



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-T**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E  
INFORMÁTICA**



**TESIS**

**“USO DE SENSORES DIGITALES DE MOVIMIENTO PARA MENGUAR EL  
DESPERDICIO DE AGUA POTABLE EN URINARIOS Y LAVATORIOS DEL  
COLEGIO MONS. ATANASIO JAUREGUI GOIRI DE LA CIUDAD DE  
YURIMAGUAS”**

**Para optar el Título de:  
INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**Presentado por el (la) Bachiller:**

**ADRIAN LOPEZ DEL AGUILA**

**Tarapoto - Perú**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-T**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**“USO DE SENSORES DIGITALES DE MOVIMIENTO PARA MENGUAR EL  
DESPERDICIO DE AGUA POTABLE EN URINARIOS Y LAVATORIOS DEL  
COLEGIO MONS. ATANASIO JAUREGUI GOIRI DE LA CIUDAD DE  
YURIMAGUAS”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE**

**INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**Presentado por:**

**Bachiller : ADRIAN LOPEZ DEL AGUILA**

**Asesor : Ing. Miguel Ángel Valles Coral**



Firma

**SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL HONORABLE JURADO:**

**Presidente: Ing. Carlos Ríos López**



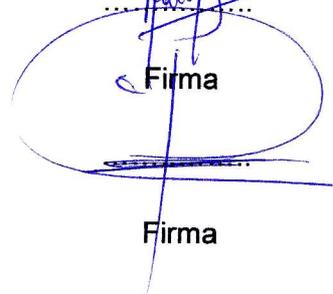
Firma

**Secretario: Dr. Manuel Padilla Guzmán.**



Firma

**Miembro: Ing. Msc. Miguel Ángel Rengifo Arias.**



Firma

## **DEDICATORIA**

Para mis padres con tanto aprecio y cariño que los tengo, en especial a mi mamá que siempre me apoyo en todo lo que pudo, para mi esposa y mi pequeño hijo que son la razón de vivir

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero afecto a mi asesor, Ing. Miguel A. Valles Coral por su tiempo y paciencia durante todo este proceso, así como para el Ing. Miguel A. Rengifo Arias que con su conocimiento y experiencia vertida en las aulas hoy somos lo que queremos ser.

## **RESUMEN**

La presente Tesis que lleva por título Uso de sensores digitales de movimiento para menguar el desperdicio de agua potable en urinarios y lavatorios del Colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri de la ciudad de Yurimaguas. El objetivo de la investigación fue de predecir si disminuirá el consumo de agua potable con la implementación de sensores digitales en lavatorios, inodoros y urinarios del colegio. Para tal efecto se identificó los sensores comerciales que son utilizados para ese fin, de los cuales se escogió la tecnología que cumple con las características y requerimientos de una institución educativa, como la demanda del servicio, la población a atender, para el uso eco eficiente de elemento líquido y su posible implementación. Luego se procedió a la construcción de los modelos de consumo del agua de la institución educativa basándose en la metodología de Dinámica de sistemas y con ayuda del simulador, se demostró que hay un significativo ahorro con el uso de esta tecnología, equivalente a un 52% del consumo. Con lo cual la institución educativa podrá tomar la decisión de adquirir los equipos que le permitan ser una institución eficiente en el uso de recurso agua.

### **Palabras claves. -**

Agua, consumo, sensores, simulación

## **SUMMARY**

This project proposes to reduce water waste in school Goiri Jauregui Bishop Athanasius of Yurimaguas, using sensors in toilets, urinals, sinks the school and thus make efficient use of water resources. Since it has been shown that in public schools the toilets are the main point of waste, because the users themselves misuse services and the limited staff of the institution for maintenance.

The research results obtained using the simulation show that there is a significant saving to the use of this technology equivalent to 52% of consumption. Whereupon the school may decide to purchase equipment allowing him to be an efficient institution in the use of water resources.

### **Keywords. -**

Water, consumption, sensors, simulation

## ÍNDICE

RESUMEN .....	5
SUMMARY .....	6
LISTA DE TABLAS .....	10
LISTA DE FIGURAS .....	11
LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS .....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
CAPITULO I .....	14
I. EL PROBLEMA.....	15
1.1. Antecedentes del problema.....	15
1.2. Definición del problema.....	17
1.3. Formulación del problema.....	19
1.4. Justificación e importancia.....	19
1.4.2. Justificación.....	19
1.4.3. Importancia.....	20
1.5. Alcance y limitaciones.....	21
1.5.1. Alcance.....	21
1.5.2. Limitaciones.....	21
II. MARCO TEORICO .....	22
2.1. Antecedentes de la investigación .....	22
2.2. Definición de términos .....	25
2.3. Bases teóricas .....	27
2.3.1. Instalación Sanitaria.....	27
2.3.2 Aparatos sanitarios.- .....	27
2.3.3 Sensores .....	30
2.3.4 Modelos de Simulación.....	32

2.3.5	Pronosticar .....	33
2.4.	Hipótesis .....	35
2.4.1	Hipótesis Alterna .....	35
2.4.2	Hipótesis Nula .....	35
2.5	Sistema de variables .....	35
2.6	Escala de medición .....	35
2.6.1.	Variable Independiente: .....	35
2.6.2	Variable Dependiente: .....	36
2.7	Objetivos .....	36
2.7.1	Objetivo General .....	36
2.7.2	Objetivo Específico .....	36
CAPITULO II .....		37
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	38
3.1.	Universo y muestra .....	38
3.1.1.	Universo .....	38
3.1.2.	Muestra .....	38
3.2.	Ámbito geográfico .....	39
3.2.1	Ubicación Geográfica .....	39
3.2.2	Condiciones climatológicas .....	39
3.3.	Diseño de la investigación .....	40
3.4.	Procedimientos y técnicas .....	41
3.4.1.	Procedimientos de simulación. ....	41
3.4.2	Técnicas .....	54
3.5	Instrumentos .....	55
3.5.1	Instrumentos de recolección de datos .....	55
3.5.2	Instrumentos de procesamiento de datos .....	55

