnológicos y su

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

ventaja en costos, junto al reto mundial de transformar los sistemas energéticos, las fuentes de energía renovable empezarán a tomar un rol mucho mayor en la futura matriz energética.

Al igual que en América Latina, Ecuador es uno de los países que más depende de la hidroelectricidad en su matriz eléctrica. Según se tiene registrado, en el período de 1990 a 2008 aproximadamente el 62,6% de la electricidad se generó a base de fuentes hidroeléctricas. El restante es decir el 34,6% provino de fuentes térmicas y el 2,8% de la interconexión con Colombia y Perú (Castro, M. 2011).

Las fuentes hidroeléctricas tienen una desventaja y se basa en que la época lluviosa va de abril a julio. Pero los meses de mayor demanda de energía eléctrica en Ecuador son de octubre a diciembre, durante estos meses, las plantas hidroeléctricas de la cordillera oriental no tienen suficiente caudal para aprovechar todo su potencial. Esto origina los apagones y falta de suministro eléctrico en años como sucedió en el 2009 (Conelec, 2010).

Por esta razón principalmente, en el texto de Castro, M. (2011) se indica que la importancia de la hidroelectricidad va decreciendo, mientras que la energía producida por la termoeléctricas aumenta; esta fuente de energía al igual que la importación de electricidad se han encargado de abastecer el incremento de la demanda de electricidad en Ecuador.

El uso de energía termoeléctrica ha ocasionado que se incida en una generación ambientalmente más dañina, esto por la emisión de los gases de efecto invernadero pero también de otros contaminantes locales como óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y material particulado. Aparte esta energía resulta más costosa.

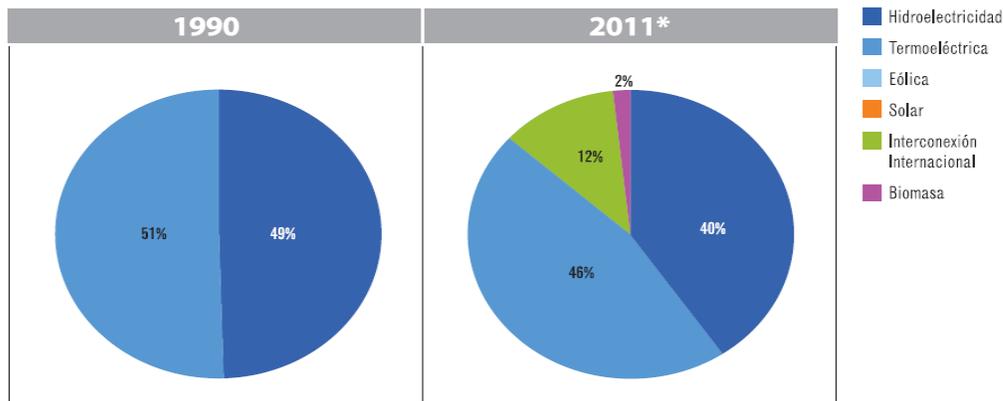
Según el Conelec (2010), en el año 2005 aparecieron fuentes de energía renovable, en mínima cantidad, como la instalación de paneles solares fotovoltaicos, turbinas eólicas en San Cristóbal, Galápagos.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Existe también una generación termoeléctrica basada en la combustión de biomasa renovable, el aporte de esta energía renovable a la matriz eléctrica es apenas del 1,7% a 2011. De aquí podemos concluir que las fuentes de energía renovable todavía no tienen un aporte significativo a la matriz eléctrica.

Según los datos obtenidos del Conelec Gráfico 1, en los años de 1990 a 2011, la capacidad nacional de generación del sistema eléctrico creció el 159% mientras que la demanda creció en el 202% (Conelec, 2011). Debido a esto se ha implementado las importaciones de electricidad con las interconexiones ya mencionadas.

*Figura No. 1. Capacidad instalada en Ecuador por tipo de fuente*



Fuente: Conelec, 2010. Elaboración: autor.  
\*El año 2011 está actualizado a agosto de 2011

Sin duda alguna se sabe que la reducción del consumo de energía, la investigación de nuevas fuentes de energía, el problema ocasionado por el agua (suministro, ahorro, tratamiento) entre otras, han adquirido gran relevancia dentro las agendas de los países.

Tras haber entrado un poco más en el tema de la producción y consumo de energía eléctrica en el mundo, también nos centramos en otros factores que influyen en el cambio climático,

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

siendo este uno de los mayores problemas que enfrentan la Tierra y la humanidad en el siglo XXI.

Así encontramos que el agotamiento del recurso agua causado por el excesivo e insustentable consumo; también es un factor que se ve influenciado por el gran problema Cambio Climático. Sabemos que tarde o temprano el recurso se va a terminar, ya que aparte de estar expuesta a la contaminación causada por las industrias, personas y demás, no se recarga a la misma velocidad que se extrae y esta sobreexplotación trae consigo inconvenientes constantes en muchos lugares.

El agua es el recurso natural más importante para la vida dentro del planeta, pues es difícil que alguna actividad se pueda realizar sin ella. La contaminación, deforestación y la sobreexplotación han causado una gran problemática a la calidad de este recurso.

En su texto Sánchez, H & Yerena, M. (2004) indican, que el mundo advierte un descenso en la calidad y disponibilidad del agua. En muchas regiones, las reservas de agua están contaminadas con productos químicos tóxicos. Casi el 75% de la población rural del mundo y el 20% de su población urbana carecen de acceso directo al agua no contaminada.

El hombre influye sobre el ciclo del agua de dos formas distintas, bien directamente mediante extracción de las mismas y posterior vertido de aguas contaminadas como ya se ha mencionado. Ambas formas de impacto alteran el régimen de circulación y la calidad de las aguas. Por tanto, actuando sobre ellas se puede mejorar la sustentabilidad de los procesos.

Menciona Santa Cruz, J. (s.f) algunas cuestiones sobre las que se puede actuar para implementar un uso sustentable del agua, las cuales son: reparación de las conducciones del recurso, disminución de generación de aguas contaminadas en las industrias, y la reutilización de sus efluentes con plantas de tratamiento, depuración de las aguas residuales a nivel local, mejora en las prácticas agrícolas y la reutilización del agua de lluvia recogida en las cubiertas

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

de los establecimientos, para usos como el riego de jardines, limpieza de espacios comunes en edificios y sanitarios.

El Distrito Metropolitano de Quito se encuentra en una situación de vulnerabilidad en cuanto al abastecimiento de agua. Las consecuencias del Cambio Climático están presentes de manera que, la temperatura promedio se ha elevado, la presencia de períodos de sequía es más fuerte, como el que se vivió el pasado verano del 2012 produciendo una gran cantidad de incendios forestales superando las más altas sequías del 2009. En su texto Bradley *et al.*, (2006) menciona que se ha visto afectada también la capacidad de almacenamiento de agua de los páramos, y la generación hidroeléctrica.

De esta manera las dos partes se relacionan entre sí. En la ciudad de Quito el problema del cambio climático también ha tenido incidencia en la parte de energía eléctrica, ya que la generación hidroeléctrica, como se mencionó, se ha visto afectada por la falta de abastecimiento de agua en la época de sequía.

En el texto de la Revista Vanguardia (s.f) se tiene que el impacto ambiental generado por los quiteños es alarmante. Su afectación al planeta es 69% mayor que el que producen el resto de los ecuatorianos. Quito ya percibe los efectos del cambio climático en el día a día. Se ha intervenido más del 75% de la superficie, debido al crecimiento de la población durante los últimos 40 años, disminuyendo así los ecosistemas y generando impactos negativos que generan una gran afectación de la vida dentro de la ciudad. Las olas de calor, las sequías, las fuertes lluvias y el frío extremo son parte de dichos cambios. Eso dicen las conclusiones del estudio: ECCO (Evaluación Ambiental y de Cambio Climático) Distrito Metropolitano de Quito. Estas variaciones que afectan a la ciudadanía preocupan a las autoridades. De hecho, este estudio cuenta con la participación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y la Facultad Latinoamericana de

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Ciencias Sociales. Su objetivo es mostrar la vulnerabilidad de la capital frente a las alteraciones del medio ambiente.

En esa ocasión muchas de las fuentes de agua de Quito bajaron fuertemente su volumen debido a que las cuencas no abastecían de agua a las reservas.

Wray N. (2011) indica que el clima ha sido alterado y los eventos extremos son cada vez más frecuentes. El Cambio Climático llegó para quedarse durante mucho tiempo si no hacemos algo al respecto.

#### 1.1.1.2. PRONÓSTICO

Se conoce que en las décadas por venir, el concepto de calidad de vida estará cada vez más vinculado al rigor y a la responsabilidad hacia el entorno.

Entonces porque no comenzar desde hoy con las prácticas de desarrollo sustentable. Si se sabe que en caso de continuar con el uso excesivo o desperdicio de agua y energía en el mundo, este se verá afectado por su escasez, cortes de agua, cortes de energía y un futuro no sustentable.

En su blog, Quenergía (2011, párr. 1) menciona que, se conoce que la disponibilidad de agua será 40% menor, mientras necesitará servir de apoyo a una población global creciente. Es decir vendrá la conocida “Crisis del agua”. Los usos antrópicos del agua tienen un impacto significativo y directo dentro del ciclo hidrológico, el cual en años anteriores se lo consideraba como recurso renovable pero ahora esa definición se la conoce como no válida, es más visto como un recurso no renovable, debido a que la humanidad ha interferido tanto en su ciclo, y así no tiene el mismo ritmo de recuperación que de uso.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

El impacto se da en la calidad del agua, el estado de la condición de los reservorios de agua y la velocidad de circulación de los flujos del líquido vital y de esta manera es como interfiere en la producción de la energía eléctrica sobre todo en las hidroeléctricas por su pérdida de caída de agua, donde se podría dar una crisis de energía, si no se empiezan a usar otras alternativas renovables.

En su documento IIASA (International Institute for Applied System Analysis) (2009) menciona que los requerimientos energéticos pueden ser mayores dependiendo de la tendencia que siga el mundo y la economía a futuro. Por ejemplo, si el mundo continúa en la tendencia de rápido crecimiento económico, con un crecimiento poblacional, y una tendencia al incremento del ingreso per cápita y su asociado consumo energético, la demanda de energía primaria total podría llegar hasta a 22.179 millones de toneladas para el 2050.

El mayor impacto ambiental global del consumo de energía es el agravamiento del cambio climático, causado por una creciente emisión de los gases de efecto invernadero a la atmósfera (Le Treut et al., 2007).

Se prevé que en los próximos veinte años el promedio mundial de abastecimiento de agua por habitante disminuirá en un tercio.

A mediados del presente siglo miles de millones de personas sufrirán de escasez de agua en todo el mundo. Se calcula que un 20% del incremento de la escasez mundial de agua obedecerá al cambio climático.

En las zonas húmedas es probable que las precipitaciones lluviosas aumenten, mientras que en muchas zonas propensas a la sequía, e incluso en algunas regiones tropicales y subtropicales, disminuirán y serán más irregulares. La calidad del agua empeorará con la elevación de su temperatura y el aumento de los índices de contaminación.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Ya en los últimos años se ha evidenciado una importante disminución en su calidad. Y los más afectados siguen siendo los pobres, ya que el 50% de la población de los países en vías de desarrollo está expuesta al peligro que representan las fuentes de agua no apta para el consumo humano.

Quito Noticias (2007) detalla en su texto; que en el caso de Ecuador especialmente en Quito, existen estudios que muestran el aumento de temperatura, sobre todo en las zonas andinas, esto quiere decir que se afecta directamente a los glaciares del Antisana y Cotopaxi, los cuales proveen del 78% del agua que consume Quito. Debido a los problemas del Calentamiento de la Tierra, los glaciares hasta la fecha se redujeron a una velocidad bastante rápida, lo cual lleva a la conclusión de que al punto acelerado de su reducción para el año 2015 e imaginándonos lo peor que pudiese suceder, sería que nuestra provisión de agua de estos dos glaciares se reducirá en un 35% y de esta manera se va a ver afectada la disponibilidad de agua en la capital.

### **1.1.1.3. CONTROL DE PRONÓSTICO**

Sánchez, H & Yerena, M. (2004) mencionan que para disminuir la degradación que existe en el medio ambiente, y salvar el hábitat de seres vivos e inertes, las sociedades deben reconocer que el medio ambiente es finito.

La Universidad Autónoma de Barcelona (s.f) alude en su libro que la solución a las consecuencias del Cambio Climático, no radica en la paralización del progreso de la humanidad, sino en la búsqueda de los cauces adecuados para que dicho progreso contribuya a su vez a la conservación del propio medio humano. El fenómeno del cambio climático solo puede ser solucionado si existe el compromiso por parte de la sociedad, el cual se basa en formar a personas responsables de sus actos cotidianos y de sus hábitos de consumo.

En su contenido Gutierrez, M. (2009) indica que tomar medidas inmediatas de adaptación es primordial, debido a que aunque las emisiones de gases invernadero se acabasen ahora mismo, el cambio climático ya es inevitable, debido a que lo que estamos viviendo hoy en día, el descuido y abuso de las personas en el pasado. Las medidas de adaptación propuestas por los científicos y expuestas por Jeremy Rifkin son: Ahorro y eficiencia energética, disminución de las emisiones GEI, potenciación de las energías renovables, creación de redes eléctricas inteligentes para la distribución de energía y ahorro de agua.

Para poder manejar y controlar lo que podría suceder en un futuro no muy lejano con el recurso agua y la energía, existen varias alternativas, empezando con el incremento de la conciencia medioambiental y la introducción de una visión de sostenibilidad en la gestión del recurso agua y la energía eléctrica.

Los períodos de escasez del agua y esta conciencia medioambiental han provocado una búsqueda de recursos hídricos alternativos al agua potable que usamos a diario, estos deben satisfacer los requerimientos de la sociedad. Dentro de este contexto el aprovechamiento del agua de lluvia se está considerando con mayor interés en algunos países desarrollados como Alemania, Australia, Japón, Reino Unido, Francia y algunos en desarrollo como México (Llopart, A. s.f).

Ahora quiere inducir al ahorro de energía en la sociedad civil, y el uso de energías renovable en edificaciones y proyectos municipales.

Se pueden implementar sistemas de ahorro, es decir un conjunto de aparatos que sean útiles para un uso sustentable, dentro de estos se pueden encontrar los lavamanos que se cierran en

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

un determinado tiempo, las duchas que no usan tanta agua, los sanitarios que tienen un tipo de descarga diferente para cada uso, un sistema de captación de agua lluvia para uso doméstico ya que de esta manera se aprovecharía otra fuente de agua, o el tratamiento de las aguas residuales para su recirculación en el uso doméstico.

Dentro del perímetro urbano y también rural se puede utilizar el agua de lluvia por medio de una gestión sostenible, esta se puede plantear desde dos puntos de vista: el de minimización de los vertidos a medios receptores en tiempo de lluvia, y de uso doméstico del recurso donde no se requiera una calidad de agua potable.

En el caso de la energía eléctrica existen varias opciones, comenzando con el ahorro de energía con focos ahorradores, no dejar las luces encendidas si no se están ocupando, comprar equipos, electrodomésticos que requieran demasiada eficiencia energética, o también optar por usar energía alternativa; respecto a los recursos renovables, la preocupación no se refiere al agotamiento y al alcance en el tiempo, sino a su uso óptimo. Desde el punto de vista ambiental, es deseable que su participación en la oferta energética sea cada vez mayor. Entre las principales energías renovables o alternativas se encuentran: geotérmica, eólica, solar fotovoltaica, solar térmica, pequeñas centrales hidráulicas y biomasa. Las pequeñas fuentes eléctricas basadas en energía renovable son apropiadas para satisfacer la demanda en comunidades aisladas.

Por lo tanto, para cubrir la creciente demanda energética mundial sin poner en riesgo la estabilidad climática del planeta se requiere una transición energética global que apunte a reducir la demanda total de energía, a través de la eficiencia energética, y a diversificar las fuentes a base de energías sustentables (Lior, 2010).

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Una solución que reúne varias, si no son todas, las medidas de adaptación, son las construcciones de edificios sustentables considerados como edificaciones que buscan optimizar recursos de modo que permitan ahorro de agua, eléctrica, mejor calidad del oxígeno en su interior y así minimizar un impacto sobre el ambiente. Estas edificaciones deben estar equipadas con tecnologías capaces de tener un adecuado rendimiento.

### 1.1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica se podría implementar en el “Campus Juan Montalvo”, de la Universidad Internacional SEK en el sector de Guápulo?

### 1.1.3.SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Cuáles son los mejores métodos para el ahorro sustentable de agua y energía eléctrica?
- ¿Por qué realizar el diseño de un sistema de ahorro sustentable?
- ¿Qué cantidad de agua de lluvia se necesita recoger?
- ¿Cómo se almacenará el agua de lluvia captada?
- ¿Qué utilidades se le puede dar al agua de lluvia recogida y almacenada?
- ¿Qué tratamiento se debe dar al agua de lluvia almacenada, antes de su distribución?
- ¿Qué energías alternativas se adaptan a las condiciones del “Campus Juan Montalvo” de la UISEK.
- ¿Qué cantidad de energía eléctrica se va a ahorrar?
- ¿Cuál es el costo – beneficio que produce el diseño del sistema de ahorro?

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

#### **1.1.4.DELIMITACIÓN ESPACIAL DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El Ecuador es un país situado en la parte sur del continente americano, con una extensión de 256 370 km<sup>2</sup>, compuesto por cuatro regiones: sierra, costa, oriente e insular. Se encuentra sobre la línea ecuatorial terrestre por lo cual su territorio se encuentra en ambos hemisferios.

Indica El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010), con respecto a la población, que el Ecuador tiene 14'483.499 habitantes. Las dos ciudades con mayor población son: Guayaquil, centro económico y de agricultura de exportación en la Costa, población de 2'291.158 habitantes, y Quito, ciudad capital localizada en los Andes con una población de 1'619.146 habitantes.

En el documento del Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas CEPEIGE (2008) se puntúa que el Distrito Metropolitano de Quito se encuentra en la provincia de Pichincha, dentro de la zona central norte de la Cordillera de los Andes, la cual atraviesa el Ecuador de Norte a Sur. Dentro de esta región metropolitana ampliamente definida, la zona urbanizada cubre 37.091 hectáreas, que constituyen el área urbana de Quito, rodeada por aproximadamente 253.655 hectáreas de zonas periurbanas, suburbanas y rurales.

Dentro de la ciudad se encuentra el sector de Guápulo, el cual consta de 4000 habitantes aproximadamente. El área de estudio pertenece a la parroquia urbana de Itchimbía y se ubica en un paraje único. Este escenario limita al norte con la quebrada de el Batán y el Guanguiltagua, al sur y al este con el río Machángara; y, al oeste con el borde oriental de la meseta de Quito (Espinoza. 2002 en Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas CEPEIGE. 2008).

El Campus “Juan Montalvo” de la Universidad Internacional SEK, está situado en Guápulo, junto a la iglesia de Guápulo

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

#### **1.1.5.OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica en el “Campus Juan Montalvo”, en el sector de Guápulo de la Universidad Internacional SEK. Año 2012-2013.

#### **1.1.6.OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Caracterizar el agua de lluvia para determinar su calidad, en comparación con la ley ecuatoriana vigente (Texto Unificado de Legislación Ambiental ecuatoriana).
- Ejecutar una comparación del consumo de agua y energía eléctrica, con y sin el Sistema de Ahorro; usando los datos de planillas de agua y energía eléctrica del año 2012, y diferentes cálculos según corresponda.
- Realizar los cálculos respectivos para determinar los parámetros de diseño.
- Diseñar un sistema de recolección de agua lluvia para su uso en las instalaciones sanitarias y para riego de jardines, en el “Campus Juan Montalvo” de la UISEK, y su previo tratamiento de ser necesario.
- Verificar la factibilidad de uso de energías alternativas.
- Ejecutar el planteamiento del costo-beneficio del sistema diseñado.

#### **1.1.7.JUSTIFICACIÓN**

El calentamiento global no amenaza la existencia de la vida en general, puesto que siempre podrán existir microorganismos y formas de vida capaces de adaptarse a las nuevas condiciones, con el cambio de temperaturas, presión, falta de agua, etc., pero si pone en peligro a la supervivencia de muchas especies animales y plantas, que han necesitado millones de años para adaptarse a un clima y una temperatura, como la que existe actualmente. Con el aumento de la población al mismo tiempo que el consumismo y derroche,

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

se han olvidado las vulnerabilidades del ser humano, y que el simple hecho de falta de agua podría acabar con su existencia. Hoy en día la carencia del agua afecta al ambiente, uso doméstico, a las industrias, la producción de alimentos, la obtención de energía con hidroeléctricas, y muchos otros factores importantes para el buen vivir.