3.6 Prueba de Hipótesis .....	57
CAPITULO III .....	61
IV. RESULTADOS.....	62
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	70
CAPITULO IV .....	71
VI. CONCLUSIONES .....	72
VII. RECOMENDACIONES.....	73
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	74
ANEXOS .....	81

## LISTA DE TABLAS

- Tabla N° 01. Número de Estudiantes por año
- Tabla N° 02: Número de Estudiantes por sexo
- Tabla N° 03. Consumo de agua por año
- Tabla N° 04. Consumo, dotación y exceso de agua potable en el año 2010.
- Tabla N° 05. Consumo, dotación y exceso de agua potable en el año 2011.
- Tabla N° 06. Dotación de servicios por alumnos.
- Tabla N° 07. Ventajas y desventajas por tipo de inodoro.
- Tabla N° 08. Tipos de Sensores electrónicos
- Tabla N°09. Escala de medición variable independiente.
- Tabla N°10. Escala de medición variable dependiente.
- Tabla N°11. Número de aparatos sanitarios por sexo.
- Tabla N°12. Variables de la dinámica del consumo de agua en inodoros
- Tabla N°13. Variables de la dinámica del consumo de agua en urinarios
- Tabla N°14. Variables de la dinámica del consumo de agua en lavatorios
- Tabla N°15. Procesamiento de Datos
- Tabla N°16. Efecto producido con el uso de sensores en el consumo de agua.
- Tabla N°17. Consumo mensual de agua potable en el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri.
- Tabla N°18. Consumo Vs consumo simulado porcentaje de ahorro.
- Tabla N°19. Consumo simulado, suministro, consumo o dotación y sobrante
- Tabla N°20. Consumo de agua potable mensualmente en los urinarios del colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri.
- Tabla N°21. Consumo de agua potable mensualmente en los lavatorios del colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri.
- Tabla N°22. Consumo de agua potable mensualmente en los inodoros del colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura N°01.** Sub modelo de la dinámica del consumo de agua en inodoros
- Figura N°02.** Sub modelo de la dinámica del consumo de agua en urinarios
- Figura N°03.** Sub modelo de la dinámica del consumo de agua en lavatorios
- Figura N°04.** Modelo de la dinámica del consumo de agua en el colegio Monseñor Atanasio Jáuregui Goiri.
- Figura N°05** Consumo mensual del año 2011.
- Figura N°06** Consumo mensual simulado.
- Figura N°07** Función realizada por la contrastación O1-O2
- Figura N°08.** Consumo vs Consumo simulado
- Figura N°09.** Consumo simulado, suministro, consumo o dotación y sobrante
- Figura N°10.** Consumo de agua potable mensualmente en los urinarios del colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri.
- Figura N°11.** Consumo de agua potable mensualmente en los lavatorios del colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri
- Figura N°12.** Consumo de agua potable mensualmente en los inodoros del colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri

## LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

- **I.E.**- Institución Educativa
- **TIC.**-Tecnologías de la Información y la Comunicación.
- **NTICs.**- Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación.
- **SUNASS.**- Súper intendencia de Servicios de Saneamiento
- **ANA.**- Autoridad Nacional de Agua
- **TVPERÚ.**- Televisión nacional.
- **SEDAPAL.**- Servicio de Agua potable y Alcantarillado.
- **EPS.**- Empresa prestadora de servicios.
- **SEDALORETO.**- Servicio de Agua potable y Alcantarillado Loreto.
- **APAFA.**- Asamblea de Padres de Familia.
- **UGEL.**- Unidad de Gestión Educativa local.
- **PUMAGUA.**- Programa de manejo uso y reuso del agua.
- **I.S.**- Instalaciones Sanitarias.
- **Lts.**- Litros.
- **M<sup>3</sup>.**- metros cúbicos

## INTRODUCCIÓN.

Uno de los problemas más importantes a nivel mundial de los últimos años, ha sido el abasto de agua para las comunidades en general, en algunos casos, esto se ha debido a la falta de uso racional por parte de la población. Obviamente el Perú no es una isla con respecto a este problema y en la ciudad de Yurimaguas la demanda del servicio de agua potable se acrecienta día a día, es por estas circunstancias que el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri, se planteó hacer uso eficiente del agua dentro de la institución educativa.

El objetivo es predecir si disminuirá el consumo de agua potable en el colegio, con la implementación de sensores digitales en lavatorios, inodoros y urinarios, para lo cual se simuló el consumo de agua en los aparatos sanitarios con los equipos y condiciones técnicas actuales. Resultado del proceso investigativo se determinó que existen equipos sanitarios con tecnología de sensores adecuados para las condiciones del colegio, se construyó el modelo conceptual del sistema y se simuló el comportamiento del consumo de agua potable o a través de un software de simulación obteniéndose resultados en ahorro de un 52% de consumo de agua con respecto al consumo del 2011.

Lo cual hace totalmente factible la implementación de esos equipos en las instituciones educativas para menguar el desperdicio del agua y hacer un consumo eficiente del mismo.

# **CAPITULO I**

## **I. EL PROBLEMA**

### **1.1. Antecedentes del problema.**

Uno de los problemas más importantes a nivel mundial de los últimos años, ha sido el abasto de agua para las comunidades en general, en algunos casos, esto se ha debido a la falta de uso racional por parte de la población.

En la entrevista por el “Día mundial del agua”. El director de la Autoridad Nacional de Agua (ANA), Jorge Montenegro, invocó hoy a los peruanos a concientizarse por el consumo de este recurso hídrico y pidió no desperdiciarlo, ya que no está asegurada –dijo- su permanencia (TV PERÚ, 2012).

El agua no facturada es un indicador de eficiencia empresarial de la EPS, que mide la proporción del volumen de agua potable producida que no es facturada por la empresa prestadora del servicio (EPS). Según el indicador de eficiencia empresarial de la EPS SEDALORETO, el agua no facturada fue de 62.94% en año 2010, de 58.97% para el año 2011 y de 56.13% en el año 2012. (SUNASS, s.f.).

De acuerdo a la Superintendencia de Servicios de Saneamiento (SUNASS), aún se pierde cerca del 40 por ciento de este líquido vital que ingresa a las redes de distribución del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado (SEDAPAL). Esta situación se repite también en los diferentes departamentos del país, pese a que la SUNASS evalúa como una de las metas de gestión la reducción de la pérdida del agua. Sin embargo, los avances para solucionar dicho problema resultan casi imperceptibles (Defensoría del Pueblo, 2011)

El colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri de la ciudad de Yurimaguas no está ajeno a esta problemática. Actualmente el colegio alberga

diariamente a más de 1850 alumnos en promedio, entre primaria y secundaria, como se muestra en el cuadro siguiente:

**Tabla N° 01: Número de estudiantes por año.**

Turno \ Año	2010	2011	2012
Hombres	949	888	994
Mujeres	951	890	885
<b>Total</b>	<b>1900</b>	<b>1778</b>	<b>1879</b>

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla N° 02: Número de estudiantes por sexo.**

Turno \ Año	2010	2011	2012
Hombres	969	907	958
Mujeres	931	871	921

**Fuente: Elaboración propia**

Al indagar en la Entidad Prestadora de Servicios de Agua Potable (EPS SEDALORETO), por el consumo de agua del colegio en los años 2008, 2009, 2010, 2011, se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla N° 03: Consumo de Agua por año.**

Año \ meses	2008 consumo	2009 consumo	2010 consumo	2011 Consumo
Enero	461	148	1266	1534
Febreo	371	228	1131	417
Marzo	105	181	1242	1200
Abril	486	636	1616	1510
Mayo	700	512	1846	814
Junio	465	914	1968	636
Julio	491	1080	1773	613
Agosto	763	1030	1864	1370
Setiembre	717	1618	1814	1602
Octubre	697	1628	1375	1048
Noviembre	583	1656	1575	553
Diciembre	611	1728	1645	1012
<b>Totales</b>	<b>6450</b>	<b>11359</b>	<b>19115</b>	<b>12309</b>
<b>Promedio</b>	<b>537,5</b>	<b>946,58</b>	<b>1592,92</b>	<b>1025,75</b>

**Fuente: Elaboración SEDALORETO**

Del cuadro se observa que el consumo de agua potable, ha ido en aumento año tras año, elevándose la facturación por el servicio para la UGEL Loreto; porcentualmente hablando el colegio gasta alrededor de un 120% más que las demás instituciones. Lo que se deduce que no

existe un consumo eficiente del agua en la institución educativa en mención.

De la visita realizada al colegio se observó que los baños no están funcionando a un cien por ciento, hay algunos inodoros con fugas y el urinario que se tiene es de flujo continuo, evidenciándose el desperdicio el agua fuera de los horarios de recreo o descanso, además los alumnos dejan los grifos de los lavatorios abiertos con lo que aumenta el consumo de agua, según afirma el conserje de la institución. **Ver Anexo N° 01, 02 y 03**

## 1.2. Definición del problema.

Según el Reglamento de vivienda, construcción y saneamiento en Capitulo IV Dotación de Servicios, Art 14 La dotación de agua a garantizar para el diseño de los sistemas de suministro y almacenamiento son:

- Educación primaria 20 Lts. X alumno x día
- Educación secundaria y superior 25 Lts x alumno x día.

Para identificar las medidas de uso eficiente de agua, es necesaria la elaboración de una auditoría de agua, esto es la elaboración de un balance de lo que ingresa y lo que se consume de agua en el colegio.

La ecuación siguiente representa un balance hidráulico como la suma del consumo más las pérdidas o excesos.

$$\textit{Suministro (S)} = \textit{Consumo (C)} + \textit{Perdida (P)}$$

Para calcular el consumo en m<sup>3</sup> se utilizó las siguientes ecuaciones:

$$\textit{Consumo diario} = \frac{\textit{Nº de alumnos} \times \textit{Dotación de agua - alumno}}{1000}$$

$$\textit{Consumo mensual} = \textit{consumo diario} \times \textit{promedio de días laborables}$$

Al calcular el consumo diario y luego mensual para el año 2010 obtenemos lo siguiente:

Si tenemos 1900 alumnos X 25 Lts x alumno x día

Obtenemos 47500 Lts x día

Al transformar a m<sup>3</sup>, tenemos 47.50m<sup>3</sup>

Para obtener el consumo mensual se multiplica por 20 días de clases en promedio por mes, se obtiene que el consumo mensual es de 950 m<sup>3</sup>x mes.

Por lo tanto el consumo y pérdida de agua en los dos últimos años en el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri, en el año 2010, se muestra en los cuadros siguientes:

**Tabla N°04: Consumo, dotación y exceso de agua potable en el año 2010.**

<b>Año</b> <b>meses</b>	<b>2010</b>		
	<b>suministro</b>	<b>consumo</b>	<b>perdida</b>
Marzo	1242	950	292
Abril	1616	950	666
Mayo	1846	950	896
Junio	1968	950	1018
Julio	1773	950	823
Agosto	1846	950	914
Setiembre	1814	950	864
Octubre	1375	950	425
Noviembre	1575	950	625
Diciembre	1645	950	695
Totales	16718	950	7218
Promedio	1393,17	950,00	721,8

**Fuente: Elaboración propia**

De los datos históricos observamos que el exceso en el consumo de agua se hace evidente mensualmente; obteniéndose una media en el exceso del consumo/año de 721.80 m<sup>3</sup> /año.