Si bien es cierto, el agua dulce a diferencia de la mayoría de recursos naturales, posee la cualidad de renovarse continuamente en virtud de su ciclo hidrológico, esta sensación se ha mantenido hasta hace pocas décadas, pero es a causa del ser humano que este ciclo está cambiando, puesto que el uso sobrepasa la tasa de renovación, además del cambio de las características del líquido vital, con la potabilización y la contaminación en el caso de las aguas residuales, han hecho que esto no se renueve en su totalidad. Es incuestionable, que la potabilización se debe dar, sobre todo para el consumo humano, por la contaminación a la que están expuestos, pero existen otros usos para el agua potable como son los domésticos, riego de campos entre otros más, para los cuales no es necesario que el agua pase por este proceso; entonces de esta manera el problema se enfoca en una solución bastante viable por el momento, y es el ahorro.

Balairón (2002) señala que el ahorro del agua es una moderna técnica que actúa desde el lado de la demanda y no de la oferta: produce menos afección al medio natural que la utilización de los recursos convencionales. Para poder ahorrar agua es necesario un perfecto conocimiento sobre el recurso consumido, y la medida de los mismos para poder actuar sobre dichos volúmenes.

Se ha encontrado que los principales factores que inciden en las posibilidades de ahorro de agua son:

- El grado de escasez del recurso, lo cual tiene como consecuencia la predisposición al ahorro de agua, por parte de las personas.

- Las características de la infraestructura utilizada. Mientras más antiguas sean estas, mayores serán las pérdidas de agua, como es el caso del Campus de la UISEK en Guápulo, que es un monasterio muy antiguo; y por lo tanto tiene una mayor necesidad de emplear un sistema de ahorro sustentable de agua como plan de mejora.
- Al ser el agua un bien público, la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento no cobra por abastecimiento del recurso agua, sino más bien la potabilización del mismo, por lo tanto se incentivan posturas derrochadoras.

Es primordial comenzar con el ahorro del agua dentro del Campus “Juan Montalvo” de la UISEK debido a la pérdida y desperdicio del recurso; a razón de la infraestructura del edificio, y al consumo excesivo. Para comenzar con la implantación de la conciencia ambiental, se plantea diseñar un sistema de ahorro sustentable por medio de una opción que hoy en día ya es común en otros países del mundo, y se la conoce como la captación del agua de lluvia, la cual no tiene una alteración significativa en sus características, y por esto no requiere de gran tratamiento para su uso doméstico y en riego de campos.

Por otro lado, se tiene la producción convencional de electricidad, desde el punto de vista ambiental, es uno de los focos de contaminación más importante y presumiblemente el problema se incrementará debido a que la demanda de electricidad seguirá creciendo, mientras la población lo haga, dificultando el abastecimiento que al parecer se presentarán en un futuro no muy lejano e inevitable.

El excesivo uso y desperdicio de la energía eléctrica, los problemas ambientales que se derivan de su utilización, y sobre todo lo que incumbe en la investigación, las grandes sequías que han vivido países cuya producción eléctrica dependía principalmente de las

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

hidroeléctricas, ponen de manifiesto la urgencia por encontrar soluciones, obligando a la diversificación de fuentes energéticas para asegurar el suministro.

Las nuevas tecnologías permiten cumplir con alguno o más de uno, de los principales objetivos para la gestión de la energía que son:

- Alcanzar un ahorro energético, optimizando los procesos.
- Diversificar, o mejor adoptar, aquellas tecnologías que permitan la incorporación de fuentes renovables de energía.
- Ambientalización de los procesos, es decir el cambio del recurso energético de forma respetuosa con el medio ambiente.

En el texto de Elias, X (2012) encontramos que en diversos informes y estudios publicados en la Unión Europea acerca de las energías renovables, se estima que, tanto los problemas ambientales como el de agotamiento de los recursos energéticos pueden minimizarse modificando la actual estructura energética, proponiendo el denominado “mix” de energías en la generación de electricidad con el porcentaje de energías renovables que alcance por lo menos un 50%. Por otra parte el “mix” de energías renovables debe llevarse a cabo de tal forma que unas y otras: biomasa, solar, eólica, etc., se complementen tanto en el ámbito estatal como de comunidad de las regiones, provincias, ciudades y parroquias; escogiendo para cada localización geográfica la que supone un menor coste económico. El único problema del uso de estas energías es su costo, pero se conoce que en un futuro las tecnologías renovables se habrán desarrollado por completo y serán más económicas que las convencionales, y por eso el afán de realizar el diseño del sistema de ahorro tanto de agua como de energía eléctrica, para poderla implementar dentro de la institución y así asegurar dicho suministro.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

En definitiva comenzar a pensar en la sustentabilidad, con la optimización de los procesos que ahora son tan comunes para la humanidad, tanto así que olvidamos que no estamos solos en el planeta, y olvidamos que todo tiene un fin.

## 1.2.MARCO TEORICO

### 1.2.1 ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA

Dentro de la Secretaría de Ambiente existe la Subsecretaría de Cambio Climático la cual está encargada de liderar las acciones de mitigación y adaptación de Quito para hacer frente al cambio climático. Esta entidad se encarga de coordinar las políticas, estrategias y normatividad de Cambio Climático, diseñar políticas que permitan enfrentar los impactos generados por este fenómeno, dirigir la formulación de planes, programas y proyectos de las unidades bajo su cargo, vigilar el cumplimiento de la normativa vigente entre otras cosas que competen al estudio.

En la ciudad de Quito se creó el Plan de Acción Climático de Zambrano *et al* (2012), donde se señalan varios puntos para poder enfrentar la crisis ambiental global, la cual ya es una realidad que afecta al buen vivir de los quiteños y las quiteñas; estos puntos a implementarse son acciones concretas destinadas al desarrollo sustentable, con el apaciguamiento de la crisis climática y el enfrentamiento ante ella. La idea principal de este plan es la construcción de un Quito verde donde intervengan autoridades, instituciones y la comunidad. Para el cumplimiento del Plan de Acción para el Cambio Climático Quito se necesita de un sistema de gestión de los recursos y del medioambiente en el cual interviene el diseño de un sistema de ahorro. Para el sistema de gestión ya se tienen conocimientos de por sí dados por varios autores que a continuación se nombrarán: Hunt (1996), Mitchell (1999), Balairón (2009).

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Estos autores incluyen una clara y concisa explicación de las más importantes preocupaciones relacionadas con el ambiente como son el cambio climático, el agotamiento de recursos, gasto irracional del recurso agua, y diferentes situaciones de discusión sobre el agua, temas incluidos dentro del Plan de Acción. En otros países los estudios sobre la gestión medioambiental ya se ponen en práctica, con evaluación de los impactos, control y evaluación de los mismos, valoración de costos, beneficios adquiridos y más cosas en cuanto al desarrollo y aplicación del sistema en donde uno de los procesos para la incorporación es el sistema de ahorro; en Ecuador y específicamente en Quito, existen instituciones que ya han comenzado con la estructuración de sistemas de gestión y aplicación de los mismos.

En el caso de esta investigación, solo se tomaron en cuenta dos variables, agua y energía como independientes, y frente a esto se buscó información de varios autores, para la realización de un óptimo aprovechamiento de los recursos. En el caso del recurso agua (agua potable) se quiere plantear un sistema de recolección o captación de agua lluvia, el cual ya se ha realizado en diferentes lugares según la Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR), principalmente en los sitios con mayor precipitación, o en poblaciones que no tienen el suficiente abastecimiento de agua potable. Se utilizó datos acerca de las precipitaciones, las cuales maneja el INHAMI, también se realizó un estudio sobre la cantidad de agua de lluvia que se puede recolectar en cierto tiempo, la búsqueda del sitio adecuado para el almacenamiento de la captación de agua, su caracterización y comparación con los parámetros y el máximo permisible requerido en el análisis, y en caso de no cumplir con los máximos permisibles, usar los tratamientos adecuados para la mejora de la calidad el agua y la realización de la instalación.

Y por último el ahorro sustentable de energía eléctrica, se da por el uso racional de energía dentro del Campus o la sustitución de energía eléctrica por otra fuente que puede ser el uso de

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

energías alternativas, para esto se requerirá la investigación minuciosa ya que esto no se ha encontrado aún, pero se tienen textos que podrán servir para su búsqueda.

Se ha elaborado un borrador del “Plan de Desarrollo Integral de Guápulo” (2009), este se formula como un instrumento de Planificación Territorial, dentro de él se encuentran varios proyectos y un conjunto de objetivos destinados a potenciar el futuro desarrollo de esta. Este Plan pone a colación varios temas como son: el territorio, la infraestructura física del sector, y vincula aspectos de orden social, económico, medioambiental, cultural, histórico y patrimonial, como componentes de la realidad de Guápulo. Así este documento y su implementación, se convierten en una herramienta clave para el posterior direccionamiento de Guápulo. También accederá al seguimiento, monitoreo, control y evaluación de los objetivos señalados conjuntamente con sus resultados, los cuales se obtendrán con su puesta en ejecución a corto, mediano y largo plazo; dependiendo del desarrollo de cada proyecto.

Dentro del Plan de Desarrollo Integral de Guápulo en el Programa de Saneamiento Ambiental existe el Proyecto de utilización de agua lluvia, el cual consiste en la captación y utilización de agua de lluvia. Las metas son la ampliación de los colectores de aguas lluvias, construcción de canales y cunetas de coronación y conexión de desagües a la red principal. Este proyecto tiene previsto ser de mediano a largo plazo, dependiendo de la sociabilización del Plan.

En el Campus “Juan Montalvo” de la Universidad Internacional SEK, no se han realizado estudios sobre la aplicación de un sistema de ahorro sustentable, no existen documentos donde especifiquen las ventajas o desventajas que este puede tener, por lo tanto la investigación se trata de eso mismo, de la recopilación de datos importantes para realizar el diseño de un sistema, que adopte formas similares a los diseños realizados en otros lugares, y

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

así conseguir los objetivos propuestos, y seguir el Plan de Acción para el Cambio Climático en Quito y el Plan de Desarrollo Integral de Guápulo.

## **1.2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

### **1.2.2.1 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO**

En su texto el Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas CEPEIGE. (2008) expresa que Guápulo se encuentra en la Zona Interandina I, y se encuentra localizada entre 2400 a 3100 msnm. Pertenece a la parroquia urbana de Itchimbia. El área está constituida por dos pequeños valles, divididos por la quebrada de Calisguayco y una ladera acantilada, las cuales se formaron por la acción erosiva del río Machángara en su salida a la ancha explanada de Cumbayá. El sector se encuentra limitado: al norte con la quebrada del Batán y el Guanguiltagua, al sur con el río Machángara al igual que a su este, por último al oeste con el borde oriental de la meseta de Quito.

Galarza, J et al., (2005) menciona en su argumento que Guápulo es, uno de los sectores más antiguos de Quito constituyendo así parte del Patrimonio Cultural de la Humanidad.

Dentro del sector se encuentran: Piedra Grande, Cementerio, Bello Horizonte, Camino de Orellana, El Calvario, Chirincho, Central, Guadalupano, La Tolita, Guashayacu, y Los Conquistadores. También se encuentran los barrios Miravalle Alto y Bajo (Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas. 2008).

En el documento de Pazmiño, J. (2005), se menciona que el lugar donde se va a realizar el estudio, Campus “Juan Montalvo” está localizado dentro del área planteada anteriormente. Se halla en la calle El Calvario s/n y Francisco Compte. Ubicado en la parte posterior de la iglesia de Guápulo, en un lote aproximadamente de 30 972 m<sup>2</sup>, reducido a causa de las pendientes existentes en el lugar a 24 171 m<sup>2</sup>. Anteriormente se trataba del convento junto a la

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

iglesia, más tarde se fue adecuando para convertirse en las instalaciones de la Universidad Internacional SEK. El Campus está dotado de los servicios necesarios como son: aulas específicas para la cátedra de las distintas carreras (Arquitectura y Derecho), sala de computación, talleres, sala de profesores, biblioteca, auditorio, enfermería, oficinas administrativas, cafetería, servicios higiénicos, bodegas, patio.

*Figura No. 2. Mapa de Ubicación de UISEK*



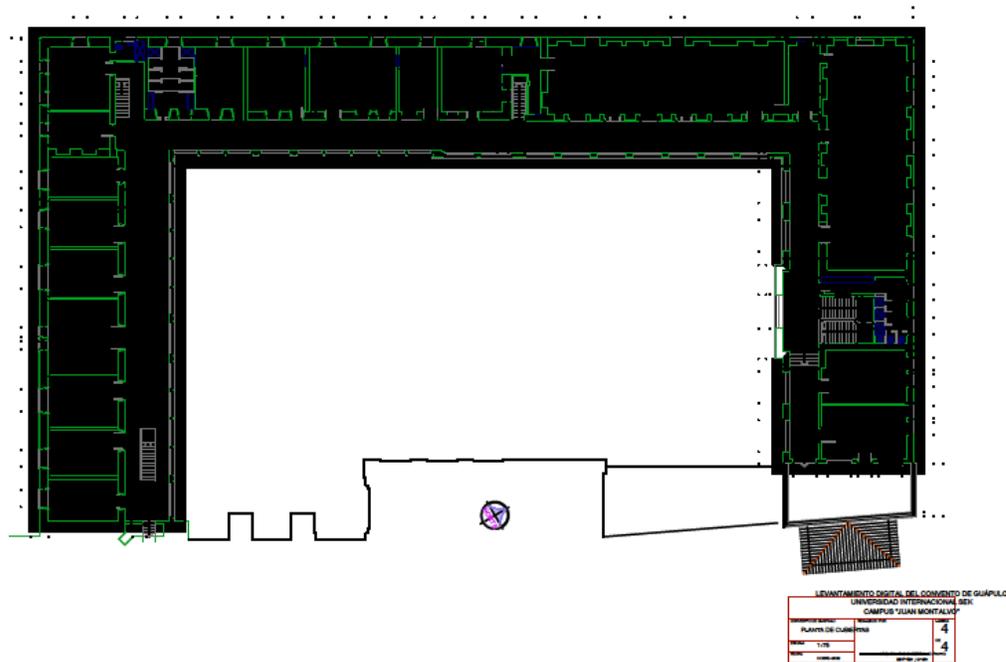
Fuente: google earth.

*Figura No. 3. Campus “Juan Montalvo” exterior*



Fuente:  
[http://sekpedia.sek.net/sekpedia/index.php/Universidad\\_Internacional\\_SEK\\_Ecuador](http://sekpedia.sek.net/sekpedia/index.php/Universidad_Internacional_SEK_Ecuador)

*Figura No. 4. Plano vista superior del Campus “Juan Montalvo”*



Fuente: Planos de Campus Juan Montalvo, Universidad Internacional SEK

### 1.2.2.2 CLIMATOLOGÍA

Para monitorear la climatología del sector se han tomado los datos proporcionados por el INAMHI, sobre la estación meteorológica: Quito-IÑAQUITO.

El clima perteneciente al lugar es templado, con una temperatura aproximada de 15<sup>o</sup> C. Presenta también una humedad relativa de 79% y un promedio de velocidad de vientos de 93 km/h (Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas. 2008).

Menciona el Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas. (2008) que la zona de Quito está sometida al régimen de lluvias con dos estaciones: la lluviosa entre febrero-abril y septiembre-noviembre y la estación seca (verano) de junio-agosto y diciembre-enero. La pluviosidad del área, está representada por una precipitación promedio de

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

1086,6 mm al año, que se caracterizan por lluvias intensas de corta duración que se manifiestan, particularmente, en épocas de invierno.

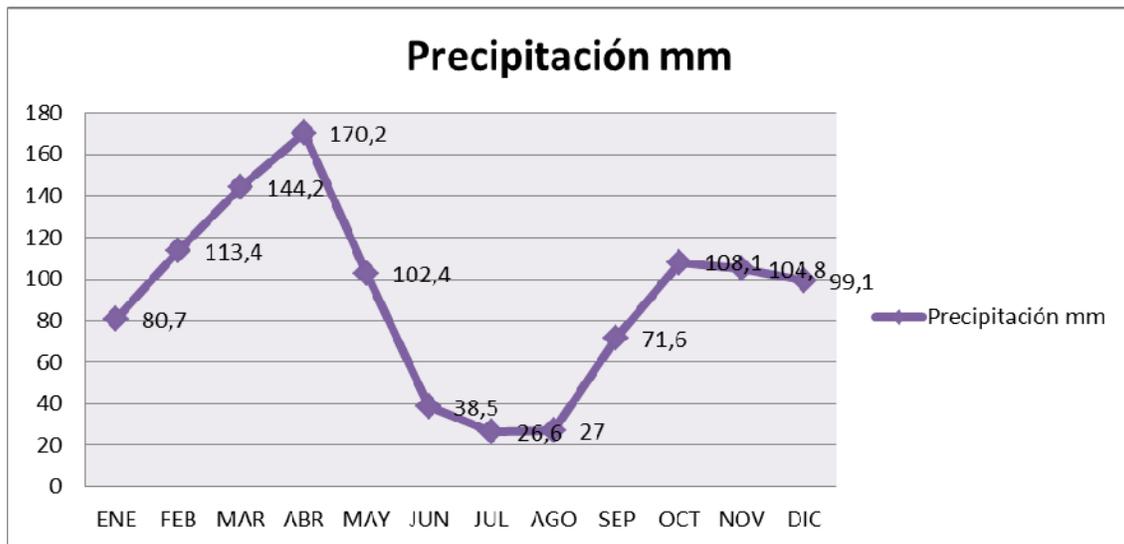
**Tabla No. 1. Precipitaciones (Año 1990-2013)**

<b>AÑOS</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1990	46,6	150,2	79,7	123,3	19,7	21,1	15,4	37,1	27,8	246,8	39,9	46,8
1991	96,7	48,6	232,9	84	104,9	30	16,1	2,9	69	37,2	134,9	44,3
1992	51,3	68,7	105	96,1	127,6	14,3	17,9	14,7	109,9	78,3	107,4	45,2
1993	111,4	219,3	235,2	228,1	94,6	12,7	8,2	3,3	96	72	128,5	177
1994	193,4	112,2	244,4	201,1	103,2	0,9	2,9	3,4	27,9	90,2	186,8	79,9
1995	14,9	85,2	118,7	158,4	155,4	97,5	42,5	83,9	5,7	152,7	232,4	77,8
1996	146,5	138,3	181,8	199,4	189,4	37,2	29	83,2	84,5	169,4	14,4	47,7
1997	140,9	13,2	167,7	83,2	65,9	58,8	0	0	108,6	152,7	219,2	120,3
1998	58,1	86,5	127,5	143,9	193,9	14,5	32,2	18,8	58,8	103,6	138,6	32,6
1999	81,6	237,2	185,3	234,1	70,1	126,6	25,1	24,8	136,3	87,1	101	221,2
2000	177,3	165,8	149,5	187,6	123,8	66,4	22,1	9,7	67,3	43,8	16,7	76,1
2001	84,1	63,9	186,4	63,1	88,8	8,5	35	0	94,6	9,3	113,6	118,1
2002	36,6	59,1	123,1	256,6	133,1	37,3	8,2	9,8	19,2	144,6	95	152,9
2003	25,4	79,1	100,9	244,6	28,7	54,1	15,7	5,2	67,8	117,7	159,4	103,2
2004	56	34,4	75,2	156,3	113,8	11	6,7	0,6	97,6	98,8	125,5	94,8
2005	37,9	150,6	134,3	84,2	37,7	31,8	53,4	26,8	35,6	116	58,4	115,1
2006	52,3	105,2	202,5	209,5	113,6	50,2	3,1	3,5	35,6	109,5	182,4	183
2007	66,2	67,5	177,2	188,1	101	22,2	12,5	33,4	3	160,1	194,7	95,24
2008	156,5	218,4	188,8	203,8	171	56,5	12,3	37	58,7	235,3	72,4	121,2
2009	165,8	141,5	173,8	161,3	62,7	35	2,6	1	7,4	69,4	71,3	120
2010	4,6	46	26,5	220,4	58,95	34,5	93,6	59,4	87,8	51,8	167,6	181,7
2011	82,4	182,5	145,8	372,9	55,2	28,5	117,2	48,9	73,3	54,8	65,7	107
2012	187,15	125,3	144,3	283,4	74,08	14,375	58,98	12,5				99,1
2013	42,7	195,1	82,7	131,57	92,96	0,25	0,76					

Fuente: INAMHI, datos estación meteorológica Iñaquito

*Máxima precipitación mensual en Quito: 372,9 mm.*

*Figura No. 5. Variación de la precipitación promedio mensual*



Fuente: INHAMI. 2013. Elaborado por: María José Aguirre

A continuación se presenta la Tabla. No. 2 donde se indica las mayores intensidades de lluvia presenciadas en el año del 2013, en unidades de mm/h.

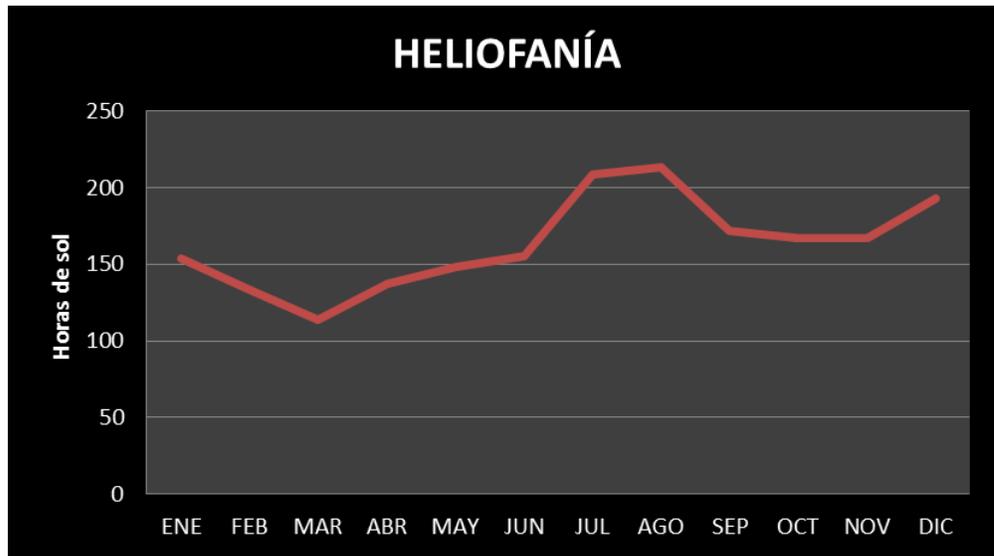
**Tabla No. 2. Intensidad de lluvia en el año 2013. Estación meteorológica Campus Juan Montalvo**

Intensidad de lluvia mm/h	Duración min	Precipitación mm
76,96	30	153,9
55,88	30	111,7
8,54	30	17,08
5,207	30	10,41
66,55	30	133,2
40,13	30	80,26
57,15	30	114,3

Fuente: Aguirre, M (2013).

*Maxima precipitación diaria registrada en Guápulo: 153,9 mm.*

*Figura No. 6. Variación de heliofanía (horas de sol)*



Fuente: INAHMI : Estaciones Quito, La Tola, Tumbaco Datos Promedio: Años 1995 al 2000.

### 1.2.2.3 INDUSTRIAS EN EL SECTOR Y SU IMPACTO

Según Gallego, A. (2012) la contaminación atmosférica tiene gran relevancia en cuanto a los factores que causan el Cambio Climático y sus consecuencias. Se conoce en la actualidad que una de las principales entradas de ozono, monóxido de carbono, plomo, partículas, azufre (S), el nitrógeno (N) y los iones H<sup>+</sup> a los ecosistemas desde la atmósfera es el depósito húmedo, es la contaminación atmosférica.

En el texto de Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas. (2008) se anuncia que de acuerdo a datos del Ministerio del Ambiente, el 76% de contaminación atmosférica en Quito proviene de los vehículos; el 5% de la industria; el 4% de generación eléctrica y el 15% de fuentes naturales como los volcanes. Por esta razón desde el año 2000 los autos nuevos empezaron a circular en el país con su propio catalizador, un sistema para reducir al mínimo la emisión de contaminantes.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Los impactos a la atmósfera en Guápulo son generados por el parque automotor que transita por las principales calles, estos aportan con partículas totales en suspensión, dióxido de azufre, plomo y ruido (Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas. 2008).

Estos contaminantes están presentes en la atmósfera, a causa de las actividades industriales y de transporte, llegan a formar una capa visible en el cielo de algunas ciudades, como en Quito.

Los contaminantes presentes en el aire son atrapados por las gotas de lluvia que forman las nubes y pueden ser transportados a gran distancia antes de depositarse arrastrados por las precipitaciones (Gallego, A *et al.* 2012).

En su artículo, Rodríguez, B. (2012) anuncia que el efecto de lavado originado por el agua de lluvia, en sus primeros 15 a 20 minutos empuja la mayor parte de los contaminantes, por lo que la calidad del agua no va a ser muy aconsejable. La cantidad de la contaminación depende de las emisiones de industrias y transporte, y de la frecuencia de las lluvias.

En Guápulo existen varios negocios pequeños, estos se encuentran en las vías principales, y no son tantos debido a que este sector se abastece de los lugares cercanos como la Floresta y la Vicentina.

En el contenido del Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas CEPIGE (2008), se menciona que la industria en Guápulo se divide en pequeña y mediana, en base a su producción y al número de obreros. Tales son los casos de la Fábrica de Embutidos Federer, la Fábrica Indexa C.A productora de pigmentos o colorantes y aceite, y la textilera Mar y Sol, las cuales dan trabajo a gran parte de la población de Guápulo.

En el área de Guápulo, se identificaron tres industrias. La actividad de estas industrias genera un impacto también sobre la naturaleza como sobre la población local. Entre los impactos que

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

se han podido detectar están las descargas líquidas industriales, emisión de gases, generación de residuos.

*Figura No. 7. Listado de industrias en el sector*

NOMBRE DE LA EMPRESA	SERVICIOS
Federer CIA. LTDA.	<b>Fábrica de Embutidos</b>
Inexa Industria Extractora C.A.	<b>Productora de aceites aromáticos</b>
Textiles Mar y Sol S.A.	<b>Textilera</b>

Elaborado por: María José Aguirre

### ***INEXA INDUSTRIA EXTRACTORA***

En el reporte de Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas CEPEIGE. (2008) se indica que INEXA es una industria dedicada a la extracción de aceite de marigold, a partir de la refinación y destilación de la resina y óleo esencial de marigold. Este aceite se utiliza, bajo diferentes condiciones, en alimento balanceado para aves.

Según los monitoreos ambientales realizados en los últimos años, se determinó que la empresa cumple con los parámetros establecidos por la ley, en cuanto a descargas líquidas y emisiones gaseosas. Además la empresa ha mantenido la misma situación por varios años, y se encuentra en un proceso de mejora continua.

### ***INDUSTRIA FEDERER CIA.LTDA.***

Esta empresa se dedica a la fabricación de alimentos (embutidos).

En los informes presentados por la Autoridad responsable se encontró que en cuanto a la calidad de aire la emisión de Dióxido de Azufre sobrepasa los límites máximos permisibles; y en la calidad de agua, la cantidad de sólidos suspendidos en las descargas líquidas de la industria excede el límite máximo permisible.

### ***INDUSTRIA TEXTIL MAR Y SOL S.A***

Como su nombre mismo lo indica, está dedicada al mercado textil. En el informe presentado en la Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas CEPEIGE. (2008), se menciona que existe:

- Contaminación al aire por presencia de vapores, partículas finas de algodón, de acuerdo al volumen de producción, se estima que se producen 2,13% de residuos de algodón y 6.5% de residuos como guaipes.
- Contaminación a los suelos debido a los residuos de algodón en el ambiente.
- Contaminación al agua, debido a los niveles de alcalinidad, temperatura alta y efluentes coloreados.

La empresa ya ha iniciado con el programa de manejo de efluentes y emisiones, para reducir los impactos y su afectación al sector.

### **1.2.3 ADOPCION DE UNA PERSPECTIVA TEORICA**

Luego de la revisión crítica de los autores y teorías analizadas, se decide adoptar la estructura teórica de Hunt (1996) para la implementación del uso de energías alternativas dentro del diseño de ahorro sustentable, y las estructuras de diseño de Herrera (2010) y García (2012) para el diseño del sistema de captación de agua de lluvia, ya que en sus textos se indica con bastante especificación los pasos para realizar el diseño de captación del agua de lluvia, estos tres textos principalmente, ayudarán a la conformación del diseño del sistema, ya que uno solo no basta para los diferentes temas que se quieren abordar, como es la captación del agua de lluvia y un sistema de ahorro de energía o implementación de energías alternativas, el mismo que se deberá guiar en una gestión conveniente según Hunt expone. (Hunt, D & Johnson. 1996).

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Para realizar el diseño de captación de agua de lluvia, es importante caracterizar el agua de lluvia, y así determinar el estado en el que se encuentra, por consiguiente se van comparar el resultado de los análisis de las muestras de agua de lluvia, con los máximos permisibles de la normativa del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (*TULAS*), tabla 1. Límites de máximos permisibles para aguas de consumo humano y de uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional; parámetros: Dureza, pH, Nitratos, Sulfatos.

#### **1.2.4 MARCO CONCEPTUAL**

##### **1.2.4.1 CAMBIO CLIMÁTICO**

Se menciona en el libro de Barros, V. (2005), que como resultado del crecimiento exponencial de la población, se inició una etapa de incremento del consumo, tendiendo así al cambio de la superficie continental debido al uso de los recursos naturales en forma desmedida, para satisfacer sus necesidades.

Tras la revolución industrial y el desarrollo tecnológico, los impactos del ser humano sobre la Tierra fueron aumentando, y se conoce que estos han cambiado de manera drástica la vida dentro de ella.

Según Gutierrez, C. (2009), expertos aseguran que si el ritmo de vida que los seres humanos tenemos ahora, sigue de la misma manera, el crecimiento de los gases de efecto invernadero (vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso), las consecuencias serán mucho más graves para el próximo siglo.

En sí el calentamiento global se trata del aumento de temperatura en el planeta.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

En su contexto Barros, V. (2005) anuncia que es cuando, la energía que llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética proveniente del Sol, se refleja hacia el espacio exterior y otra parte se retiene en el planeta. Esta radiación que ingresa en poca cantidad, es absorbida por los gases de la atmósfera.

Por su casi transparencia a la radiación solar y su casi opacidad a la radiación terrestre, se dice que la atmósfera actúa como un invernadero, ya que estas son las propiedades que tienen los materiales que sirven para la construcción de estos sitios. Este efecto hace que la temperatura de la superficie de la Tierra sea mayor que la que sería si careciera de atmósfera (Barros, V. 2005).

Los componentes naturales de la atmósfera ya mencionados anteriormente: vapor de agua, dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, tienen la propiedad de absorber parte de la radiación que sale de la Tierra. De esta manera, la radiación que va al exterior es en su mayor parte retenida por estos gases, y así la temperatura dentro del planeta aumenta.

Hoy en día el calentamiento global o cambio climático es el problema ambiental más grande que existe en nuestro planeta, a causa del pasado y presente las consecuencias en el futuro van a dificultar la vida de próximas generaciones, y todo por no haber tenido un desarrollo sustentable.

Además de ser un problema medio ambiental, el cambio climático es un grave problema social, económico y político, con impactos negativos en los sistemas naturales y socioeconómicos (Barros, V. 2005).

#### 1.2.4.1.1 CAUSAS

El clima depende de factores externos e internos

<b>FACTORES EXTERNOS</b>	<b>FACTORES INTERNOS</b>
Cambios en la actividad solar	Cambios en el efecto Albedo <sup>1</sup>
Modificaciones de la órbita terrestre	Alteraciones en las corrientes termohalinas, (corrientes marinas que circulan como consecuencia de la diferente temperatura y densidad de las aguas oceánicas).
Impactos de meteoritos	Variación en la composición de la atmósfera

Los factores externos producen cambios en largos periodos de tiempo, por lo que debido a su lentitud se ven reflejados en períodos largos. En los últimos siglos, no se ha detectado ningún cambio provocado por dichos factores.

Los factores internos si han cambiado significativamente en los últimos siglos, por esta razón se ha llegado a la conclusión de que estos factores han sido provocados por los seres humanos, como consecuencia del desarrollo insostenible que ha tenido lugar a en dicho período.

Gracias a la presencia en la atmósfera de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) y de otros gases responsables del efecto invernadero, parte de la radiación solar que llega hasta la Tierra es retenida en la atmósfera. Como resultado de esta retención de calor, la temperatura promedio sobre la superficie de la Tierra alcanza unos 15,6 °C, lo que es propicio para el desarrollo de la vida en el planeta. No obstante, como consecuencia de la quema de combustibles fósiles y de otras actividades humanas asociadas al proceso de industrialización, la concentración de estos gases en la atmósfera ha aumentado de forma considerable en los últimos años. Esto ha ocasionado que la atmósfera retenga más calor de lo debido, y es la causa de lo que hoy

---

<sup>1</sup> Efecto albedo es un parámetro que influye en la regulación de la temperatura terrestre y, por ello, también en el cambio climático.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

conocemos como el calentamiento global, como consecuencia esto se tiene el cambio climático.

#### 1.2.4.1.2 CONSECUENCIAS

Según el texto de NRDC (2008) suceden cosas como:

##### ***Cambia el patrón del clima***

Las temperaturas se vuelven más cálidas. Aumento de la temperatura promedio, al igual que la frecuencia de las olas de calor.

De hecho, en todo el mundo se ha experimentado temperaturas promedio "superiores a lo normal" o "muy superiores a lo normal" en el 2006.

Estas temperaturas cálidas también aumentan la probabilidad de sequías. El acrecentamiento en la evaporación durante el verano y el otoño agrava las condiciones de sequía e incrementa el riesgo de fuegos arrasadores.

Las temperaturas más cálidas aumentan la energía del sistema climático y a veces producen lluvias más intensas en algunas áreas.

##### ***Efectos a la salud***

Olas de calor más frecuentes e intensas podrían dar como resultado más muertes por las altas temperaturas. Estas condiciones de igual manera podrían causar problemas en la calidad del aire. Por otro lado también aumenta el potencial del alcance geográfico y la virulencia de las enfermedades tropicales.

##### ***Calentamiento del agua***

Mayor cantidad de energía en las tormentas tropicales, haciendo estas más destructivas e intensas; con huracanes más peligrosos y poderosos.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

El aumento en las temperaturas globales acelerará el derretimiento de los glaciares y capas de hielo y causarán deshielos tempranos en ríos y lagos.

Debido a la expansión térmica de los océanos, el deshielo de las montañas glaciares y el derretimiento parcial de los casquetes de hielo en el oeste del Antártico y Groenlandia; da como resultado la elevación del nivel del mar. Las consecuencias incluyen la pérdida de pantanos e islas barrera en las costas, y un mayor riesgo de inundaciones en las comunidades costeras.

### ***Trastorno del ecosistema***

Debido a los nuevos climas más cálidos y la elevación del mar, cambian los ecosistemas y se produce la pérdida de diversidad de especies.

Las temperaturas más cálidas pueden causar que desaparezcan algunos ecosistemas, incluyendo praderas alpinas en las Montañas Rocosas, manglares, arrecifes de coral y bosques tropicales.

### **1.2.4.2 SUSTENTABILIDAD**

Según el texto de Nadal, A. (2007), este concepto de sustentabilidad se refiere al mantenimiento del equilibrio de las relaciones de los seres humanos con el medio, logrando un desarrollo económico mediante el avance de la ciencia y la aplicación de la tecnología, sin dañar la dinámica del medio ambiente.

La sustentabilidad lo que propone es satisfacer las necesidades de la población actual, pero sin que por esto se vean sacrificadas las capacidades futuras de las siguientes generaciones de satisfacer sus propias necesidades. Es decir la búsqueda del equilibrio entre las dos cosas.

Es un proceso, que hace referencia a una forma de desarrollo en la cual se busca el bienestar humano sin dañar el equilibrio del ambiente y sus recursos naturales, ya que estos, son la base

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

de todas las formas de vida. Supone ser el nuevo punto de origen de los planes de desarrollo y sus políticas.

Representa la única forma de garantizar, a nosotros mismos y a las futuras generaciones, un ambiente sano, en el que se respete la diversidad biológica, cultural y humana.

#### 1.2.4.3 AGUA

El agua es esencial para la vida. Todas las personas, animales y plantas necesitamos agua para vivir y crecer. En el caso particular del hombre, el agua es primordial para el desarrollo de muchas actividades productivas. Sin embargo, en numerosos lugares del mundo, la población no cuenta con el agua necesaria para mantener un nivel de vida aceptable. Es común encontrar que sectores importantes de la población deben recorrer grandes distancias para recolectar el agua disponible, la cual no siempre es potable. Cuando la población no cuenta con el agua necesaria para la vida diaria, se enfrenta a muchas dificultades y está en peligro de contraer enfermedades graves, pero cuando una comunidad tiene acceso al agua potable en forma fácil y segura, la salud de todos es notablemente mejor. Con base en esta problemática de escasez del recurso hídrico para las generaciones actuales y futuras; se propone la captación de agua de lluvia en varios lugares con media y baja precipitación, como fuente alterna de abastecimiento.

En la página web DefiniciónDe (2013) hallamos que la palabra proviene del latín aqua, el agua es una sustancia cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Se trata de un líquido inodoro (sin olor), insípido (sin sabor) e incoloro (sin color), aunque también puede hallarse en estado sólido (hielo) o en estado gaseoso (vapor).

En el mismo texto se dice que el agua es el componente que aparece con mayor abundancia en la superficie terrestre (cubre cerca del 71% de la corteza de la Tierra). Forma los océanos, los

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

ríos y las lluvias, además de ser parte constituyente de todos los organismos vivos. La circulación del agua en los ecosistemas se produce a través de un ciclo que consiste en la evaporación o transpiración, la precipitación y el desplazamiento hacia el mar. Se conoce como agua dulce al agua que contiene una cantidad mínima de sales disueltas (menos de 1000 ppm), a diferencia del agua de mar, que puede tener desde 1000 a 35000 ppm. A través de un proceso de potabilización, el ser humano logra convertir el agua dulce en agua potable, es decir, apta para el consumo gracias al valor equilibrado de sus minerales. El agua mineral, por su parte, es el agua que contiene minerales y otras sustancias disueltas.

Es importante destacar que la escasez de agua potable en numerosas regiones del planeta genera más de 5 millones de muertes al año.

#### **1.2.4.4 USO DE AGUA**

Como argumento el Centro Nacional de Producción más Limpia (s.f) revela que en todo el mundo, las instalaciones sanitarias pueden llegar a representar, en oficinas, hasta un tercio del consumo total del agua utilizada.

De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) la gente puede sobrevivir mucho más sin comida que sin agua. La dotación o cantidad promedio de agua que una persona necesita cada día para mantenerse sana es:

1 a 3 litros para beber, 2 a 3 litros para preparar alimentos y lavar los platos, 6 a 7 litros para el aseo personal, 4 a 6 litros para lavar ropa. Esto suma 15 o 20 litros por persona al día.

Según la EMAAP (2012), el 30,71% del agua corresponde a agua no contabilizada, esto quiere decir el agua que a pesar de haber sido potabilizada y distribuida no ha sido facturada. Esto representa un volumen de 2,27 m<sup>3</sup>/seg de agua, equivalente a un total de 196 millones de litros de agua al día que se pierden, debido a fugas, robo, o conexiones clandestinas. Los 2,27 m<sup>3</sup>/seg pueden satisfacer las necesidades de alrededor de 1,3 millones de personas con un

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

consumo de 150 litros de agua al día. El consumo de agua por habitante para Quito es de 190-266 litros/habitante/día.

#### 1.2.4.4.1 AGUA DE LLUVIA

Indica Ballén, J. (2006) en su contexto que desde sus comienzos el hombre aprovecha el agua superficial como primera fuente de abastecimiento, consumo y vía de transporte, por ello los valles formados por los ríos son los escogidos para establecer las primeras civilizaciones, allí el hombre aprende a domesticar los cultivos y con ello encuentra la primera aplicación al agua lluvia; pero no depende directamente de ella para su supervivencia debido a la presencia permanente del agua superficial. Cuando las civilizaciones crecieron demográficamente y algunos pueblos debieron ocupar zonas áridas o semiáridas del planeta comenzó el desarrollo de formas de captación de aguas lluvias, como alternativa para el riego de cultivos y el consumo doméstico.

#### 1.2.4.4.2 Sistema de Captación de agua de lluvia. SCALL

En el argumento de García, J. (2012) encontramos que existen diferentes formas de captación de agua de lluvia. Estas se han utilizado tradicionalmente a través de la historia de las civilizaciones; pero es recientemente que tenemos la información sobre las mismas. Las técnicas de captación de agua de lluvia cumplen un papel importante en: la producción agrícola y satisfacción de necesidades domésticas.