**Tabla N° 05: Consumo, dotación y exceso de agua potable en el año 2011.**

<b>Año</b> <b>meses</b>	<b>2011</b>		
	<b>suministro</b>	<b>consumo</b>	<b>perdida</b>
Marzo	1200	889	311
Abril	1510	889	621
Mayo	814	889	75
Junio	636	889	253
Julio	613	889	276
Agosto	1370	889	481

<i>Setiembre</i>	<i>1602</i>	<i>889</i>	<i>713</i>
<i>Octubre</i>	<i>1048</i>	<i>889</i>	<i>159</i>
<i>Noviembre</i>	<i>553</i>	<i>889</i>	<i>336</i>
<i>Diciembre</i>	<i>1012</i>	<i>889</i>	<i>123</i>
<i>Totales</i>	<i>10358</i>	<i>8890</i>	<i>1468</i>
<i>Promedio</i>	<i>1035,80</i>	<i>889,00</i>	<i>146,80</i>

***Fuente: Elaboración propia***

De los datos históricos observamos que el exceso en el consumo de agua se hace evidente mensualmente; obteniéndose una media en el exceso del consumo de 146.80 m<sup>3</sup> /año.

Como se observa existe un exceso o pérdida en el consumo del agua en el colegio, por tanto, el hacer un uso eficiente del agua dentro de Colegio es una necesidad ante los problemas actuales que se dan en materia del agua en la ciudad de Yurimaguas y el resto del Mundo.

La tecnología de los sensores (fluxómetros) propone soluciones ecoeficientes para sanitarios, ampliamente usados en la actividad privada, con el avance tecnológico y abaratamiento de los mismos se hace factible la implementación de estos aparatos sanitarios en los colegios públicos.

### **1.3. Formulación del problema.**

De lo inferido líneas arriba podemos plantearnos el problema de investigación de la siguiente manera:

¿En qué medida el uso de los sensores en lavatorios, inodoros y urinarios menguará el consumo de agua potable en el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri de la ciudad de Yurimaguas Alto Amazonas?

### **1.4. Justificación e importancia.**

#### **1.4.2. Justificación.**

**Justificación Teórica.** - El trabajo de investigación permitirá apreciar cómo el uso de sensores influye positivamente en el ahorro de agua potable en el Colegio Mons. Atanasio Jáuregui

Goiri de la ciudad de Yurimaguas Alto Amazonas asignatura y además servirá como sustento teórico para futuras investigaciones.

**Justificación Práctica.** - Se podrá determinar el ahorro en el consumo de agua potable en el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri a corto, mediano y largo plazo.

Esta investigación es importante para los directores, docentes, estudiantes, APAFA del Colegio y la UGEL porque se estaría demostrando que con el uso de los sensores se tendrá un ahorro significativo en el consumo de agua potable y por ende ahorro económico en beneficio de la institución y del estado.

### **1.4.3. Importancia.**

El hacer un uso eficiente del agua dentro del colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri es una necesidad ante los problemas actuales que se dan en materia del agua en Yurimaguas, el Perú y el resto del Mundo.

La investigación contribuirá a incrementar el conocimiento y uso de estos dispositivos, además de sensibilizar a la sociedad en general sobre la importancia de hacer un uso eficiente y responsable del agua

Por otro lado la institución educativa, al implementarse será el primer colegio público en hacer un uso eficiente del agua en la amazonia y será ejemplo por otras instituciones estatales.

## **1.5. Alcance y limitaciones.**

**1.5.1. Alcance.-** Este proyecto se desarrolló en el ámbito geográfico del Departamento de Loreto, provincia de Alto Amazonas, ciudad de Yurimaguas y se aplicó en colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri, con la participación de la comunidad educativa.

**1.5.2. Limitaciones.-** Para este proyecto la principal limitante ha sido la poca información referente al tema, algunos datos tuvieron que estimarse ya que no existían.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

**González Villarreal, F, J. Val Segura, R. Rocha Guzmán, J, D (2009). Resultados del programa piloto de uso eficiente de agua en el edificio 5 del instituto de ingeniería de la UNAM.** El Programa de manejo, uso y reusó del agua en la UNAM (PUMAGUA) busca el uso eficiente del recurso a través de acciones que promueven el ahorro de agua con la Implementación de estrategias que logren disminuir el consumo y pérdidas de agua al interior como exterior de las entidades universitarias. Parte de las estrategias ha sido la ejecución de un programa piloto de uso eficiente de agua en el edificio 5 del Instituto de Ingeniería. El programa inició en Enero de 2008 con la evaluación del sistema del edificio que permitiera identificar las medidas más oportunas en ahorro de agua, iniciándose, a partir del 17 de Noviembre de ese mismo año su implementación, El resultado de este programa ha sido la reducción de un 44.0% en el suministro de agua. El programa ha generado la extensión de este a otras 20 entidades universitarias, así como establecer la pauta rumbo a lineamientos que, en materia de agua, requiere la universidad y el país. En cuyo trabajo, llega a las siguientes conclusiones:

1. Nos muestra que un elemento substancial en cualquier programa de uso eficiente de agua lo es la medición.
2. La medición permite dirigir inversiones de manera más provechosa. Eventualmente la tecnología que al respecto se emplee permitirá disponer de información en tiempo y forma.
3. Uno de los aspectos más importantes de este programa ha sido la generación de recursos humanos especializados en el tema del agua, particularmente, el correspondiente a los programas de uso eficiente de agua, cuya metodología y acciones bien pueden emplearse en cualquier dependencia pública o privada.

**Centro de tecnología limpias (2008). Estudio sobre tecnologías limpias y buenas prácticas ambientales aplicables al sector turístico.**

El objetivo de la presente investigación es la de elaborar el estudio de situación y prospectivo de las tecnologías limpias, en la comunidad Valenciana en el sector de la hotelería, identificando y analizando las buenas prácticas medioambientales tanto genéricas como específicas del sector. Resultado del estudio se obtuvo como conclusiones lo siguiente:

1. Las empresas de hotelería deben analizar del amplio listado de tecnologías expuestas, cuales son aquellas más fácilmente implantables, aquellas más rentables económicamente, o aquellas que más repercusiones tienen en la venta del producto final, que es el servicio al cliente.
2. Las tecnologías aplicables se encuentran dentro de un amplio intervalo, que cuenta en límite inferior con la introducción de sensores de presencia y en límite superior con modificaciones drásticas del edificio sustrato de la actividad hotelera.