También se mencionan en el argumento de García, J. (2012) algunos de los ejemplos más reconocidos en la historia son los casos del Desierto de Negev, en Israel y Jordania. Estos son sistemas de captación de agua de lluvia que datan de 4000 años o más. El sistema consistía en el desmonte de lomeríos para aumentar la escorrentía superficial, que era entonces dirigida a predios agrícolas en las zonas más bajas.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Otros casos del uso de sistemas de captación de agua de lluvia se dieron en la ciudad de Roma (siglos III y IV a.C.), esta ciudad en su mayoría estaba ocupada por viviendas unifamiliares las cuales tenían con un espacio principal a cielo abierto denominado “atrio” usado para recoger el agua lluvia. En Loess Plateau en la provincia de Gansu en China existían pozos y jarras para la captación de agua lluvia desde hace más de 2000 años. En Irán se encuentran los “abarbans”, los cuales son los sistemas tradicionales locales para la captación y almacenamiento de aguas lluvias (Ballén, J et al. 2006).

Menciona García, J. (2012) que en Centroamérica se conoce el caso del Imperio Maya en el siglo X a.C. donde el abastecimiento de agua para la población y el riego de los cultivos se hacían a través una tecnología para el aprovechamiento de agua lluvia. El agua era recogida en un área de 100 a 200 m<sup>2</sup> y almacenada en cisternas llamadas “Chultuns”.

Más tarde se encuentra que en periodos secos el agua no es suficiente para el abastecimiento de las poblaciones, y se dan conflictos sociales por la escasez del agua y/o sus altos costos (Ballén, J et al. 2006).

Se debe tomar en cuenta primordialmente un criterio, la calidad físico química y sanitaria, lo cual va a depender del uso del agua, la calidad se la puede comparar con la normativa ambiental vigente. Algunos tipos de usos no requieren de una calidad tan rigurosa como la potable y estos podrían ser cubiertos por agua de lluvia.

El instrumento utilizado para la recolección es comúnmente un tejado o superficie urbana. Existe contaminación ligada con este material, conocida como la escorrentía. También se derivan otras cargas contaminantes, y en caso de tener las mismas existen distintas técnicas de tratamiento que se pueden aplicar. Estas técnicas incluyen

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

básicamente procesos físico-químicos. Algunas tecnologías adaptables serían: el desbaste o separación de flotantes, la sedimentación (por gravedad, decantación lamelar, separación vórtex, coagulación/floculación, etc.), la filtración (en profundidad, en superficie, por ósmosis inversa, de membrana por microfiltración, ultrafiltración o nanofiltración) o la desinfección (por cloración, ultravioleta u ozonización) (Llopart, A et al, s.f).

#### 1.2.4.5 ENERGÍA

En la página web de DeDefinición (2013) por definición se conoce a la energía como la capacidad de un sistema físico para producir un trabajo. También se puede definir a la energía como lo que, al producirse un trabajo, disminuye en una cantidad igual al trabajo producido.

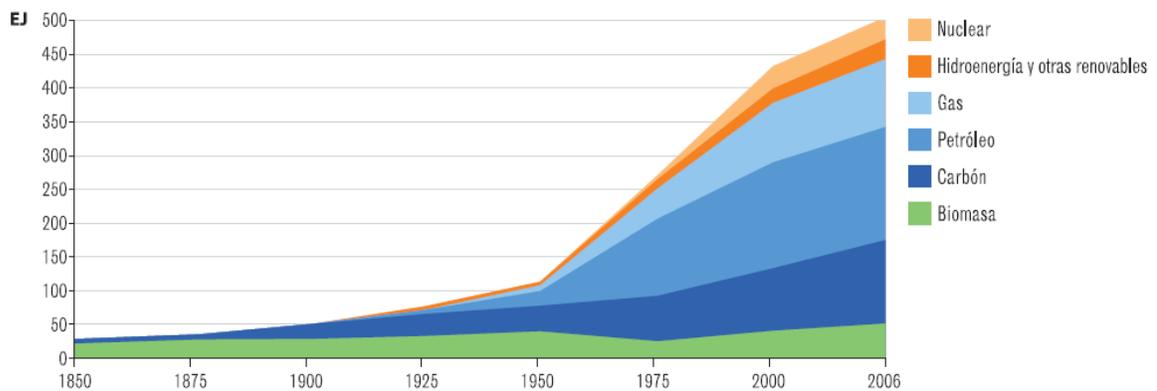
La energía, pues, es medida en las mismas unidades que el trabajo.

Entendida como un recurso natural, la energía no es un bien por sí misma, sino que es que un bien calificado como intermedio, ya que posibilita la satisfacción de ciertas necesidades cuando se produce un bien o se oferta un servicio (Rogner y Popescu, 2000).

La energía es un elemento fundamental en el desarrollo y crecimiento de la economía mundial.

La energía proviene de varias fuentes y es fundamental tener una compilación de información acerca de las fuentes más usadas en cada país. Aquí nace la matriz energética, la cual expresa el total de energía demandada y utilizada.

Figura 8. Evolución del uso mundial de energía total.



Fuente: WB, 2010. Traducción: autor.

#### 1.2.4.5.1 ENERGÍA ELÉCTRICA

En el presente estudio vamos a tomar en cuenta datos acerca de la energía eléctrica.

En el texto de Castro, M. (2011) se alude que la importancia de la hidroenergía es muy alta a pesar de representar sólo un 6% en promedio. Al igual que la tendencia en América Latina, Ecuador es uno de los países que más depende de la hidroelectricidad en su matriz eléctrica.

Hoy en día al observar la evolución de la matriz eléctrica en las últimas dos décadas, podemos ver que la importancia de la hidroelectricidad decrece mientras la energía de centrales termoeléctricas, generada con combustibles fósiles y en poca cantidad con biomasa, aumenta (Conelec, 2010).

Otras fuentes de energía renovable, todavía mínimas en su aporte a la matriz, aparecieron en 2005. El actual aporte de estas fuentes de energía renovable a la matriz apenas alcanza 0,014% en energía eólica y 0,0002% en energía solar (Conelec, 2010).

En el documento de Castro, M. (2011) dice que debido a que la generación de energía eléctrica no creció al mismo ritmo que la demanda, el deficiente fue cubierto con importaciones de electricidad desde Colombia y, de forma marginal, desde Perú.

#### 1.2.4.5.2 ENERGÍAS ALTERNATIVAS RENOVABLES

La energía renovable puede definirse como la energía obtenida de los continuos flujos energéticos que existen en el ambiente natural (Alexander y Boyle, 2004).

En el texto de Clavijo, B (2009) se menciona que las energías alternativas renovables, se las considera a aquellas que provienen de fuentes distintas de las usadas comúnmente (como son petróleo, gas y carbón, provenientes de fuentes fósiles y que producen altos niveles de contaminación), se generan con fuentes no agotables a escala humana, esto quiere decir que no estamos en facultad de acabarlas, porque su desarrollo no depende del humano; se producen en forma continua por medios naturales y tienen un menor efecto contaminante.

Las principales fuentes de tales energías son la solar, la eólica, la bioenergía, la mareomotriz, y la geotérmica.

En el argumento de la Senplades (2009) se indica que en el Ecuador han existido grandes problemas de contaminación debido a la matriz energética y eléctrica presentes; debido a su dependencia por los combustibles fósiles. Por esta razón el gobierno ha propuesto el cambio de la matriz energética dentro del Plan Nacional del Buen Vivir para el periodo 2009-2013. El cual trata de promover e impulsar la participación de fuentes de energía renovable y el ahorro en los sectores tanto industrial como residencial (Senplades, 2009).

Las fuentes de energía renovable están recibiendo mayor apoyo para su desarrollo. Razón por la cual varias de ellas llegan a ser competitivas ante fuentes de energía tradicionales, teniendo un valor de uso comercial.

#### *1.2.4.5.2.1 Hidroelectricidad*

Mencionan en su contexto Alexander y Boyle (2004) que la energía hidroeléctrica es aquella que proviene indirectamente del sol debido a que este dirige el ciclo hidrológico; permitiendo que el agua fluya continuamente a través de los ríos y, de esta manera, se tenga una caída de agua y adecuado caudal para el movimiento de turbinas y así posibilitar el uso de dicha energía para hidroelectricidad. La forma más común de aprovechar este potencial es a través de la construcción de plantas hidroeléctricas.

Como se indica en el contenido anterior las características apropiadas del río se encargan de mover una turbina, la cual está unida a un generador eléctrico; al rotar el generador eléctrico se produce la energía eléctrica (Ramage, 2004).

Este tipo de se encuentra en un estado ya maduro de desarrollo, es la fuente de energía renovable líder a nivel mundial, representa cerca del 16% de la potencia eléctrica (World Bank, 2010). También es importante mencionar que esta tecnología constituye una de las opciones vitales para mitigar el cambio climático en cuanto a los sistemas energéticos.

#### *1.2.4.5.2.2 Energía eólica*

Según menciona Clavijo, B. (2009) a la Energía Eólica se la considera como el producto de la energía cinética. La fuente de esta energía proviene de las corrientes de aire que generan los vientos. La manera en que se convierte en energía eléctrica es por sistemas compuestos por un conjunto de aspas, un generador y una torre, a los que se les denomina aerogeneradores o aeroturbinas.

Este tipo de energía está disponible en todas las partes del mundo, pero existen amplias variaciones en la velocidad y continuidad del viento esto depende del lugar, y

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

la región en el mundo (World Energy Council, 2010). La energía eólica representa cerca del 1,1% del total de energía eléctrica producida a nivel mundial (British Petroleum, 2009).

#### *1.2.4.5.2.3 Bioenergía*

El aprovechamiento de la bioenergía a través de producción y conversión energética eficiente, y limpia es una de las opciones para diversificar las fuentes de energía actuales (Kammen, 2004).

Las tecnologías comerciales disponibles en este tipo de fuente son la calefacción (combustión), la generación eléctrica a través de combustión y los biocombustibles de primera generación. Estos provienen de cultivos oleaginosos, como el biodiesel, y de azúcares y almidones, como el etanol (Chum et al., 2011).

También existen sistemas de pequeña escala que utilizan bioenergía para proveer calor para cocción, sistemas de digestión anaeróbica para tratar desechos sólidos y producir gas metano para quema (calefacción, cocción) y gasificadores.

Estas tecnologías utilizan una amplia gama de productos agrícolas (Chum et al., 2011).

Las tendencias de costos en bioenergía son variadas y dependen de los precios de la materia prima agrícola y de la tecnología aplicada para su conversión y aprovechamiento energético (Chum et al., 2011).

#### *1.2.4.5.2.4 Energía de las olas y mareas*

Esta tecnología es una de las renovables que está en estado naciente y no se encuentra comercializada.

La industria dedicada al desarrollo de esta tecnología se encuentra en la etapa de diseño y evaluación de prototipos para el aprovechamiento de la energía de olas y

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

mareas (Lewis et al., 2011). La única excepción es el aprovechamiento de energía de las mareas a través de represas, de diseño similar a represas hidroeléctricas, ubicadas en estuarios al mar (Lewis et al., 2011).

El costo de inversión y el costo medio de generar electricidad con estas tecnologías no es todavía competitivo comparado con otras fuentes de energía renovable, peor aun cuando se lo compara con fuentes tradicionales (Lewis et al., 2011).

#### *1.2.4.5.2.5 Energía geotérmica*

La geotérmica es una de las alternativas con mayor potencial para la provisión de energía de base a largo plazo. Consiste en utilizar fluidos de alta temperatura para generar electricidad a través de turbinas. Para esto existen dos opciones: utilizar los reservorios de aguas termales naturales o sistemas geotérmicos mejorados con el uso de fluidos artificiales (Goldstein et al., 2011).

Este tipo de fuente tiene una ventaja, donde los sistemas geotérmicos para generación eléctrica es del 74,5%. Las nuevas generadoras geotérmicas alcanzan factores de planta mayores al 90% (Goldstein et al., 2011).

El costo de los sistemas geotérmicos mejorados es todavía mayor al de los tradicionales de esta fuente (Goldstein et al., 2011).

Ecuador es un país con volcanismo activo que forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico y tiene un gran potencial geotérmico. Tiene alrededor de 180 fuentes termales en el país. Estudios realizados han identificado 17 aprovechamientos geotérmicos con fines de producción de energía eléctrica, industrial y agrícola (Conelec, 2009).

#### *1.2.4.5.2.6 Energía Nuclear*

La energía nuclear procede de reacciones de fisión o fusión de átomos, en las mismas que se liberan gigantescas cantidades de energía, usadas para producir electricidad.

Generalmente, esta energía obtenida en forma de calor, se aprovecha para generar energía eléctrica en las centrales nucleares.

Según el texto de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (s.f) El sistema más usado para generar energía nuclear utiliza el uranio como combustible. En concreto se usa el isótopo 235 del uranio que es sometido a fisión nuclear en los reactores.

En este proceso el núcleo del átomo de uranio (U-235) es bombardeado por neutrones y se rompe originándose dos átomos de un tamaño aproximadamente la mitad del de uranio y liberándose dos o tres neutrones que inciden sobre átomos de U-235 vecinos, que vuelven a romperse, originándose una reacción en cadena. La fisión controlada del U-235 libera una gran cantidad de energía que se usa en la planta nuclear para convertir agua en vapor. Con este vapor se mueve una turbina que genera electricidad. (Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (s.f)).

#### *1.2.4.5.2.7 Energía Solar*

Se indica en el texto de Clavijo, B. (2009) que el sol es la fuente principal de luz y calor que posee la Tierra. Emite ondas tras un proceso de fusión nuclear que se desarrolla en su interior. La radiación que emite el Sol a la Tierra alcanza un promedio de  $1367 \text{ v/m}^2$  los cuales pueden transformarse en electricidad con la tecnología correcta.

En energía solar existe una amplia gama de tecnologías para usos de calefacción, iluminación, electricidad, combustibles, entre otros (Arvizu et al., 2011).

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Lo más usado es la energía solar fotovoltaica, a través de células fotovoltaicas (celdas solares), se produce electricidad; la cual puede emplearse en forma inmediata o almacenarse en baterías para un uso posterior. La mayoría de instalaciones de sistemas fotovoltaicos corresponden a paneles ubicados en techos de hogares y conectados a la grilla de la ciudad (Arvizu et al., 2011).

El potencial de esta energía en Ecuador no es de los más altos a nivel global, comparado con países con irradiaciones elevadas de desierto (Norte de África); sin embargo, se sitúa en niveles adecuados para convertirse en una fuente significativa de aporte a nivel nacional (Conelec, 2009).

### *Paneles fotovoltaicos*

Dentro del texto de García, M. (1999) se propone que también se lo denomina generador fotovoltaico o campo de paneles. Son los captadores de energía proveniente de la radiación solar, que más tarde se convierte en energía eléctrica. Contienen varios paneles o módulos fotovoltaicos conectados entre sí, en serie o paralelo. Para disponer de energía durante cualquier momento del día se debe tener un instrumento denominado acumulador de energía, donde se almacena la energía recolectada.

Están compuestos de celdas las cuales se aprovechan del efecto fotovoltaico, mediante el cual la energía luminosa produce cargas positivas y negativas en dos semiconductos próximos de distinto tipo, por lo que se produce un campo eléctrico con la capacidad de generar corriente.

Los paneles fotovoltaicos están compuestos de silicio y se dividen en: Cristalinas, Mono cristalinas, Poli cristalinas y Amorfas.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

La efectividad va a depender del tipo, tamaño, peso, grosor y coste de los cristales.

Los diferentes paneles usados para producir la energía eléctrica necesaria, se los conecta eléctricamente y se instalan con ayuda de un soporte. También es fundamental que todos los paneles usados sean de las mismas características y también la marca.

Indica García, M. (1999) que la interconexión se realiza asociando primero paneles en serie, hasta conseguir el nivel de tensión adecuado, y después asociando en paralelo varias asociaciones en serie, para alcanzar el nivel de corriente deseado.

#### ✓ **Acumulador**

En el argumento de García, M. (1999) encontramos que se usa el acumulador en caso de querer acumular y almacenar electricidad. Para este almacenamiento se usan baterías de plomo-ácido, donde se producen las reacciones químicas reversibles necesarias para el efecto.

El acumulador sirve principalmente para abastecer de energía eléctrica al sistema, cuando los paneles solares no están teniendo esta función. Para ello, repite cíclicamente un proceso de acumulación de energía (carga) y entrega de la misma (descarga), esto dependerá de que haya o no radiación solar.

#### ✓ **Regulador de carga**

Este instrumento impide la entrada o salida de corriente de la batería, cuando una carga que es excesiva pueda dañarla.

Estos se encargan de desconectar el campo de paneles de la batería, de modo que se evita la sobrecarga. Están en serie y nunca en paralelo.

✓ **Convertidores**

Según García, M. (1999), estos son equipos que transforman la tensión continua que proporcionan los paneles solares, en tensión diferente, bien sea continua de otra magnitud, o sea alterna.

*1.2.4.5.2.7 Condiciones de Luminosidad Solar (Heliofanía) en Ecuador*

La luminosidad o brillo solar se conoce comúnmente en el ámbito meteorológico como “Heliofanía”. Esta se mide en horas de brillo solar mensuales.

El Ecuador es un país privilegiado con respecto a condiciones meteorológicas y ubicación geográfica para la utilización de paneles solares. En este país existe a lo largo de todo el año un promedio de 12 horas diarias de sol, variando entre alrededor de 11.45 a 12.20 horas dependiendo de la posición de la tierra en la órbita elíptica alrededor del sol.

Entre los lugares con mayor potencial de insolación global promedio se encuentran la ciudad de Quito (5,1 kWh/m<sup>2</sup>/día), el cantón Sigchos y Pedernales (5,25 kWh/m<sup>2</sup>/día), el sur del cantón Zapotillo (5,25 kWh/m<sup>2</sup>/día), el oeste del mismo cantón (5,4 kWh/m<sup>2</sup>/día) y el cantón Macará (5,5 kWh/m<sup>2</sup>/día) (Corporación para la Investigación de la Energía) “Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica”., 2008).

#### **1.2.4.6 Ahorro sustentable en edificaciones**

"El Desarrollo Sustentable es la manera en que los grupos humanos de población cubren sus necesidades de vida, progreso y evolución, respetando a la naturaleza y conservando los recursos naturales, económicos y humanos para las futuras generaciones" (Wilson, 1998).

Menciona en su argumento Nadal, A. (2007) que esta definición está relacionada directamente con el concepto de desarrollo sustentable en el mundo. Para los países y regiones, el indicador de ahorro genuino es de gran ayuda para determinar si esta en presencia de un caso de sustentabilidad o si está corriendo el riesgo de afectar el futuro de una generación en cuanto a su bienestar tanto de vida como económicamente. Este indicador parte de un supuesto de sustentabilidad débil en el que el capital producido puede reemplazar por completo al capital natural. Algunos países lo han tomado como eje en sus planes y políticas de desarrollo, las cuales también incluyen aspectos de educación ambiental. Las construcciones verdes reducen 30% el uso de energía y hasta 50% en agua.

En el presente documento se habla principalmente de la sustentabilidad en edificaciones, sobre todo edificaciones antiguas, ya que nos estamos refiriendo al Campus “Juan Montalvo”. Lugar en el cual se llevará a cabo el Diseño de un sistema de ahorro de agua y de energía eléctrica, el cual también traerá a colación los temas de arquitectura sustentable, para así conocer de mejor manera, el modo de llegar al ahorro.

Se conoce que en los antiguos edificios no se pueden realizar grandes cambios para incorporar todas las medidas sustentables como en uno nuevo. Pero se pueden sumar cambios que satisfagan algunas de las exigencias que se plantean en la actualidad.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

#### 1.2.4.6.1 Arquitectura sustentable

Dentro del texto de Hernandez, S. (s.f) encontramos que la arquitectura sustentable se refiere a la creación de espacios para habitar, que van a partir desde el diseño hasta edificación misma. En estas edificaciones se usan criterios de desarrollo sustentable, es decir usan recursos que disminuyan el impacto al ambiente, dando a su vez confort a quien habita estos lugares. Atienden al cambio climático y al manejo adecuado de los recursos naturales.

A partir de este esclarecimiento podemos definir de lo que se trata el término “Universidad Sustentable”. Se llama de esta manera a una institución de educación superior, que aplica criterios de sustentabilidad, tanto en su estructura (ahorro de agua y de energía) como en la manera de educar. Y así brinda una ayuda a la sociedad en su transición a estilos de vida sustentables.

#### 1.2.4.6.2 Certificaciones Internacionales verdes

Estas certificaciones se encargan de catalogar la importancia del cumplimiento de criterios de sustentabilidad y diseño en la construcción. Criterios de sustentabilidad: producción, consumo de agua, energía, reciclaje, residuos sólidos, contaminación atmosférica, disminución del ruido, otros. Son aquellas que se entregan a las edificaciones, que cumplen con los estándares de construcción sustentable y buenas prácticas ambientales (Balarezo, P. 2012).

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

#### 1.2.4.6.3 Certificación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

Este sistema de certificación está compuesto de varias herramientas que se encargan de atender a todas las etapas como son de diseño, construcción, uso de la edificación, y evaluación y certificación de edificaciones (World Green Building Council, 2011).

Se emiten varios tipos de certificaciones como la LEED-NC que se otorga a edificios de nueva construcción y grandes remodelaciones; LEED-H para viviendas unifamiliares, refiriéndose a viviendas o casas que deseen cumplir con buenas prácticas ambientales; LEED-CS para estructuras de parques recreativos, zoológicos y naturales; LEED-ND para desarrollos urbanos, como conjuntos habitacionales y centros comerciales; y la certificación LEED-EB, que se otorga a edificios ya existentes para el funcionamiento y mantenimiento, incorporando temas ambientales (Balarezo, P. 2012).

#### 1.2.4.6.4 Política de construcción sustentable en el Ecuador

Según indica Balarezo, P. (2012) en su argumento, en el Ecuador en sí no existe una política propiamente dicha, como la internacional. Pese a esto la concientización que se ha llegado a tener ha logrado que entidades como el Colegio de Arquitectos del Ecuador, elabore una Ordenanza, No. 3457 de las Normas de Arquitectura y Urbanismo, esta busca el mejoramiento de las condiciones del hábitat, previniendo y controlando la contaminación, y el deterioro del ambiente.

#### 1.2.4.6.5 Certificación del Consejo Ecuatoriano de Edificación Sustentable

Esta es una organización no gubernamental dedicada a la certificación de edificaciones como sustentables, basándose en las categorías de certificación LEED-EB, pero con diferencia en la metodología de evaluación.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Por otro lado también permite a las edificaciones que tengan su propio modelo de diagnóstico y evaluación de las instalaciones, tomando en cuenta los parámetros determinados por la organización.

### 1.2.5 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES

***Consumo de agua y energía:*** consumo de los ocupantes del Campus “Juan Montalvo”.

***Cantidad en ml de agua lluvia:*** medición del volumen del agua de lluvia, con datos de precipitaciones, y muestreos.

***Cantidad de energía consumida:*** medición de energía consumida dentro del Campus, por estudio de planillas, consumo por parte de las personas y los equipos.

***Calidad del agua:*** determinación de la calidad del agua por medio de parámetros y límites permisibles impuestos por el TULAS (Texto Unificado de Legislación Ambiental ecuatoriano).

***Caracterización físico-química del agua:*** compuesta por muestreos, análisis en el laboratorio y comparación de calidad del agua.

***Cantidad de energía solar:*** porción de radiación solar, la cual se va a utilizar para el funcionamiento de paneles solares.

## II. MÉTODO

### 2.1. Nivel de estudio

- **Exploratorio:** se medirá el consumo de agua y energía. Se tomarán muestras y buscarán datos de las precipitaciones en el sector de Guápulo, estas muestras servirán para la caracterización del agua de lluvia. Se buscará y diseñará métodos y procesos que formen parte un sistema de ahorro sustentable por medio de revisiones bibliográficas y también investigaciones de campo. Para determinar la calidad del agua de lluvia recolectada se comparará con los límites máximos permisibles de la Tabla 1 del Libro VI Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (*TULAS*); y la posibilidad del uso de energías alternativas, dependiendo de la demanda y los costos, dentro del Campus “Juan Montalvo”.
- **Correlacionales:** se estudiará la relación existente entre el cambio climático vivenciado en la actualidad, con el uso de agua y energía y el ahorro de los mismos.

### 2.2. MODALIDAD DE INVESTIGACION

- **De campo:** se harán mediciones de consumo de agua potable y energía eléctrica, se recopilarán datos del consumo, se recogerán muestras de agua de lluvia para caracterizarlas, se estudiará la factibilidad del uso de energías alternativas como la

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

solar térmica, solar fotovoltaica, eólica, geotérmica por las características y condiciones del lugar.

- **Documental:** se profundizará el conocimiento en cuanto a las estadísticas pluviales con apoyo de registros en el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Se usarán datos de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento para conocer el valor exacto del consumo de agua potable. Se investigarán los datos climáticos de fuentes confiables. También se ampliará conocimientos de acuerdo al diseño de sistemas de captación del agua de lluvia y uso de energía renovable, en diferentes textos.
- **Proyecto de desarrollo:** la presente investigación elaborará una propuesta viable para el ahorro sustentable del recurso agua y de la energía eléctrica, tomando en cuenta también un sistema de gestión medioambiental, en el Campus “Juan Montalvo” de la UISEK. Se desarrollará un análisis costo-beneficio del sistema de ahorro.

### 2.3.MÉTODO

- **Método Histórico-Lógico:** a través de la investigación se profundizará los diferentes procesos que formarán parte del diseño de ahorro sustentable tanto de agua como de energía eléctrica, para esto se buscarán tecnologías, indicando su evolución, desenvolvimiento y aprovechamiento, a lo largo de la historia humana. A través del método lógico se indagará las leyes generales de funcionamiento y desarrollo de un sistema de ahorro sustentable.

## 2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

- **Población estadística:** Consumo de agua y consumo de energía eléctrica.
- **Muestra:** Datos de precipitaciones, calidad de agua, consumo de energía eléctrica.

## 2.5. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

- **Observación:** visitas al Campus para reconocimiento del lugar, análisis del lugar apropiado para el sistema, medición del espacio dentro del Campus, utilidad dentro del sitio.
- **Experimentación:** tomas de muestras, uso de laboratorio para caracterización, uso del laboratorio para tratamiento del agua de lluvia a escala, dependiendo de los parámetros que se quieran mejorar. Pruebas de ahorro de energía, por conciencia ambiental y uso de energías renovables.

## 2.6. COMPARACIÓN DE DATOS INAMHI VS. ESTACIÓN

### METEOROLÓGICA

Cálculo del error absoluto con datos de precipitación del INAMHI y datos de precipitación de la estación meteorológica usada en el Campus Juan Montalvo.

**Tabla No. 3. Comparación de valores de precipitación registrados**

	<b>2004</b>	<b>2013</b>
<b>ENE</b>	56	42,7
<b>FEB</b>	34,4	195,1
<b>MAR</b>	75,2	82,7
<b>ABR</b>	156,3	131,57
<b>MAY</b>	113,8	92,964
<b>MEDIA</b>	66,30	84,75
<b>DESV EST</b>	48,44	57,59
<b>ERROR ABS</b>	18,45	

Elaborado por: María José Aguirre (2013)

## 2.7. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

Metodología de las prácticas en el laboratorio, validadas por la APA.

### 2.7.1. Toma de muestras

Por medio de investigaciones previas se determina realizar 5 muestras en diferentes puntos del Campus Juan Montalvo. Cada muestra se tomará de forma puntual. En los puntos ubicados en el gráfico 9.

Se utilizarán recipientes de plástico de 1 Litro, de polietileno, policarbonato o teflón si se requiere.

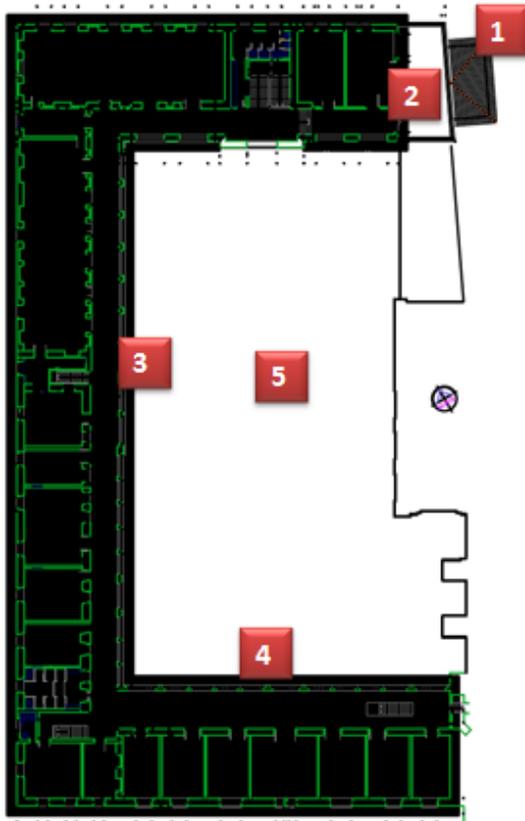
La forma en realizar la toma de muestra será utilizando el tejado del Campus, el agua conducida por las diferentes canaletas, captadas en un tanque. Se debe recolectar suficiente

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

volumen para permitir análisis de calidad. Este muestreo se realizará en el periodo de lluvia normal en la ciudad de Quito.

En el gráfico 9 se encuentran los puntos donde se tomaron las muestras de agua de lluvia en los meses de marzo, abril y mayo son: 1. Bajante de salida al patio, cerca de la bodega de mantenimiento, 2. Terraza del tercer piso, 3. Gradas centrales, 4. Bajante cerca de la entrada al Campus “Juan Montalvo”, 5. Toma de agua de lluvia directamente, en el patio central.

*Figura No. 9. Puntos de muestreo*



Fuente: Universidad Internacional SEK (2013)

## **2.7.2. Análisis de parámetros**

### **2.7.2.1. pH y conductividad**

Para el análisis de estos dos parámetros se usará el medidor multiparámetros.

Los valores de conductividad de la precipitación aumentan con el contenido de polutantes. Se colecta agua de lluvia en el tanque recolector durante los episodios de precipitación (5).

Se introduce el electrodo de vidrio del pH, se realiza la lectura y anotan los valores correspondientes. Se procede de igual manera con el electrodo de conductividad. Es importante lavar el electrodo con agua destilada antes de cada medición (Steubing, L et al. 2001).

### **2.7.2.2 Sólidos Sedimentables**

#### **MÉTODO APHA O PROCEDIMIENTOS NORMADOS/VALIDADOS 2540F**

Procedimiento volumétrico: llenarse un cono Inmhoff con 50 ml de la muestra bien mezclada. Se dejará sedimentar durante 45 minutos, removiendo a continuación suavemente las paredes del cono con una varilla o mediante rotación; se mantendrá en reposo 15 minutos más y se registrará el volumen de sólidos sedimentables del cono como milímetros por litro. Si la materia sedimentada contiene bolsas de líquido entre partículas gruesas, se evaluará el volumen de aquellas y restará del volumen de sólidos sedimentados (Fischer, A. J. & G.E. Symons. 1994).

### **2.7.2.3 Sólidos Suspendedos**

#### **MÉTODO APHA O PROCEDIMIENTOS NORMADOS/VALIDADOS 2540D**

Se montará el aparato de filtrado y el filtro e iniciará la succión. Para ajustar el filtro humedecer este con una pequeña cantidad de agua destilada. Filtrarse un volumen de 30 ml de muestra bien mezclada. Separarse cuidadosamente el filtro del aparato y trasladar a un crisol.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Llevar al horno y secar a 103-105 °C durante una hora al menos, enfriarse en un desecador para equilibrar la temperatura y llevarse a pesar (Lenore, S *et al.* 1989).

$$\text{mg de sólidos en suspensión/l} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{Volúmen de muestra ml}}$$

Dónde:

A= peso del filtro + residuo seco, mg

B= peso del filtro, mg.

#### 2.7.2.4 Dureza Total

METODO APHA O PROCEDIMIENTOS NORMADOS/VALIDADOS 2340C

Se diluirá 25 ml de muestra en 50 ml de agua destilada en un matraz erlenmayer de 125 ml. Añadir 5 gotas de buffer pH 10. Luego se tendrá que añadir una o dos gotas de indicador eriocromo negro, o una cantidad adecuada del reactivo o polvo seco. Poco a poco agregarse titulante EDTA estándar (ácido etilendiaminotetraacético), removiendo continuamente hasta convertir a la solución de color rosado a una de color azul. Anotarse los ml de EDTA gastados para el cálculo (Lenore, S *et al.* 1989).

$$\text{Dureza EDTA como mg de CaCO}_3/\text{l} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ml de muestra}}$$

Donde

A= ml de titulación para la muestra, y

B= mg CaCO<sub>3</sub> equivalente a 1,0 ml de titulante EDTA.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

## 2.8 PROCESAMIENTO DE DATOS

Se recolectarán y organizarán los datos para dar el respectivo tratamiento estadístico, y así determinar los parámetros de diseño.

Los resultados obtenidos en los muestreos, serán tabulados en Microsoft Office Excel 2010. Se realizará una compilación de los datos indicando: el lugar de muestreo, los mm de precipitación. En cuanto a los parámetros serán: pH, conductividad, SSed, SSusp y dureza; en la misma tabla se indicarán los máximos permisibles y si alguno de los datos sobrepasa la norma.

Se realizará una comparación del consumo de agua y energía eléctrica y el ahorro que se va a tener con el sistema a diseñar.

### 2.8.1 Registros de Precipitaciones

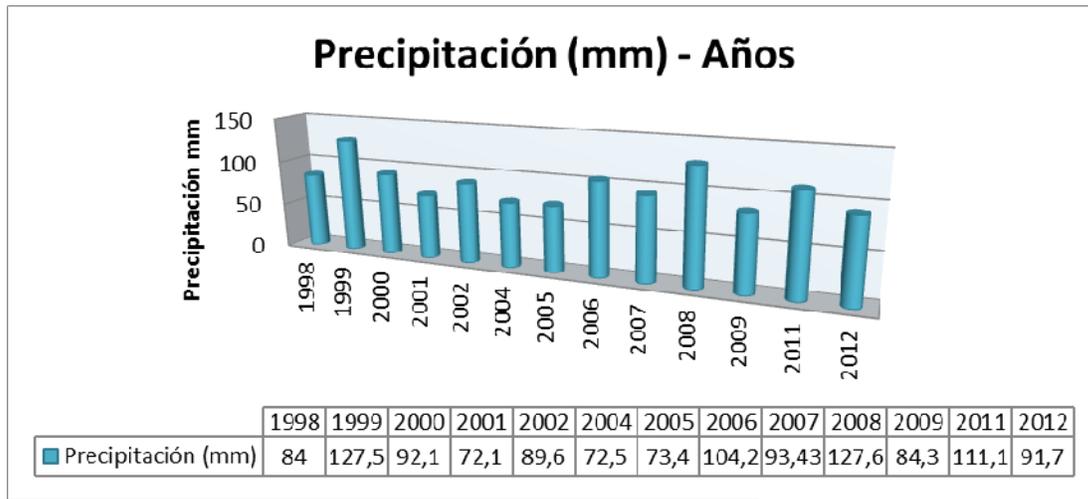
*Figura No. 10. Estación Meteorológica DAVIS Vantage Pro*



Tomada por: María José Aguirre (2013)

En los siguientes gráficos se encuentra el promedio de las precipitaciones por años, por meses, registradas en el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) desde el año 1975 al 2012. Y datos de precipitaciones del 2013 tomadas por la Estación Meteorológica como se muestra en el Gráfico No. 10., ubicada en el Campus “Juan Montalvo”.

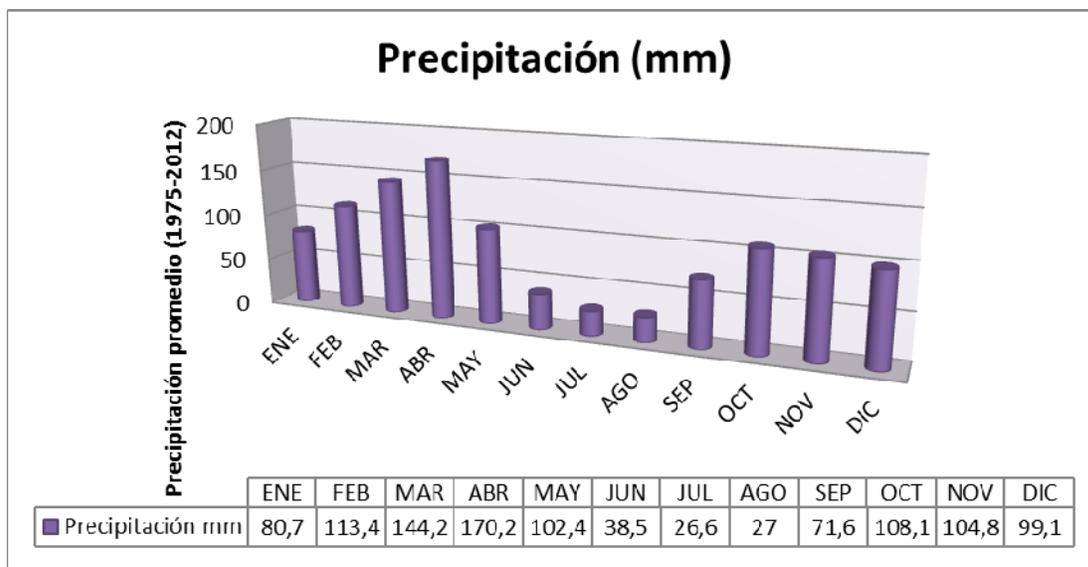
Figura No. 11. Promedio de precipitaciones por cada año (1998-2012)



Fuente: INAMHI. Elaborado por: María José Aguirre (2013)

En cuanto al promedio de precipitaciones presentadas en cada mes, se tiene que al mes de abril como el mes de mayor cantidad de lluvias, el periodo de precipitaciones pluviales va de septiembre a mayo con un promedio de 110,5 mm.

Figura No. 12. Precipitaciones promedio en cada mes

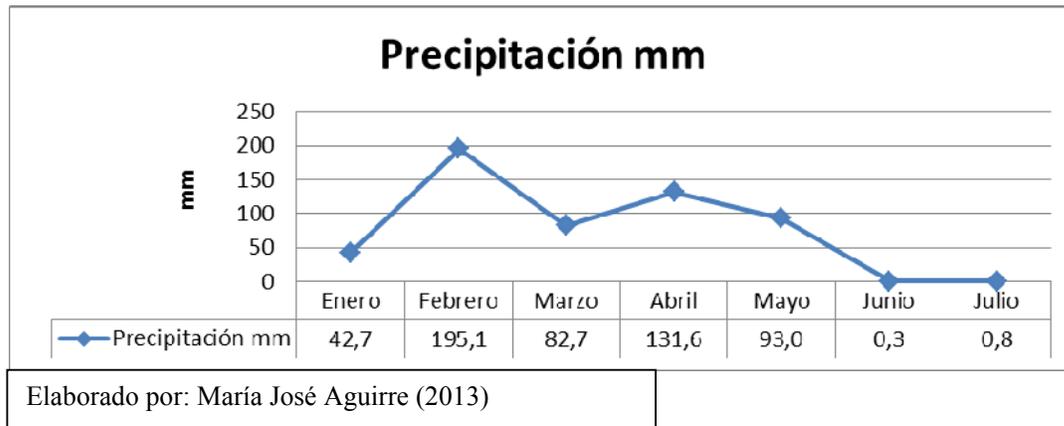


Fuente: INAMHI. Elaborado por: María José Aguirre

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

La estación meteorológica DAVIS Vantage Pro propiedad de la Universidad Internacional SEK, se la ubicó en el Campus “Juan Montalvo” y registró datos de precipitación entre otros, desde Enero a Julio y se observan a continuación en el Gráfico No. 13.

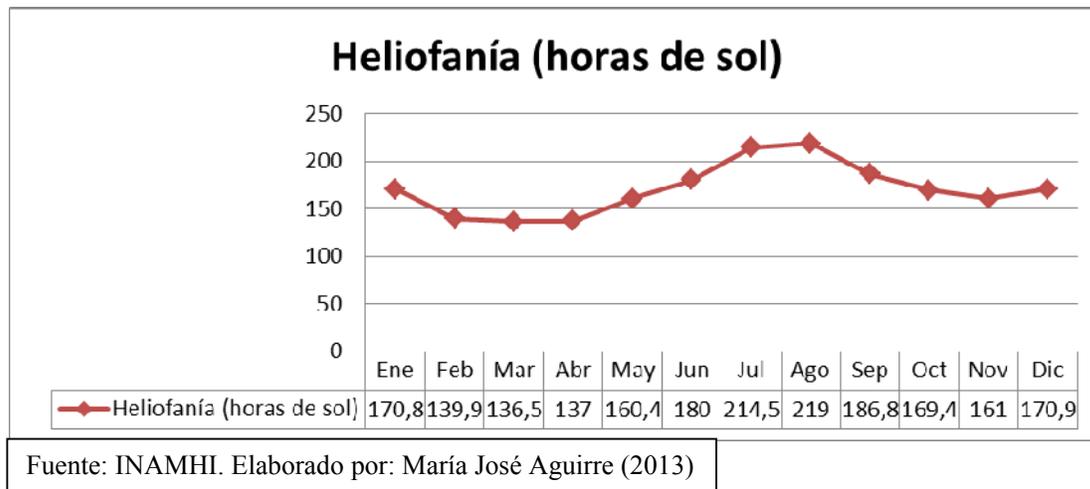
Figura No. 13. Precipitaciones registradas en Guápulo (Ene-Jul)



### 2.8.2 Heliofanía

La denominada Heliofanía, se refiere a las horas de sol que hay en el día, en el cuadro que se muestra a continuación se describen los promedios en cada mes presentados desde el año 1975 al 2012, registrados por el INAMHI. Aquí encontramos que los meses de más horas de sol van de junio a agosto.