**Yepes Valencia, A, E. (2003, 97), para optar el título de Ingeniero industrial, en la Universidad Tecnológica Equinoccial: la tesis "Evaluar las pérdidas de agua en las redes de distribución de Quito y parroquias".** La presente tesis contiene el estudio del control de pérdidas de agua que se produce en la ciudad de Quito y sus parroquias. Estas pérdidas son ocasionadas por errores de medición, por facturación, pérdidas físicas. El objetivo principal del presente estudio es minimizar las pérdidas y obtener un mejor ingreso. Además una vez implantado el programa de control de pérdidas, se tendrá un mejor control del agua que se produce y se distribuye a los usuarios. Los resultados y conclusiones los datos obtenidos se han utilizado en las estimaciones de pérdidas y de demanda de agua y otros servirán para retroalimentar los programas de control de pérdidas.

A continuación, se presentan las siguientes conclusiones que se desprenden del estudio:

1. Los mayores problemas de agua no facturada se presenta en las parroquias.
2. En las parroquias se tienen serios problemas de información, tanto del agua producida, como del agua realmente consumida, lo cual imposibilita la estimación de los componentes del agua facturada.
3. La micro medición es muy deficiente en las parroquias. En Quito ciudad es insuficiente, aún en los grandes consumidores.
4. Debe tenerse muy claro que agua no facturada no es igual a fugas en la red: Por lo tanto los programas de reducción del agua no facturada, deben paralelamente poner atención a la determinación de sus otros componentes. Estos otros componentes tienen igualmente importancia, muchos de ellos son más fáciles y económicos de reducir y su determinación con mayor precisión permite mejorar, por diferencia, la estimación de las fugas en las redes de distribución.

**Yazduit Ltda. (Agosto, 2013). Caso de Éxito Ahorre agua con tecnología Alemana** En la Universidad Católica de Chile se instalaron duchas anti vandálicas.

A continuación se presentan las siguientes conclusiones que se desprenden del estudio:

1. Se logró un ahorro de hasta  $2/3$  del agua normal consumida. Las duchas normales gastaban entre 17 a 20 litros por minuto de agua caliente, en cambio las duchas de ahorro actualmente gastan 7 litros por minuto, mejorando además la calidad de la lluvia de agua que recibe el usuario.

## 2.2. Definición de términos

**Agua potable.-** Se denomina agua potable o agua para consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales. (Wikipedia,s,f).

**Consumo.-** Es el volumen de agua consumido en un tiempo determinado. **(Cárdenas Aspajo, 2003)**. En el presente trabajo de investigación se utiliza como tiempo en semanas.

**Pérdidas.** Carencia de lo que se poseía, Daño o menoscabo que se recibe en una cosa. (Diccionario Básico de la Lengua Española, 2001).  
En la investigación lo conceptualizamos como el agua que no es aprovechada para algún servicio; por ejemplo: fugas en tuberías y válvulas de la red de distribución y en estructuras tales como cisternas y tanques de almacenamiento; también, las fugas y goteos en muebles sanitarios, medidores, grifos y otros elementos. En esta categoría se puede incluir el desperdicio, caso del agua empleada en exceso.

**Dotación de Agua-** Es la cantidad de agua que se asigna para un determinado uso. Se expresa por personas y por día. En forma general se expresa por unidad de producción y por día. . (Cárdenas Aspajo, 2003).  
Para el presente trabajo la dotación de agua fue estimada por semana.

**Agua no facturada.-** Mide la proporción del volumen de agua potable producida que no es facturada por la empresa prestadora. Mientras mayor sea esta proporción, la Empresa Prestadora estaría incurriendo tanto en pérdidas comerciales como operacionales. Las pérdidas operacionales se deben a fugas en la redes de agua potable producto de la antigüedad y falta de mantenimiento; mientras que las pérdidas comerciales se deben al clandestinaje, la ausencia de micro medición, etc. (SUNASS,sf).

Para efectos de nuestra investigación se ha considerado para explicar la realidad problemática que concuerda con lo manifestado por la Defensoría del pueblo, perdidas en los canales de distribución.

**Dotación de servicios.-** Según Reglamento Nacional de Edificaciones (junio, 2006), La dotación mínima de aparatos en centros de educación primaria, secundaria y superior es:

**Tabla N° 06: Dotación de servicios por alumno**

Número de alumnos	Hombres			Mujeres	
De 0 a 60 alumnos	1L	1U	1I	1L	1I
De 61 a 140 alumnos	2L	2U	2I	2L	2I
De 141 a 200 alumnos	3L	3U	3I	3L	3I
Por cada 80 alumnos adicionales	1L	1U	1I	1L	3I

L = lavatorio, U = urinario, I = inodoro

**Fuente: Reglamento nacional de Edificaciones**

**Fluxor Electrónico.-** Se denomina fluxor o válvula de descarga a un grifo de cierre automático capaz de brindar un gran caudal de agua en corto espacio de tiempo, que puede ser variado mediante un tornillo de regulación y que se emplea en inodoros, urinarios y vertederos. (Construpedia,Sf.)

Para el presente trabajo el investigador definió de la siguiente forma: Es una válvula de descarga, también llamado fluxómetro electrónico cuyo funcionamiento se basa en el mismo sistema que los fluxores temporizados con la diferencia que se activa mediante un sistema electrónico de detectores de presencia. El sistema de interrupción de descarga por lo general es temporizado. La descarga

máxima de agua de este tipo de sanitario suele ser de 6 litros.

## **2.3. Bases teóricas**

### **2.3.1. Instalación Sanitaria.**

Es el conjunto de tuberías de abastecimiento y distribución de agua, equipos de tratamiento, válvulas, accesorios, etc. Así como tuberías de desagüe y ventilación, que se encuentran dentro del límite de propiedad del edificio. Todo este sistema de tuberías sirve al confort y para fines sanitarios de las personas que viven o trabajan dentro de él. . **(Cárdenas Aspajo, 2003).**

### **2.3.2 Aparatos sanitarios.-**

Según Ramos Salazar (2006). Se denominan aparatos sanitarios o simplemente *sanitarios* a aquellos elementos generalmente de gres o plancha de acero que se utilizan para facilitar la higiene personal o doméstica y la evacuación de líquidos y/o sólidos.