Figura No. 14. Promedio mensual de horas de sol registradas



### 2.8.3 Consumo agua potable

El agua potable consumida en la ciudad de Quito es distribuida por la EMAAP, Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento.

Según la EMAAP (2013), el abastecimiento de agua potable en Quito se realiza mediante algunos sistemas integrados que suministran del servicio a la ciudad, a las parroquias suburbanas y rurales. El caudal seguro de agua disponible en las fuentes actualmente aprovechadas en el DMQ es de unos 8,6 m<sup>3</sup>/s, provenientes de cuencas con ciclos hidrológicos suplementarios. Para su tratamiento existe una capacidad instalada de 8,5 m<sup>3</sup>/s (considerando pozos y vertientes).

La cobertura promedio del servicio de agua potable y alcantarillado en el Distrito Metropolitano de Quito se estima en la actualidad en 98.37% y 93.97% respectivamente. En cuanto a la capacidad del sistema los tanques aportan con un volumen de almacenamiento de más de 280.000 m<sup>3</sup>, lo cual representa aproximadamente el 60% del volumen diario producido para la ciudad de Quito.

El consumo total está en unidades de m<sup>3</sup> por la población (en este caso el Campus “Juan Montalvo”) por cada mes, los datos fueron tomados de planillas de agua potable de los últimos 6 meses (Nov-Abr). La dotación total se encuentra en unidades de litros por persona y por día. Ahora bien la demanda que se va a tomar en cuenta en este estudio, no va ser el consumo total, sino el consumo para sanitarios y para el riego de jardines, que será el destino del agua de lluvia que se va a recolectar con el Sistema de Captación de Agua de lluvia SCALL. Según la Organización Mundial de la Salud (2009) la cantidad de agua potable usada

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

para los sanitarios es de 2 litros por estudiante, en un día 7 a 10 litros por persona; el agua potable usada para el riego de jardines es de 2 L x m<sup>2</sup> x día, en el Campus se tiene un área de 4051, 63 m<sup>2</sup>, y se tiene una dotación de 7 días al mes se tiene que el agua requerida para el riego es de 226,9 m<sup>3</sup> anuales.

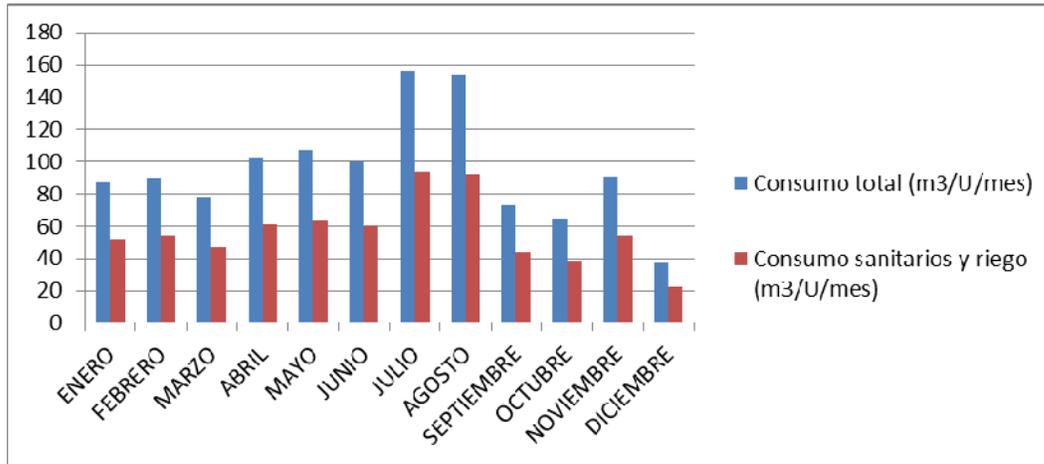
**Tabla No. 4. Consumo de agua total y por persona**

MES	Consumo total (m3/U/mes)	Dotación total (l/per/día)	Consumo sanitarios y riego (m3/U/mes)	Dotacion sanitarios (l/per/día)
<b>ENERO</b>	87	9,4	52,2	5,6
<b>FEBRERO</b>	90	10,7	54	6,4
<b>MARZO</b>	78	8,4	46,8	5
<b>ABRIL</b>	102	11,3	61,2	6,8
<b>MAYO</b>	107	11,5	64,2	6,9
<b>JUNIO</b>	100	11,1	60	6,7
<b>JULIO</b>	156	16,8	93,6	10,1
<b>AGOSTO</b>	154	16,6	92,4	9,9
<b>SEPTIEMBRE</b>	73	8,1	43,8	4,9
<b>OCTUBRE</b>	65	7	39	4,2
<b>NOVIEMBRE</b>	91	10,1	54,6	6,1
<b>DICIEMBRE</b>	37	4	22,2	2,4
<b>Consumo anual</b>			684	
<b>Consumo Jardines</b>			226,9	

Fuente: EMAAP. Elaborado por: María José Aguirre (2013)

Aproximadamente se tendrá un ahorro de 30 m<sup>3</sup> por mes, esto quiere decir 30000 litros, lo cual resultaría positivamente, luego de realizar el análisis beneficio costo y la factibilidad del proyecto.

*Figura No. 15. Comparación del consumo total vs. Consumo para sanitarios y riego*



Fuente: EMAAP. Elaborado por: María José Aguirre (2013)

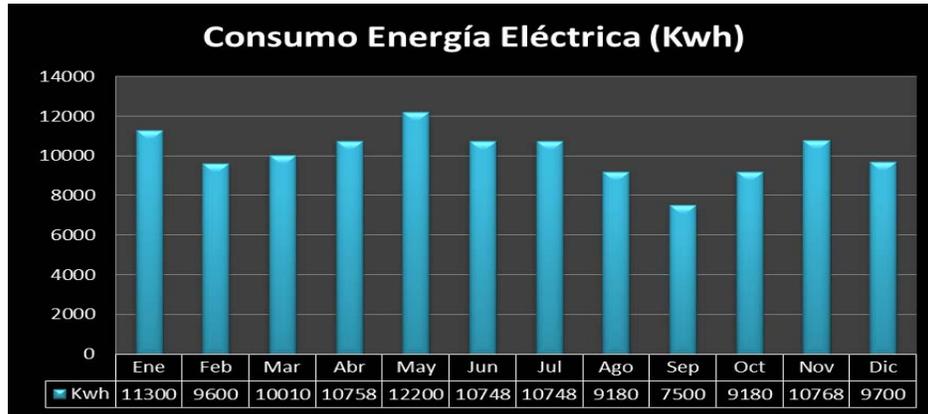
#### 2.8.4 Consumo Energía Eléctrica

La energía eléctrica en la ciudad de Quito es proporcionada por la Empresa Eléctrica Quito, la cual se obtiene su energía por medio de hidroeléctricas, termoeléctricas y también de conexiones internacionales.

Los datos para este estudio fueron tomados de las planillas de la Empresa Eléctrica Quito, de los últimos 6 meses (Nov-Abr), donde se encontró que el promedio mensual del consumo de energía eléctrica es de 11082,7 kwh. Se puede observar en el Gráfico 16., como se encuentra distribuido el consumo población (Campus “Juan Montalvo”) por mes.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Figura No. 16. Consumo de energía eléctrica en el Campus Juan Montalvo



Fuente: Empresa Eléctrica Quito. Elaborado por: María José Aguirre (2013)

## 2.8.5 Cálculos para el Sistema de Captación de agua de lluvia SCALL

### 2.8.5.1. Determinación de la demanda de agua

La Universidad Internacional SEK, Campus “Juan Montalvo” que se encuentra ubicada en el sector de Guápulo, tiene entre trabajadores y estudiantes, 300 personas; y una infraestructura para la captación del agua de lluvia consistente en una serie de aulas con 1577 m<sup>2</sup>.

$$D_j = \frac{Nu \times Dot \times Nd_j}{1000}$$

Dónde:

D<sub>j</sub>= demanda de agua en el mes j, m<sup>3</sup>/mes/población

Nu= número de beneficiarios del sistema

Dot= dotación en l/persona/día

Nd<sub>j</sub> = número de días del mes j

D<sub>anual</sub>= demanda de agua para la población

j=número del mes (j= 1, 2, 3...,12)

1000= factor de conversión de litros a m<sup>3</sup>

Dj=

$$\frac{300 \times 5,6 \times 31}{1000}$$

= 52,2 m<sup>3</sup>/mes/población

**Tabla No.5. Demanda anual**

MES	DIAS DEL MES	Consumo (m3/U/mes)	Dotación total (l/per/dia)	Dotacion sanitarios (l/per/dia)	Dj(consumo sanitarios y jardines)m3
ENERO	31	87	9,4	5,6	52,2
FEBRERO	28	90	10,7	6,4	54,0
MARZO	31	78	8,4	5,0	46,8
ABRIL	30	102	11,3	6,8	61,2
MAYO	31	107	11,5	6,9	64,2
JUNIO	30	100	11,1	6,7	60,0
JULIO	31	156	16,8	10,1	93,6
AGOSTO	31	154	16,6	9,9	92,4
SEPTIEMBRE	30	73	8,1	4,9	43,8
OCTUBRE	31	65	7,0	4,2	39,0
NOVIEMBRE	30	91	10,1	6,1	54,6
DICIEMBRE	31	37	4,0	2,4	22,2
D anual (sanitarios)					684,0
Agua de riego anual (2L/m2/día) m3					226,9
D anual (sanitarios y riego)					910,9

Fuente: EMAAP. Elaborado por: María José Aguirre (2013)

$$D_{\text{anual}} = \sum_{j=1}^{12} D_j = 910,9 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$$

### 2.8.5.2. Cálculo de la precipitación pluvial neta

La precipitación que se toma en cuenta para calcular la precipitación pluvial neta es la mensual promedio registrada por el INAMHI, registro de 1975 al 2012. En este caso los meses con lluvia van de Enero a Mayo y Septiembre a Diciembre; sin embargo, solo se consideran los meses con precipitaciones mayores a 40 m (valores inferiores no se almacenan y se utilizan para la limpieza del área de captación y canaletas); un coeficiente de

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

escurrimiento de 0.85 por tratarse de teja, y una probabilidad de lluvia de 80% obteniéndose 760,8 mm.

Coefficiente de escurrimiento: teja = 0.85

$$PN_{ijk} = P_{ijk} \times \eta_{\text{captación}}$$

Dónde:

$PN_{ijk}$  = precipitación neta del día i, mes j y año k, mm

$P_{ijk}$  = precipitación total del día i, mes j y año k, mm

$\eta_{\text{captación}}$  = eficiencia de captación del agua de lluvia

Coefficiente de escurrimiento =  $(0,8+0,9)/2 = 0,85$

Probabilidad de lluvia del 85% = 0,85

$$PN_{\text{Enc}} = 88,2 \times (0,85 \times 0,80)$$

$$PN_{\text{Enc}} = 59,97$$

**Tabla No. 6. Precipitaciones con coeficiente de escurrimiento y mayores a 40 mm.**

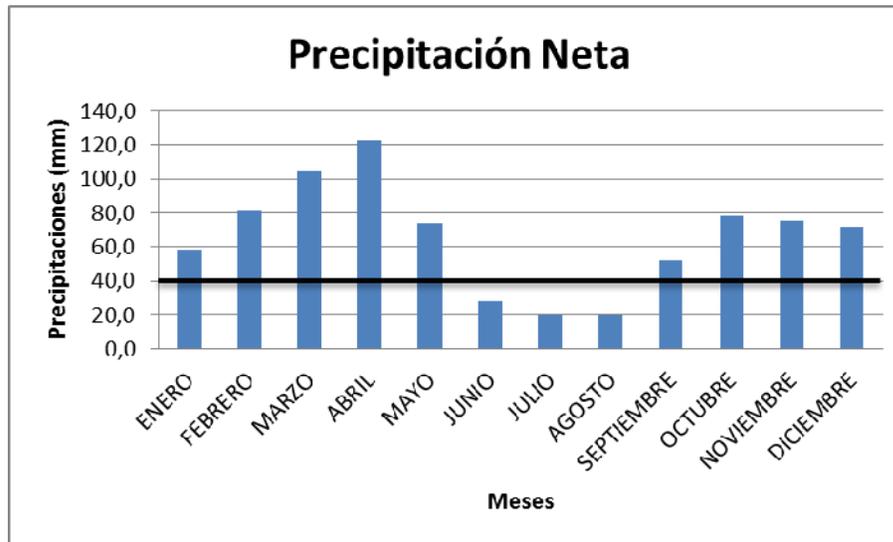
MES	Precipitación	PN	PN (> 40mm)
<b>ENERO</b>	88,2	60,0	61,7
<b>FEBRERO</b>	116,4	79,2	86,8
<b>MARZO</b>	149,6	101,7	110,3
<b>ABRIL</b>	179,8	122,3	130,2
<b>MAYO</b>	99,2	67,5	78,3
<b>JUNIO</b>	36	24,5	
<b>JULIO</b>	26,3	17,9	
<b>AGOSTO</b>	27	18,4	
<b>SEPTIEMBRE</b>	71,6	48,7	54,8
<b>OCTUBRE</b>	108,1	73,5	82,7
<b>NOVIEMBRE</b>	104,8	71,3	80,2
<b>DICIEMBRE</b>	99,1	67,4	75,8
<b>ANUAL</b>	1106,1	752,1	760,8

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

<b>PROMEDIO</b>	115,7
<b>Eficiencia de captación agua lluvia</b>	0,68

Fuente: INAMHI. Elaborado por: María José Aguirre (2013)

Figura No. 17. Precipitación promedio mensual histórica 1975-2012, Quito.



Fuente: INAMHI. Elaborado por: María José Aguirre (2013)

### 2.8.5.3. Área de captación del agua de lluvia

$$A = a \times b$$

Dónde:

A= Área de captación, m<sup>2</sup>

a= Ancho de la casa, m

b= Largo de la casa, m

$$A = 1577 \text{ m}^2$$

$$A_{ec} = \frac{D_{anual}}{\sum_{j=1}^{12} PN_j}$$

Dónde:

A<sub>ec</sub> = es el área de captación necesaria para abastecer la demanda de agua a una familia o comunidad, en m<sup>2</sup>

D anual = demanda de agua anual que necesita una población, D anual= 910,9 m<sup>3</sup>

$\sum_{j=1}^{12} PN_j$ . Suma de las precipitaciones netas medias mensuales que originan escurrimiento, mm.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

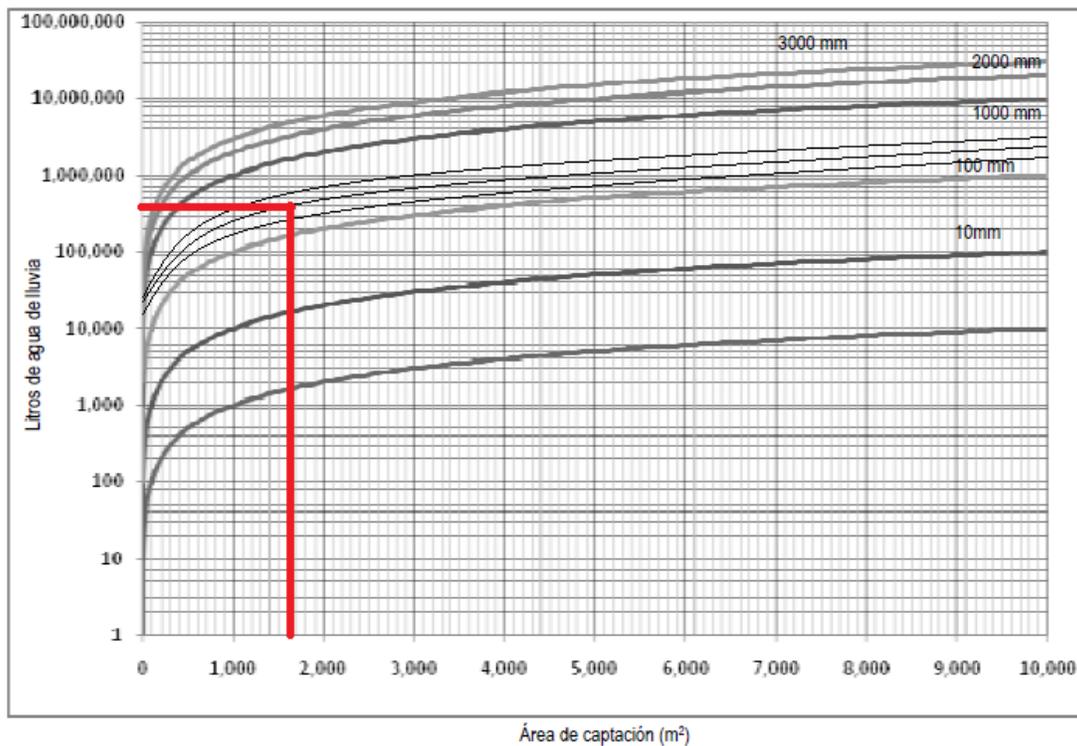
$$A_{ec} = \frac{\sum (0,02884 + 0,0771 + 0,0981 + 0,1137 + 0,0696 + 0,0487 + 0,0733 + 0,0713 + 0,0674) \cdot 10,8}{1337,9 \text{ m}^2}$$

#### 2.8.5.4. Volumen de agua de lluvia captado. Método gráfico

Área de captación actual= 1577 m<sup>2</sup> ~ 1600 m<sup>2</sup>

Litros de agua lluvia mensual (máx)= 372,9 mm ~ 380 mm

Figura No. 18. Volumen de agua lluvia captado.



Fuente: Diseño de sistemas de captación de agua de lluvia. Elaborado por: María José Aguirre (2013)

Se podrán obtener 400 000 litros de agua de lluvia con el área total de captación y con una precipitación de 300 mm (máxima precipitación registrada). Con una precipitación promedio mensual de 113,7 mm y el área total de captación se obtendrá un volumen de agua de 150 000

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

litros es decir  $150 \text{ m}^3$  al mes. Con este resultado nos podemos dar cuenta que el agua recolectada será suficiente para la demanda, ya que aproximadamente se necesitará por cada mes  $76 \text{ m}^3$  para riego y sanitarios.

#### 2.8.5.5. Diseño del sistema de conducción del agua captada

Longitud del cauce (primera parte) = 32,4 m

Cota máxima = 1.5 m

Cota mínima = 1 m

Superficie de captación (primera parte) =  $197 \text{ m}^2 = 0,000197 \text{ km}^2$  (se considera la mitad del techo por tener un parteaguas)

Precipitación máxima diaria registrada = 153,9 mm

Duración de la precipitación pluvial neta = 1 hora

Tiempo de concentración del agua ( $t_c$ ) mediante la fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0,00035 (L^{0,77}/S^{0,385})$$

Dónde:

S = es la pendiente media, L es la longitud del área de captación en m y  $t_c$  resulta en h.

$$T_c = 0,00035 (32,4^{0,77}/0,0154^{0,385}) = 0,0254 \text{ h}$$

Estimación del tiempo en que ocurre el máximo escurrimiento con el empleo del tiempo de concentración.

$$t_p = 0,5 D + 0,6 t_c$$

Dónde:

D = Duración de la precipitación efectiva, h

$$t_p = 0,5(0,1539) + 0,6(0,0254) = 0,092 \text{ h}$$

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Tiempo para drenar todos los escurrimientos

$$t_b = 2,67 \text{ tp}$$

$$t_b = 2,67 (0,092) = 0,246$$

Gasto máximo esperado para el área indicada

$$Q_p = 0,278 \times \text{precipitación máx} \times \text{área indicada} / t_p$$

$$Q_p = 0,278 \times 153,9 \text{ mm} \times 0,000197 \text{ km}^2 / 0,092 \text{ h}$$

$$Q_p = 0,0961 \text{ m}^3/\text{s}$$

Estimación del área transversal del colector de agua de lluvia, circular para conducir 0,0961 m<sup>3</sup>/s.

Se asume una velocidad de 1,2 m/s ya que se plantea una pendiente del 5 % para el colector.

Datos:

$$Q_p = 0,0961 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v = 1.2 \text{ m/s}$$

$$A = \frac{0,0961}{1,2} = 0,08 \text{ m}^2 ;$$

Esto quiere decir que, para conducir la cantidad de agua de lluvia, se necesitará una tubería circular de 0,2 metros o 7 pulgadas. Los bajantes que se encuentran instalados son de 4 pulgadas. Por lo tanto el colector de todos los bajantes, que va a llevar el agua de lluvia a la cisterna deberá ser de 7 pulgadas, en teoría.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

### 2.8.5.6. Volumen del sedimentador

$$V_{\text{Sedimentador}} = A_{\text{ec}} \times I_p$$

Dónde:

$V_{\text{Sedimentador}}$  = volumen del sedimentador, m<sup>3</sup>/hora

$A_{\text{ec}}$  = área efectiva de captación del agua de lluvia, m<sup>2</sup>. Área de captación = 1577 m<sup>2</sup> ~ 1600 m<sup>2</sup>

$I_p$  = intensidad de precipitación, m/hora

$$I_p = \frac{P_p}{t}$$

Máxima intensidad de precipitación, registrada por la estación meteorológica en el Campus de Guápulo, año 2013, fue:

$$I_p = 153,9 \text{ mm/h}$$

$$V_{\text{Sedimentador}} = 1600 \times 0,1539 = 246,24 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 2.8.5.7. Volumen de cisterna

$V_{\text{cisterna}}$  = volumen mínimo de la cisterna, m<sup>3</sup>

$D_j$  = demanda mensual, m<sup>3</sup>/mes = demanda mensual máxima aproximada para sanitarios y riego 93,6 m<sup>3</sup>/mes.

$M_{\text{sequía}+2}$  = meses con sequía más 2

$$V_{\text{cisterna}} = D_j \times M_{\text{sequía}+2}$$

$$V_{\text{cisterna}} = 93,6 \times (4+2)$$

$$V_{\text{cisterna}} = 561,6 \text{ m}^3$$

## 2.9. Cálculos de número de paneles solares.

### 2.9.1. Promedio del consumo de electricidad

*Tabla No. 7. Consumos mensuales*

MES	Kwh
Enero	11300
Febrero	9600
Marzo	10010
Abril	10758
Mayo	12200
Junio	10748
Julio	10748
Agosto	9180
Septiembre	7500
Octubre	9180
Noviembre	10768
Diciembre	9700
Suma	121692
Promedio	10141,0

Fuente: Empresa Eléctrica Quito. Elaborado por: María José Aguirre (2013)

### 2.9.2. Cálculo kwh/día

$$\text{Kwh por día} = \frac{\Sigma \text{consumo mensual}}{365}$$

$$= \frac{121692}{365} = 333,4 \text{ kwh/día} = 333402,7 \text{ w/día}$$

### 2.9.3. Número de paneles

$$\text{Numero de w/h que se necesita producir} = \frac{\text{w/h}}{\text{Promedio de horas de sol}}$$

$$\text{Número de paneles} = \frac{\text{Numero de w/h que se necesita producir}}{\text{w de los paneles}}$$

**Tabla No. 8. Cálculo de Número de paneles**

MES	Kwh	Heliofanía (horas de sol)
Enero	11300	170,8
Febrero	9600	139,9
Marzo	10010	136,5
Abril	10758	137
Mayo	12200	160,4
Junio	10748	180
Julio	10748	214,5
Agosto	9180	219
Septiembre	7500	186,8
Octubre	9180	169,4
Noviembre	10768	161
Diciembre	9700	170,9
Suma	121692	2046,2
Promedio	10141,0	170,5
Kwh por día	333,4	
W/día	333402,7	
w/h que deseo producir	1955,3	
Número de paneles	8	

Fuente: Kaylee Finn. [http://www.ehowenespanol.com/calculo-cuantos-paneles-solares-necesito-como\\_168714/](http://www.ehowenespanol.com/calculo-cuantos-paneles-solares-necesito-como_168714/)

Elaborado por: María José Aguirre (2013)

### III. RESULTADOS

#### 3.1. SCALL (Sistema de Captación de Agua de Lluvia)

##### 3.1.1. Caracterización de muestras de agua de lluvia

**Tabla No. 9. Calidad de agua recolectada**

#	Fecha	Lugar	Precipitación		ph	Conductividad ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	Sólidos sedimentables ( $\text{ml}/\text{l}$ )	Sólidos Suspendidos ( $\text{mg}/\text{l}$ )	Dureza $\text{CaCO}_3$ ( $\text{mg}/\text{l}$ )	
			mm	in						
1	11/04/2013	Salida al patio 	19,81	0,8	6,963	30,4	2,6	794	0,52	
2	17/04/2013	Terraza tercer piso 	6,60	0,3	7,072	32	0,1	103	0,6	
3	18/04/2013	Gradas 	12,70	0,50	6,537	18,4	0,2	215	0,4	
4	30/04/2013	Bajante 	3,56	0,1	6,748	33,5	0,02	43	0,92	
5	06/05/2013	Directo 	21,08	0,8	7,005	35,1	0,2	34	0,8	
<b>Limite Max Permissible TULAS. LibroVI Anexo 1 Tabla 1.</b>					6	9	N.A	N.A	N.A	500
<b>Límites de máximos permisibles para aguas de</b>										
<b>Real Decreto 1620/2007. Anexo IA. Calidad 1.1.</b>					N.A	N.A	N.A	10	N.A	
<b>EPA. Drinking water Quality</b>					6.5	8.5	400	N.A	N.A	270

Elaborado por: María José Aguirre (2013)

Según los análisis de agua de lluvia recolectada en el Campus “Juan Montalvo”, presentados en la Tabla No.9, que se realizaron en el laboratorio de la facultad de Ciencias Ambientales, en el Campus “Miguel de Cervantes” de la Universidad Internacional SEK, se encuentra que las industrias del sector de Guápulo, no causan mayor impacto en la atmósfera, debido a que el pH encontrado no sobrepasa los límites máximos permisibles indicados en la normativa

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

ambiental vigente ecuatoriana (TULAS) tomada de referencia en la presente investigación.

No se encontraron niveles de acidez en el agua de lluvia.

Por otro lado la conductividad y dureza tampoco exceden los límites máximos permisibles, por esta razón se puede determinar que el agua es blanda.

En cuanto a los sólidos suspendidos, al no encontrar referencia en la normativa ambiental ecuatoriana, se tomó en cuenta el Real Decreto 1620/2007. Anexo IA. Calidad 1.1. Residencial, de España; donde se menciona que la cantidad de sólidos suspendidos máxima debe ser de 10 mg/l.

Se encontró también presencia de sólidos sedimentables en el agua de lluvia, y a pesar de no tener una referencia acerca del valor máximo permisible; se conoce que para el uso doméstico del agua no deberían encontrarse ninguna clase de sólidos. Para eliminarlos se necesita de filtros sencillos en cada bajante, que atrapen a los sólidos grandes como animales, piedras, hojas; y un tratamiento de sedimentos que ayude a eliminar las partículas más pequeñas. En este capítulo se observará el diseño del tratamiento para el agua recolectada.

### **3.1.2. Área de captación**

Se consideró conveniente utilizar el techo del Campus “Juan Montalvo” Figura No. 19, para la realización del diseño del sistema de captación de agua de lluvia, debido a que el área presente es suficiente para captar el agua demandada, de tal manera que se pueda dar un aprovechamiento eficiente del agua de lluvia y así comenzar con el ahorro sustentable que se busca con la presente investigación.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

*Figura No. 19. Área de captación, fachadas*



Imágenes tomadas por: María Jose Aguirre (2013)

### 3.1.3. Conducción del agua de lluvia

El agua de lluvia es recolectada por la canaleta que se encuentran a lo ancho de la edificación. Al final del tejado, de esta manera recolecta el agua de lluvia que cae por las tejas, tal y como se muestra en la figura No. 20.

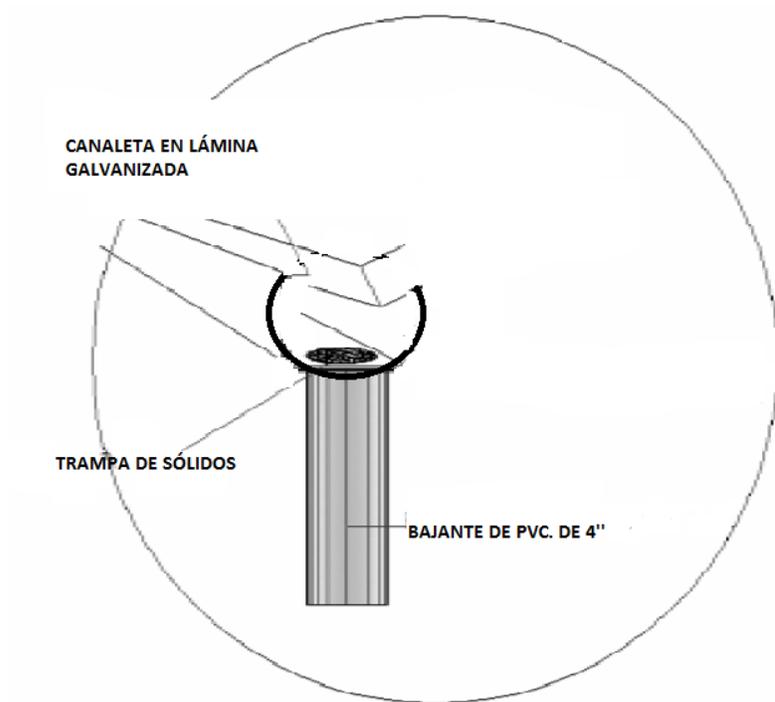
Se puede observar la conexión existente entre la canaleta y los bajantes, la cual se indica en la Figura. No. 21., y esta es de forma circular. Este sistema de recolección está constituido por 104 metros de canaleta, construida con lámina galvanizada.

*Figura. No. 20. Canaletas en el Campus “Juan Montalvo” de la Universidad Internacional SEK.*



Tomadas por: María José Aguirre (2013).

*Figura No. 21. Detalle de canaleta y bajantes*



Fuente: Diseño de sistemas de captación del agua de lluvia.

El sistema de conducción de agua pluvial está integrado por 14 bajantes con una altura promedio de 4,2, la tubería es de 4 pulgadas en material PVC sanitario.

*Figura No. 22. Bajada del agua de lluvia de los techos*



Tomada por: María José Aguirre (2013).

La red de conducción (colector) conduce el agua captada de los bajantes hacia tres puntos de revisión, los cuales por la misma red se dirigen más tarde a la cisterna de almacenamiento, cuya ubicación está planificada para el jardín trasero del Campus “Juan Montalvo” ver Anexo 1, esta red de conducción Figura No. 23, se hallará 1 metro bajo el suelo, con una pendiente del 5 % y un diámetro de 7 pulgadas. El recorrido de esta red de conducción hasta llegar a la cisterna de almacenamiento será de 138,22 metros.

*Figura No. 23. Conducción de agua de lluvia proveniente de los bajantes*



Tomadas por: María José Aguirre (2013).

A continuación en la Tabla No. 10., se presenta un cuadro con el resumen de cálculos para dimensionamiento del sistema de captación de agua de lluvia.

**Tabla. No. 10. Resumen de cálculos para dimensionamiento del SCALL**

	<b>Unidades</b>	<b>Campus Juan Montalvo</b>
<b>Poblacion</b>	usuarios	300
<b>Dotacion</b>	l/p/día	6,2
<b>Ndj</b>	días	30,4
<b>Demanda mensual Dj</b>	m3/mes	75,9
<b>D anual</b>	m3/año	910,9
<b>Ce</b>		0,85
<b>Probabilidad</b>	%	80

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

<b>Precipitación Neta total</b>	mm	752,1
<b>Área disponible</b>	m <sup>2</sup>	1600
<b>A ec</b>	m <sup>2</sup>	1337,9
<b>Tc</b>	h	0,0254
<b>Tp</b>	h	0,092
<b>Tb</b>	h	0,246
<b>Qp</b>	m <sup>3</sup> /s	0,0961
<b>Área transversal de colector</b>	m <sup>2</sup>	0,08
<b>T comercial</b>	Pulgadas	7
<b>V sedimentador</b>	m <sup>3</sup> /h	246,24
<b>Meses con sequía</b>	meses	4
<b>V cisterna</b>	m <sup>3</sup>	561,6
<b>Dimensiones de cisterna</b>	m	10 x 10 x 5

Elaborado por: María José Aguirre (2013).

#### 3.1.4. Sistemas de trampas de sólidos

Este sistema se encuentra integrado por 14 trampas, las cuales se colocarán en cada uno de los bajantes construidos con malla galvanizada. Con estas mallas se podrá evitar la presencia de sólidos grandes como piedras, hojas, animales u otros objetos mayores que cooperen con la aparición de sólidos suspendidos y sedimentables. Ver Figura No. 21.

#### 3.1.5. Sistema de filtros de sedimentos

Para el sistema de filtros de sedimentos se aplicará el indicado en el documento de Diseño de sistemas de captación de agua de lluvia. Se trata de un PVC hidráulico de 10 pulgadas que tiene un sistema filtrante modular compuesto por arenas y gravas sílicas. Se ubicará en la parte superior de la cisterna, puesto en la red principal antes del bombeo de agua hacia sanitarios y riego.

El filtro contará con una tapa roscada de sedimentos, debido a que así se podrán desechar los residuos acumulados, al momento de realizar la limpieza en los meses de menor cantidad de Precipitación Neta (< 40 mm), o también se recomienda realizar esta limpieza en presencia de las primeras lluvias del año.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

*Figura No. 24. Ubicación del filtro de sedimentos a la entrada de la cisterna*



Fuente: <http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/cisternas-plastico/>. Elaborado por: Maria Jose Aguirre (2013)

*Figura No. 25. Modelo de filtro de sedimentos*



Fuente: <http://www.preciolandia.com/ar/cartucho-para-filtro-de-agua-repuesto-ta-791643-a.html>

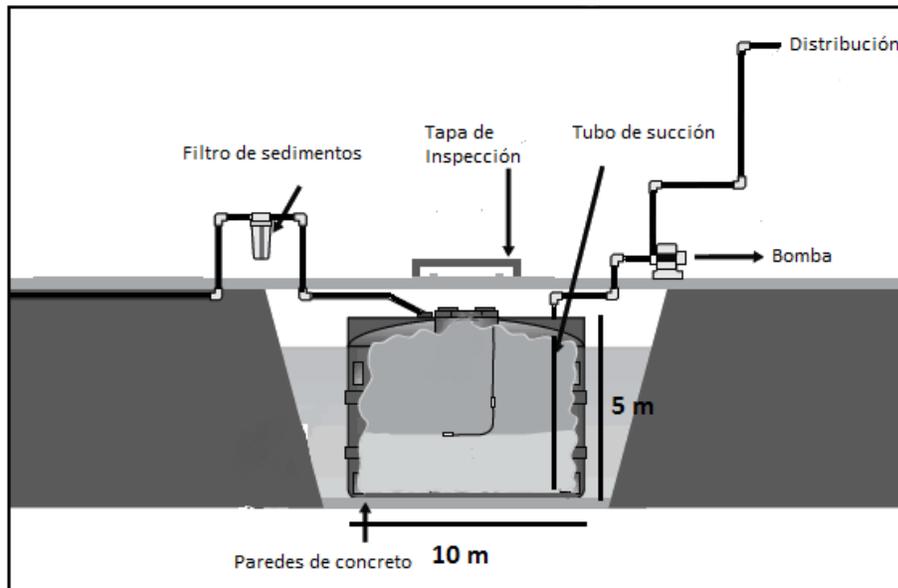
### **3.1.6. Dimensionamiento del SCALL**

Tras realizar los cálculos pertinentes para el Sistema de Captación de Agua Lluvia, se tiene como resultado que se necesitará una cisterna capaz de almacenar 561,6 m<sup>3</sup>. Y dado que el área donde se plantea ubicar la cisterna es bastante amplia, se tomaron como referencia las dimensiones de 10 x 10 x 5 m; ver plano de jardines en Anexo 2. En la figura No. 26., se

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

encuentran las características de la cisterna la cual está conformada por: paredes de concreto, filtro de sedimentos, tapa de inspección, tubo de succión, bomba, y su distribución a las instalaciones del Campus.

*Figura No. 26. Cisterna*



Fuente: <http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/cisternas-plastico/>. Elaborado por: Maria Jose Aguirre (2013)

Según datos de las planillas entregadas por la Empresa Pública Metropolitana de Agua y Saneamiento, a la Universidad, el consumo de agua potable en el Campus Juan Montalvo ubicado en el sector de Guápulo, es de 1140 m<sup>3</sup> anual. Esta cantidad de agua representa un valor de \$62,5 aproximadamente, al mes y al año el valor gastado para este abastecimiento es de \$937,83. La implementación de un sistema de captación de agua de lluvia doméstico tiene beneficios según el área de captación, el consumo de agua y el volumen de almacenamiento.

En la siguiente Tabla No. 11., se indica el beneficio, que se tendrá al usar es sistema de captación de agua de lluvia con diferentes áreas de captación.

**Tabla. No. 11. Cálculo del beneficio de un sistema de aprovechamiento pluvial según área de captación y volumen de almacenamiento necesario.**

Área de captación m <sup>2</sup>	Concepto Cantidad anual	Abastecimiento con sistema de aprovechamiento pluvial	Volumen de almacenamiento necesario m <sup>3</sup>	Observaciones
<b>500</b>	Litros	240000	120	Representa el 32,9% del consumo de septiembre a mayo
	% de ahorro	26,34		
	Ahorro \$	197,44		
<b>1000</b>	Litros	500000	250	Representa el 68,5% del consumo de septiembre a mayo
	% de ahorro	54,89		
	Ahorro \$	411,32		
<b>1600</b>	Litros	900000	450	Representa el 98,8% del consumo de todo el año
	% de ahorro	98,79		
	Ahorro \$	740,4		

Fuente: García J. (2012). Elaborado por: Maria Jose Aguirre, (2013).

Para realizar la tabla No. 11., se tomó en cuenta el valor que representa el consumo de agua para sanitarios y riego de jardines, el cual es \$749,36 al año. Esto a comparación del costo del servicio total de agua potable en el Campus que es de \$1140 constituiría en porcentaje un ahorro del 66% con la aplicación del sistema de ahorro sustentable.

El área de captación y capacidad de almacenamiento son parámetros limitantes. Un sistema con un área de captación de 500 m<sup>2</sup> puede abastecer el 26 % de la demanda total anual si cuenta con capacidad de almacenamiento de 120 m<sup>3</sup>, mientras que una superficie de 1600 m<sup>2</sup> y capacidad de almacenamiento de 450 m<sup>3</sup> pueden abastecer el 98,8 % de la demanda total anual de agua.

En cuanto a los costos que representa realizar el Sistema de Captación de Agua de Lluvia, en cuanto a su construcción (Tanque de almacenaje, tornillos, clavos, bomba de agua, cemento, arena, grava, bloques de concreto, varillas, canales metálicos, tuberías, malla plástica, malla metálica) trampas de sólidos, filtros de sedimentos y mantenimiento; será de \$7769,68 con un

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

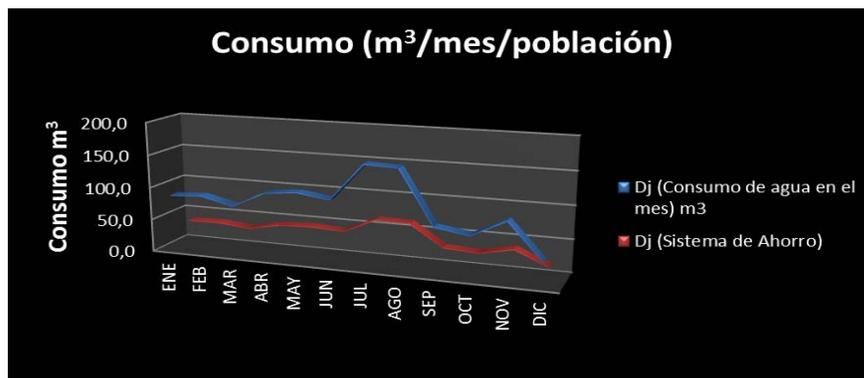
plazo de tiempo de un año. Esto quiere decir que con el ahorro de \$749,36 anual, la cantidad invertida se recuperará en 10 años 4 meses.

Basado en el texto de García J. (2012) se menciona que para que el beneficio sea mayor se propone la aplicación de un plan de ahorro de agua que sumado al aprovechamiento de la lluvia pueden representar hasta un 80% de la demanda total. El plan de ahorro es muy simple, este incluye la sustitución de sanitarios normales por aquellos de descarga separada para sólidos y líquidos que prometen una reducción en consumo del 30% y el uso de dispositivos ahorradores en lavamanos, fregaderos y regaderas que ofrecen una reducción mínima del 50%.

En el caso del Campus “Juan Montalvo” de la Universidad Internacional SEK los lavamanos y fregaderos ya fueron reemplazados anteriormente, por lo tanto este punto no se tomará en cuenta.