Son accesorios empleados con el fin de cubrir las necesidades que tienen los usuarios con respecto a lo que es aseo personal, limpieza y necesidades fisiológicas.

#### **a) Inodoros**

Los inodoros son aparatos sanitarios usados para la evacuación de desechos orgánicos del hombre. Los inodoros constan de dos partes principales:

- Depósito de descarga
- La taza

De acuerdo a como se abastecen de agua y en la descarga de la misma

- inodoro con tanque elevado

- inodoro con tanque bajo
- inodoro con tanque incorporado
- inodoro con fluxómetro.

**Tabla N°07: Ventajas y desventajas por tipo de inodoro**

TIPOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
inodoro con tanque incorporado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No ocupa mucho espacio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga total del volumen del tanque</li> </ul>
inodoro con fluxómetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocupa menos espacio</li> <li>• Ideal para uso publico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga regulada por el fluxómetro.</li> </ul>
Inodoro con tanque bajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga total del volumen del tanque.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga total del volumen del tanque</li> </ul>
inodoro con tanque elevado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aprovecha de la ciada libre del agua.</li> <li>• Uso publico</li> <li>• Menor consumo de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga total del volumen del tanque.</li> </ul>

**Fuente: Elaboración propia.**

**b) Lavatorios.** Uno de los aparatos más utilizados en el aseo personal, fabricado actualmente con mayólica de diferentes calidades y como ningún otro aparato viene en tantos estilos, tamaños y modelos.

El lavatorio es instalado generalmente colgado en la pared, existiendo también con pedestal apoyado al piso y su altura al borde superior se fija normalmente en 0.80 m. del nivel del piso terminado.

### **c) Urinarios**

Aparto sanitario destinado exclusivamente a cubrir necesidades masculinas (miccionar), su uso es más frecuente en instituciones, empresas o unidades de gran frecuencia de usuarios.

Debido al propósito para el que se utiliza es uno de los aparatos en el cual hay que dar la mayor importancia a la higiene. Como desperdicio la orina es quizás más objetable

que las sustancias orgánicas, desde el punto de vista de transmisión de enfermedades infecciosas, teniendo además la tendencia de ensuciarse la superficie del urinario muy rápidamente, despidiendo olores muy desagradables.

Por todo ello el sistema de lavado del urinario deberá ser lo más eficiente posible.

Existen dos tipos de urinarios:

- Urinarios apoyados en pared.
- Urinarios hechos en obra.

**Urinarios apoyados en pared.** Los urinarios de este tipo tienen por lo general dos partes una válvula fluxométrica y una taza con trampa incorporada. El sistema de lavado es regulado por un fluxor de tipo mecánico o electrónico. En el mercado actual encontramos tres modelos: Urinario Academy, Urinario Cadety Urinario Bambi.

#### **Ventajas**

- Variedad de diseños y precios
- El flujo de la descarga es regulado por el fluxor. Por lo tanto se economiza agua

#### **Desventaja**

- A mayor cantidad de usuarios más usuarios.

**Urinarios apoyados hechos en obra.** Son urinarios contruidos con ladrillo, cemento y mayólicas; se instala un sistema de lavado por tubo rociador de chorro continuo.

#### **Ventajas**

- Fácil construcción
- A mayor espacio más usuarios.

### Desventaja

- Poco estético
- El flujo de descarga es continuo, mayor consumo de agua.

### 2.3.3 Sensores

Los sensores son transductores (convierte un tipo de energía a otra) que miden cierto tipo de energía, un indicador o detector en pocas palabras, la energía detectada se convierte en impulsos eléctricos que son captadas por las máquinas de control. Esta información la utilizan los operadores lógicos o bien puede ser analizada por un ser humano.

#### a) Tipos de sensores

En la siguiente tabla se indican algunos tipos y ejemplos de sensores electrónicos.

**Tabla N°08: Tipos de Sensores Electrónicos**

MAGNITUD	TRASDUCTOR	CARACTERISTICAS
Posición lineal o angular	Potenciómetro	Analógica
	Encoder	Digital
	Sensor Hall	Digital
Desplazamiento y deformación	Formador diferencial de variación	Analógica
	Galga extensiométrica	Analógica
	Magnetostrictivos	A/D
	Magnetorrestrictivos	Analógica
	LVDT	Analógica
Velocidad Angular y lineal	Dinamo tacométrica	Analógica
	Encoder	Digital
	Detector inductivo	Digital
	Servo- inclinómetros	A/D
	RVDT	Analógica
Aceleración	Giroscopio	Analógica
	Acelerómetro	Analógico
	Servo- acelerómetro	A/D
Fuerza y par (deformación)	Galga extensiométrica	Analógico

	triaxiales	A/D
	Membranas	Analógico
Presión	Piezoeléctricos	Analógico
	Manómetro digitales	Digital
	Turbina	Analógica
Caudal	Magnético	Analógica
	Temporal	Analógica
	RTD	Analógica
Temperatura	Termistor NTC	Analógica
	Termistor PTC	Analógica
	Bimetal Termostato	I/O
	Inductivos	I/O
Sensores de presencia	Capacitivos	I/O
	Ópticos	I/O y Analógico
Sensores táctiles	Matriz de contactos	I/O
	Piel artificial	Analógica
	Cámaras de video	Procesamiento
Visión artificial		Digital
	Cámaras CCD o CMOS	Procesamiento
		Digital
	Sensor final de carrera	A/D
Sensor de Proximidad	Sensor capacitivo	A/D
	Sensor inductivo	A/D
	Sensor fotoeléctrico	A/D
Sensor acústico	Micrófono	A/D
Sensor de acidez	IsFET	A/D
	Fotodiodo	A/D
Sensor de luz	Fotorresistencia	A/D
	Fototransistor	A/D
Sensores captura de movimientos	Célula fotoeléctrica	A/D
	Sensores inerciales	A/D

---

**Fuente: Areny, R. P. (1993). *Adquisición y distribución de señales.***

### **2.3.4 Modelos de Simulación**

Es una técnica científica para simular matemáticamente y estadísticamente el comportamiento del mundo real. La simulación es utilizada con efectividad para predecir las salidas y el impacto de un modelo determinado.