El análisis anterior indica que, al tener otra manera de ahorrar aparte del sistema de ahorro SCALL, se invertirá menos dinero en la construcción del sistema. Debido a que el tanque de almacenamiento será más pequeño al igual que el área de captación, el valor invertido será la mitad, por lo tanto el tiempo estimado para la recuperación de la inversión será de 5 años; y de esta manera se podrá tener un mayor beneficio a comparación del costo.

*Figura. No. 27. Consumo de agua vs. Consumo de agua con sistema de ahorro*



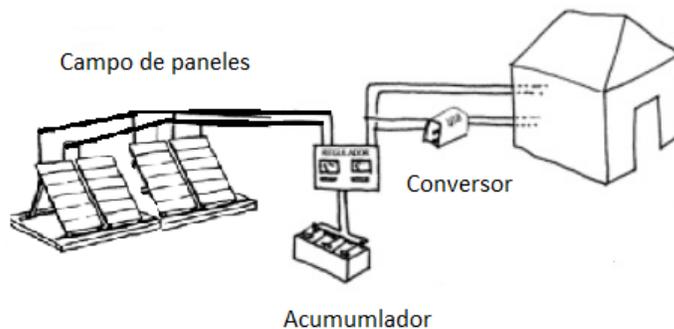
Elaborado por: María José Aguirre (2013).

### 3.2. Uso de paneles solares para producción de Energía Eléctrica en el Campus “Juan Montalvo”

Tras haber realizado los cálculos para la determinación del número de paneles necesarios para abastecer la demanda energética en el Campus de Guápulo de la Universidad Internacional SEK, se calculó que son necesarios 8 paneles solares con capacidad de 250 w. En la página web de SMAR TECNO soluciones inteligentes en la venta de paneles fotovoltaicos, se encontró en las especificaciones de un panel con la potencia eléctrica de 250w, que las dimensiones de la estructura son 164 x 99,2 x 4 cm.

Para la producción de energía no solo es necesario el campo de paneles, sino que necesita de otros equipos Figura No. 28 para su funcionamiento.

*Figura No. 28. Sistema descentralizado*



Fuente: García, M. (1999). Energía solar fotovoltaica y cooperación al desarrollo

#### 3.2.1. Análisis costo – beneficio del uso de energías alternativas

A continuación se presenta en la Tabla No. 12., se presenta el análisis costo beneficio de la ejecución del sistema de ahorro, en cuanto al cambio de energía eléctrica por uso de energía solar.

**Tabla. No. 12. Análisis costo beneficio uso de Energía Renovable**

Características	Costo \$	Beneficio \$/mes	Costo/Beneficio	Deseable	
				S	N
<b>8 Paneles solares de 250w</b>	5600	739,44	15	SI	
<b>Conversor</b>	300				
<b>Acumulador</b>	394				
<b>Controlador de cargas</b>	586				
<b>Banco de baterías</b>	4475				

Elaborado por: María José Aguirre, (2013).

El consumo promedio mensual de energía eléctrica dentro del Campus “Juan Montalvo” es de 10141 kwh lo cual representa un costo de \$924,30, destinados al pago del servicio.

Con la implementación del sistema de ahorro sustentable, el valor económico mencionado ya no sería más un costo, sino un beneficio; debido a que esa cantidad de dinero se estaría ahorrado cada mes. A causa de que no siempre se va a obtener energía solar por la variación de la heliofanía en el sector, se va a tener un 80% de abastecimiento y beneficio brindado por los paneles solares, representando de esta manera un beneficio\$/ mes de \$739,44. El sistema de ahorro sustentable consta de 8 paneles solares, necesarios para el suministro total de la demanda de energía durante todos los días del año.

La recuperación de la inversión inicial, la cual consistirá en la construcción del cuarto de máquinas para el conversor y acumulador de energía, y a su vez la implementación de paneles solares; será dentro de 15 meses, es decir 1 año 3 meses. Teniendo así como resultado del análisis costo beneficio, que este es un proyecto deseable gracias a sus beneficios.

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1. Conclusiones

Es de vital importancia cuidar el recurso hídrico que tenemos y más ahora que se conocen las consecuencias del cambio climático. La prudencia en cuanto al consumo de agua es un gran paso hacia la sustentabilidad, en caso de no poseer algún sistema de ahorro sustentable ya sea por su costo o cualquier otra razón.

El depender de un SCALL (Sistema de Captación de agua de lluvia) tiene sus ventajas y desventajas, sin duda alguna el consumo en las planillas de agua potable va a disminuir de manera significativa, pero también se dependerá de la temporada de lluvias y la intensidad de las mismas.

Hoy en día la utilización de los sistemas de captación, son una necesidad, y se los está considerando como una de las primeras alternativas en cuanto a la dotación de agua potable.

En muchos lugares que se encuentran en la ciudad como universidades, escuelas, hospitales, entre otros, que requieren de gran cantidad de agua para cumplir con la demanda; los sistemas no son de mucha utilidad, pero en el caso del lugar de la presente investigación si, debido a la cantidad de precipitaciones que se tienen y el gran área de abastecimiento.

La calidad de agua de lluvia de la zona es muy buena, esto se puede ver al realizar la comparación con la normativa ambiental vigente (ecuatoriana e internacional); por lo tanto el destino que se quiere dar al agua de lluvia recolectada es el indicado.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

El análisis de costo beneficio del Sistema de Captación de Agua Lluvia, resulta positivo, al tener como resultado la recuperación total de la inversión, en 10 años 4 meses. O a su vez una recuperación en 5 años, usando un plan de ahorro además del SCALL. El uso de este sistema SCALL representa un 98,8 % en ahorro.

El análisis costo beneficio del uso de energías alternativas, resulta positivo también, debido a que la inversión se la recuperará en 6 meses sin un plan de ahorro adicional. La sustitución de energía eléctrica por energía solar con paneles fotovoltaicos, llega a representar el 100% en ahorro. Esto ya dependerá del número de paneles que se vayan a utilizar a conveniencia de la Universidad.

La razón por la cual el sistema de captación de agua de lluvia, el tiempo de recuperación de los costos de inversión varían en gran cantidad, es a causa del precio que estos tienen, el precio impuesto por las diferentes entidades que se encargan de cada servicio. En el caso del agua potable, aproximadamente cada mes es un gasto de \$70 y de energía eléctrica el gasto es de \$924 al mes.

Es primordial aprender acerca del cambio climático sus causas y consecuencias, y saber cómo enfrentarlo. Lo importante es no ser parte del problema, sino más bien de la solución. Aquí se plantea una de las varias alternativas que se pueden encontrar y se pueden emplear.

## 4.2.Recomendaciones

Recolectar registros meteorológicos por lo menos del último año, para que los datos sean más reales y recientes.

Realizar un estudio más profundo acerca de la factibilidad de usar el agua de lluvia para consumo humano, con el tratamiento adecuado.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Realizar una investigación profunda acerca de los diferentes tratamientos existentes, que puedan usarse para obtener una calidad de agua para uso doméstico. Realizar una comparación de la eficiencia y eficacia de los métodos encontrados.

Al no tener información acerca de las redes dentro de la institución, solo se realizó un supuesto para realizar el trabajo de investigación. Hacer el levantamiento de las redes de acueducto, para tener mayor precisión en el trazado de la red de distribución.

Sensibilizar a los estudiantes y trabajadores de la Universidad Internacional SEK, del Campus “Juan Montalvo”, sobre la situación actual del cambio climático, y como podemos enfrentarlo al implantar el sistema de ahorro sustentable; mediante charlas y capacitaciones en el auditorio del Campus.

Calcular el beneficio que se obtendrá en cuanto a la disminución de CO<sub>2</sub> tras la sustitución de energía eléctrica por energía solar u otra alternativa; a través del cálculo de huella de carbono.

El presente trabajo de investigación consiste únicamente en la ingeniería conceptual de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, no se tiene nivel de los detalles de instalación y construcción del sistema, por esto, para su implementación se recomienda hacer levantamientos en campo para la cuantificación exacta de los componentes del sistema y su ubicación.

## Materiales de Referencia

### Referencias

- Arvizu, Dan. (2011). “Direct Solar Energy”. En Christoph von Stechow, Ottmar Edenhofer, Ramón Pichs-Madruga, Youba Sokona, Kristin Seyboth, Patrick Matschoss, Susanne Kadner, Timm Zwickel, Patrick Eickemeier, Gerrit Hansen y

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Steffen Schlömer (Eds.), IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, p. 470-570, Cambridge y New York: Cambridge University Press, 1544 p.

- Avellán, V. (1985). Universidad autónoma de Barcelona. *Problemas Internacionales del Medio Ambiente*. Barcelona: Bellaterra. Recuperado de <http://books.google.com.ec/books?id=RPA9aGnGNqMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Balairón (2002). Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX. España: Universidad de Salamanca.
- Ballén, J et al. (2006). Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia. João Pessoa: VI SEREA - Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água.
- Bradley, R. (2006). Climate Change: threats to wáter supplies in the tropical Andes. Science.
- BP (British Petroleum) (2009). “Statistical Review of World Energy”. Disponible en <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622>, visitado el 8 de marzo de 2011.
- Castro, M. (2011). Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador. Quito: CEDA. Recuperado de: [http://www.ceda.org.ec/descargas/publicaciones/matriz\\_energetica\\_ecuador.pdf](http://www.ceda.org.ec/descargas/publicaciones/matriz_energetica_ecuador.pdf)
- Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas CEPEIGE (2008). Propuesta de lineamientos ambientales, riesgos y patrimoniales que contribuyan al ordenamiento territorial del barrio de Guápulo. Quito.

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

- Chum, H. (2011). “Bioenergy”. (Eds.), IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, p. 282-469, Cambridge, Cambridge University Press, 1544 p.
- Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (s.f). Recuperado de <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/07Energ/130EnNuclear.htm>
- Clavijo, B. (2009). Energías alternativas renovables: bases del desarrollo humano sostenible. Colombia: Edición 21.
- Conelec (Consejo Nacional de Electricidad) (2010). “Estadística del Sector Eléctrico Ecuatoriano”. Período 1990-2008. Quito. CD-ROM.
- Corporación para la Investigación de la Energía (2008). “Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica”. Quito, Conelec.
- El calentamiento global causas y consecuencias. Recuperado de <http://angie.all.ec/516.html>
- Elias, X. (2012). Reciclaje de residuos industriales. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- EMAAP. (2012). El agua en el Ecuador Recuperado de <http://agua-ecuador.blogspot.com/2012/04/consumo-de-agua-en-la-ciudad-de-quito.html>
- Espinoza M, 2002. Reseña Histórica de Quito.
- Galarza, J. (2005). Caracterización y Agenda de Desarrollo 2004 - 2014 del Subsector “Guápulo”. Quito: COSPE.
- Gallego, A *et al.* (2012). Contaminación Atmosférica. Madrid: UNED

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

- García, M. (1999). Energía solar fotovoltaica y cooperación al desarrollo. Madrid: IEPALA.
- García, J. (2012). Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un Ecobarrio de la cd. De México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Goldstein, B. (2011). “Geothermal Energy”. (Eds.), IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, p. 571-621, Cambridge, Cambridge University Press, 1544 p.
- Gutierrez, M. (2009). La actuación frente al cambio climático. Murcia: Editum.
- Hernandez, S. (s.f). La sustentabilidad en la enseñanza de la arquitectura en México. Recuperado de <http://www.uaemex.mx/plin/colmena/Colmena%2059/Colmenario/SHM.html>
- Hunt, D & Johnson. (1996). Sistema de gestión medioambiental. McGraw-Hill.
- IEA (International Energy Agency). (2008). “World Energy Outlook 2008”. Paris: OECD/IEA.
- IIASA (International Institute for Applied System Analysis) (2009). “GGI Scenario Database 2.0”. Disponible en <http://www.iiasa.ac.at/Research/GGI/DB/>.
- Kammen, Daniel (2004). “Renewable Energy, Taxonomic Overview”. En Cutler J. Cleveland (Ed.), Encyclopedia of Energy, p. 385-412, Berkeley, Elsevier.
- La escasez de Agua. Recuperado de: <http://www.proyectopv.org/1-verdad/escasezagua.htm>

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

- Le Treut, H. (2007). Historical Overview of Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Lewis, A. (2011). “Ocean Energy”. (Eds.), IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, p. 282-469, Cambridge, New York, Cambridge University Press, 1544 p.
- Lior, Noam (2010). “Sustainable energy development: The present (2009) situation and possible paths to the future”. *Energy* 35: 3976-3994.
- Llopart, A. (s.f). Caracterización analítica de las aguas pluviales y gestión de las aguas de tormenta en los sistemas de saneamiento. Barcelona: Clavegueram de Barcelona, S.A.
- Martínez, J & Fernández, A. (2004). Cambio Climático una visión desde México. México D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Recuperado de <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/download/437.pdf>
- Nadal, A. (2007). Desarrollo sustentable y cambio global. México D.F: El colegio de México.
- NRDC. (2008). Consecuencias del calentamiento global. Recuperado de <http://www.nrdc.org/laondaverde/globalwarming/fcons.asp>
- Pazmiño, J. (2005). Centro de apoyo para la educación y cultura: arquitectura topografía y paisaje. Universidad San Francisco de Quito. [www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CDEQFjAB&url=http%3A%2F%2Frepositorio.usfq.edu.ec%2Fbitstream%2F23000%2F414%2F1%2F77440.pdf&ei=RG-](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CDEQFjAB&url=http%3A%2F%2Frepositorio.usfq.edu.ec%2Fbitstream%2F23000%2F414%2F1%2F77440.pdf&ei=RG-)

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

[WUZWxEYXs8gSIp4H4Bw&usg=AFQjCNFYVqkHDYrDrDfDJUN1KZNPW07QjA&bvm=bv.46751780,d.eWU](http://www.wuzw.com/ahorrar-energia/ahorrar-agua-como-disenar-una-estrategia-sostenible/)

- Quenergía (2011). Recuperado de <http://quenergia.com/ahorrar-energia/ahorrar-agua-como-disenar-una-estrategia-sostenible/>
- Quito Noticias. (2007). Quito lidera acciones para enfrentar el Cambio Climático. Recuperado de: [http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news\\_user\\_view&id=49340&umt=quito\\_lidera\\_acciones\\_para\\_enfrentar\\_calentamiento\\_global](http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=49340&umt=quito_lidera_acciones_para_enfrentar_calentamiento_global)
- Revista Vanguardia. (s.f). Recuperado de [http://www.revistavanguardia.com/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=326](http://www.revistavanguardia.com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=326)
- Rodriguez, B. (2012). La lluvia y los contaminantes de la atmósfera. *Ecogestos*. Recuperado de <http://www.ecogestos.com/la-lluvia-y-los-contaminantes-de-la-atmosfera/>
- Rogner, H y Popescu (2000). “An Introduction to Energy”. En José Goldemberg (Ed.): World Energy Assessment. Energy and the challenge of Sustainability, p. 29-38, Washington D.C., Communications Development Incorporated, 508 p.
- Sánchez, H & Yerena, M. (2004). Seminario de Educación Ambiental. México: Umbral.
- Santa Cruz, J. (s.f). Viabilidad del aprovechamiento de las aguas residuales generales en los edificios. Madrid: Universidad Técnica de Madrid. Recuperado de [http://www.euatm.upm.es/santacruz/Documentos/informeAGUAS\\_RESIDUALES.pdf](http://www.euatm.upm.es/santacruz/Documentos/informeAGUAS_RESIDUALES.pdf)

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

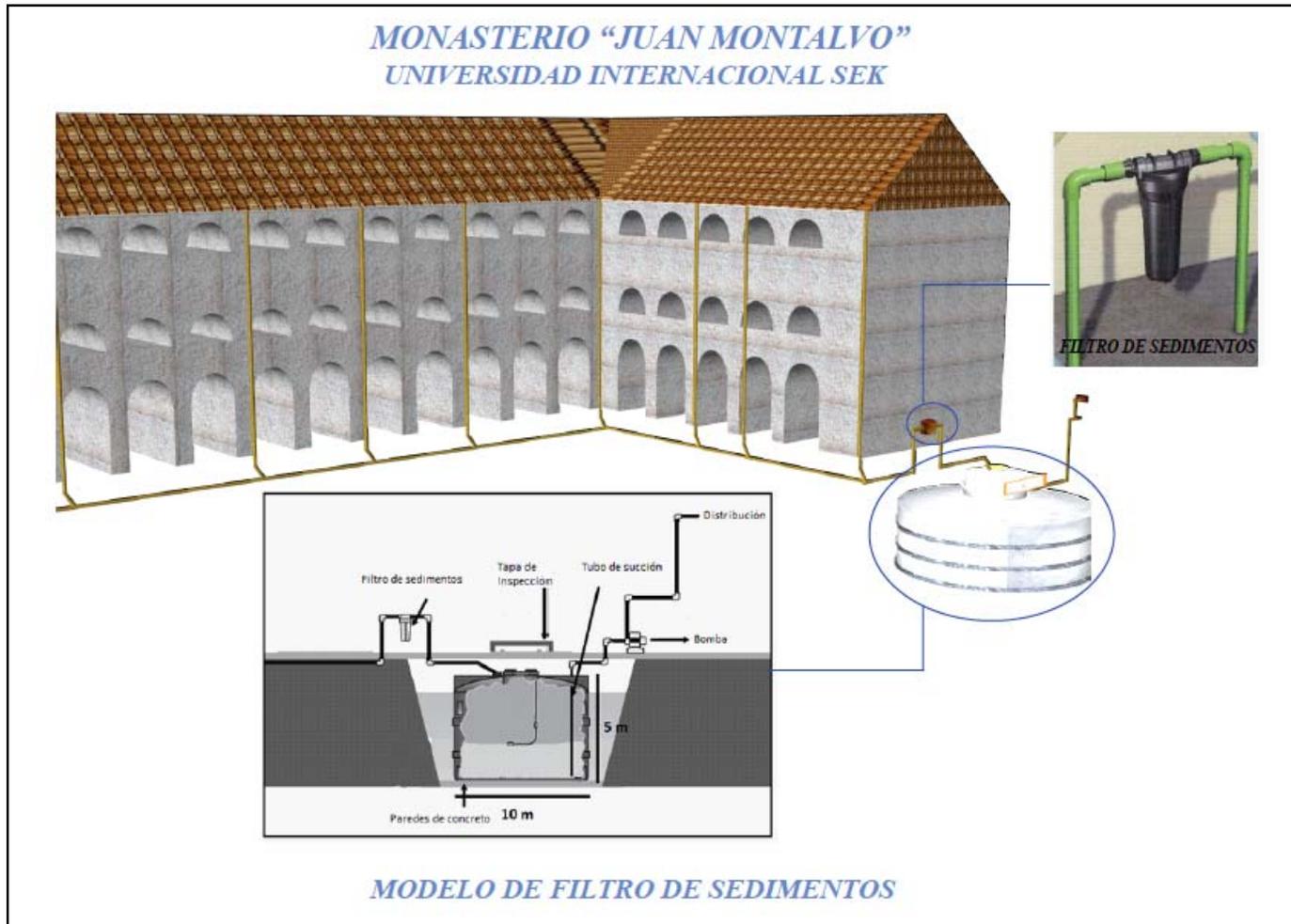
- Solís, L & López, J. (2003). Principios básicos de la contaminación ambiental. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México.
- UNEP (United Nations Environment Programme). (2011). “Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication”. [www.unep.org/greeneconomy](http://www.unep.org/greeneconomy), 624 p
- Universidad Autónoma de Barcelona. (s.f). Problemas Internacionales del Medio Ambiente. Barcelona: Serie Derecho.
- WB (World Bank). (2010). “Development and Climate Change. World Development Report 2010”. Washington D.C: The World Bank.
- WEC (World Energy Council) (2010). “2010 Survey of Energy Resources”. London, World Energy Council, 608 p.
- Wilson, Alex (1998), Rocky Mountain Institute, Green Development: Integrating Ecology and Real State, Nueva York, John Wiley and Sons.
- Wray, N. (2011). Quito frente al Cambio Climático. Recuperado de: <http://normanwray.wordpress.com/2011/05/17/quito-frente-al-cambio-climatico/>

## Anexos

- Anexo 1. Sistema de Captación de agua de lluvia en el Campus “Juan Montalvo” de la Universidad Internacional SEK.
- Anexo2. Plano de jardines Campus “Juan Montalvo” de la Universidad Internacional SEK

“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Anexo 1. Sistema de Captación de agua de lluvia en el Campus “Juan Montalvo” de la Universidad Internacional SEK.



“Diseño de un sistema de ahorro sustentable de agua y energía eléctrica, en el Campus Juan Montalvo de la Universidad Internacional SEK, en el sector de Guápulo. Año 2012-2013”

Anexo2. Plano de jardines Campus “Juan Montalvo” de la Universidad Internacional SEK