Un modelo de simulación busca imitar el comportamiento del sistema que se investiga, estudiando las interacciones entre sus componentes. La salida de un modelo como este se representa en términos de medidas seleccionadas, que reflejan el desempeño o funcionamiento del sistema, donde dichos resultados están sujetos a errores experimentales, lo que significa que cualquier inferencia con respecto al desempeño del sistema simulado debe estar sujeto a las pruebas adecuadas de análisis estadístico.

La simulación permite ver el comportamiento de la realidad en un experimento, donde este relaciona todos los componentes del sistema para obtener una solución posible de la situación en estudio. Es por esto la naturaleza de la simulación permite mayor flexibilidad en la representación de sistemas complejos que normalmente son difíciles de analizar a través de modelos matemáticos. Sin embargo, se debe tener en cuenta que aunque la simulación es una técnica flexible, la elaboración de un modelo de simulación puede consumir mucho tiempo y ser costosa, en particular cuando se intenta optimizar el sistema modelado.

La simulación, al igual que otros métodos que existen, está basada en la estimación de la salida de un sistema a través del muestreo. Muchas de las técnicas, como el uso de números aleatorios para obtener muestras de una distribución de probabilidad para determinar resultados en forma confiable, son utilizadas dentro de los modelos de simulación.

#### a) **Tipos de Simulación**

Los modelos de simulación que se pueden elaborar, son realizados para analizar el comportamiento de sistemas en función del tiempo. Estos modelos se pueden clasificar a través de tres diferentes dimensiones:

- **Simulación discreta y continua:** Un sistema discreto es cuando la variable de estado del sistema cambia instantáneamente en un punto separado en el tiempo, mientras que un sistema continuo es aquel cuando la variable de estado cambia constantemente con respecto al tiempo.
- **Simulación determinística y Estocástica:** Un modelo determinístico es cuando no existe ningún tipo de componente probabilístico y la salida del sistema puede ser determinada una vez introducidos los datos y relaciones. Un modelo estocástico es aquel que tiene al menos alguna entrada aleatoria y por consiguiente sus salidas son aleatorias.
- **Simulación estática y dinámica:** Un simulación estática es la representación de un sistema en un tiempo en particular, en cambio una simulación dinámica representa al sistema como si éste estuviera envuelto sobre el tiempo.

#### **2.3.5 Pronosticar**

Pronosticar es proceso que permite estimar un evento futuro no conocido con certeza, a partir del análisis de su comportamiento en el pasado. Este proceso combina sistemáticamente datos históricos para obtener un estimado del futuro. En cambio, predecir es el uso de consideraciones no sistemáticas junto con

la información histórica del evento. Todos los pronósticos tienen un objetivo común, el cual es predecir acontecimientos futuros de modo tal que las proyecciones se puedan después incorporar en la toma de decisiones.

Existen diferentes técnicas para pronosticar, pero estas pueden ser englobadas en dos grandes áreas: métodos cuantitativos y métodos cualitativos.

**a) Tipos de pronósticos**

Para pronosticar se utilizan técnicas estadísticas, basándose en el análisis numérico y modelos matemáticos complejos, al igual que se puede hacer uso de técnicas basadas en la experiencia donde los pronósticos son subjetivos, o por intuición y pueden ser más precisos que los anteriores.

- **Métodos cualitativos:** Son las técnicas utilizadas cuando no se cuenta con información histórica, los cuales son altamente subjetivos y se basan en opiniones o experiencias de un grupo de personas. Algunas de estas técnicas son: opinión de expertos, la técnica Delphi y relaciones de factores.
- **Métodos cuantitativos:** Son aquellas técnicas que emplean la información histórica para entender su comportamiento y predecir ocurrencias futuras. Para ello se usan métodos estadísticos, los cuales pueden variar desde proyecciones muy sencillas, hasta lo más sofisticados análisis de correlación múltiple y modelos matemáticos. Estas técnicas son mejores en la mayoría de los pronósticos, ya que usan herramientas complejas y objetivas. Estas se pueden dividir en: series de tiempo y causales.

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1 Hipótesis Alternativa

Con el uso de sensores en lavatorios, inodoros y urinarios menguará el desperdicio de agua potable en el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri de la ciudad de Yurimaguas Alto Amazonas.

### 2.4.2 Hipótesis Nula

Con el uso de sensores en lavatorios, inodoros y urinarios no se menguará el desperdicio de agua potable en el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri de la ciudad de Yurimaguas Alto Amazonas.

## 2.5 Sistema de variables

### Variables:

**Independiente** : uso de Sensores (solución)

**Dependiente** : desperdicio de agua potable (problema)

## 2.6 Escala de medición

### 2.6.1. Variable Independiente:

Uso de Sensores : Cualitativa ordinal

**Tabla N° 09: Escala de medición variable independiente**

<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>
Sensor infrarrojo	Detector de presencia

**Fuente: Elaboración propia**

**Escala de Medición:** con presencia, sin presencia.

### 2.6.2 Variable Dependiente:

Desperdicio de agua potable : Cuantitativa ordinal

**Tabla Nº 10. Escala de medición variable dependiente**

<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>
Consumo de agua	Flujo de descarga por persona

**Fuente: Elaboración propia**

**Escala de Medición:** litros

## 2.7 Objetivos

### 2.7.1 Objetivo General

Disminución del consumo de agua potable con la implementación de sensores digitales en lavatorios, inodoros y urinarios del colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri de la ciudad de Yurimaguas Alto Amazonas.

### 2.7.2 Objetivo Específico

- Construir el modelo de simulación predictivo del consumo de agua potable en el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri.
- Simular el consumo de agua potable en el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri.
- Estimar la demanda de consumo de agua potable en el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri.

# **CAPITULO II**

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Universo y muestra

##### 3.1.1. Universo

El universo está conformado por los aparatos sanitarios instalados en la institución educativa, que son Inodoros, urinarios y lavatorios, que son utilizados por los alumnos, docentes y personal administrativo en los turnos de mañana y tarde.

##### 3.1.2. Muestra

Para obtener la muestra seleccionada se entrevistó a los profesores y administrativos de la institución educativa, producto del cual se consideró no incluir en el estudio los servicios higiénicos del personal administrativo por no tener mayor impacto en el consumo de la institución.

Entonces la muestra utilizada en para el presente estudio esta conformada por los aparatos sanitarios (Inodoros, urinarios y lavatorios), instalados en los servicios higiénicos para uso de los estudiantes.

**Tabla N° 11: Número de aparatos sanitarios por sexo**

Aparatos	Sexo	
	Hombres	Mujeres
Inodoros	12	12
Lavatorios	12	12
Urinarios	12	0

**Fuente: Elaboración propia**

Según el reglamento nacional de edificaciones en el TITULOIII Edificaciones, Capitulo 3 Instalaciones Sanitarias- I.S.010.-1.4.2 Número de aparatos sanitarios requeridos, coincide con los

instalados en el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri.

## **3.2. Ámbito geográfico**

### **3.2.1 Ubicación Geográfica.**

La presente investigación fue desarrollada en la ciudad de Yurimaguas, Provincia de Alto Amazonas, Departamento de Loreto –Perú.

La ciudad de Yurimaguas es la capital de la Provincia de Alto Amazonas, que se ubica a una altitud sobre el nivel del mar de 181.5 msnm, geográficamente, se localiza entre las coordenadas 05° 53' 48" de latitud sur, y 76° 06' 18" de longitud Oeste. La provincia de Alto Amazonas esta cruzada longitudinalmente por el río Huallaga, principal río navegable, que recibe afluentes por la margen izquierda a los ríos Caynarachi, Shanusi, Zapote, Parapapura y Aypena, por la margen derecha por ríos y quebradas, como: el Chipurana, Cuiparillo y el Shishinahua, además del río Samiria que queda en el distrito de Lagunas, para un poco después unirse al río Marañón como tributario.

### **3.2.2 Condiciones climatológicas**

La temperatura media es de 26° C, teniendo una temperatura máxima de 36° C, entre los meses de junio-setiembre. La precipitación fluvial oscila entre 1900-2800mm.

### 3.3. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación que se realizó es no experimental, puesto que no habrá manipulación deliberada de las variables. Se observarán los fenómenos, en este caso las variables que intervienen en el proceso de consumo de agua potable, para su posterior análisis.

En un estudio no experimental no se construyen situaciones, sino que se observan situaciones ya existentes y no habrá control sobre las variables, éstas ya han ocurrido. La investigación no experimental es sistemática y empírica en la que las variables independientes no se manipulan porque ya han sucedido (Hernández Sampieri, 1998).

Esta investigación es no experimental longitudinal, puesto que basa en el estudio de la evolución o cambio de las variables que afectan el consumo de agua potable. Se recogerán datos acerca de las variables críticas del sistema para construir el modelo de simulación para luego hacer inferencias en cuanto al cambio que han presentado las mismas y las consecuencias de ello.

Por otra parte, la investigación es longitudinal de tendencia, ya que se basará en las tendencias evolutivas de los pronósticos, se analizarán cambios a través del tiempo.

**GES O1 X O2**

***Dónde:***

**ES** = Experimento de Simulación.

**X** = simulación.

**O1** = Datos históricos del consumo de agua potable.

**O2** = Resultados simulados del consumo de agua potable

### **3.4. Procedimientos y técnicas**

#### **3.4.1. Procedimientos de simulación.**

Para el desarrollo de la presente tesis se siguieron los pasos para realizar un estudio de simulación, procediéndose de la siguiente manera:

##### **3.4.1.1. Conceptualizar el problema en estudio**

Se va a estudiar el uso de agua potable en el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri, su consumo y pérdidas. Para el estudio, se realiza un modelo mediante el programa Vensim® DSS versión 5.7. Dicho modelo está constituido por tres submodelos: consumo de inodoros, consumo de Lavatorios y consumo de Urinarios.

*Los procesos o eventos más relevantes en los sistemas, es la demanda del servicio, consumo de agua potable en los tres submodelos.*

Este modelo presenta varios supuestos y se supone que el promedio de los alumnos a matricularse el año siguiente no varía, además se ha considerado que los días hábiles son en promedio 21 ó 22.

##### **Límites del sistema**

Los límites de este sistema vienen determinados por medio de las variables y los parámetros, lo cual se concreta a través de las ecuaciones del modelo, de tal manera que se puedan cuantificar y analizar.

**3.4.1.2. Recolección de datos y definición del modelo, en esta etapa se realizó las siguientes tareas:**

- Definición de las variables: Se Identificó las variables críticas del sistema.
- Definición de sub modelos se necesitarían para modelar la dinámica del consumo de agua, para lo cual se necesitará los siguientes:
  - Dinámica del consumo de agua en los inodoros.
  - Dinámica del consumo de agua en los urinarios.
  - Dinámica del consumo de agua en los lavatorios.

**a. Sub modelo de la Dinámica del consumo de agua en inodoros.-** Para este modelo se han definido las siguientes variables.

**Tabla N° 12: variables de la dinámica del consumo de agua en inodoros**

Variables	Descripción	Unidades
Consumo mes	Cantidad de agua utilizada por mes	M <sup>3</sup>
Consumo anual	Cantidad de agua utilizada por año	M <sup>3</sup>
Incremento mensual	Incremento del consumo de agua mensual	Lts./mes
Incremento del consumo	Incremento del consumo de agua total	Lts./mes
Total de descargas	Total del volumen de agua que se utiliza para limpiar el total de inodoro.	Lts./día
Descarga por servicio	Volumen de agua que se utiliza para limpiar el inodoro.	Lts./uso
Demanda del servicio	Necesidad de uso del servicio	uso/día
Promedio de uso	Promedio de uso del servicio en horario de receso.	Uso/día x aparato
Nº de Inodoros	Urinarios de la I.E	Aparato
Días de clases	Días al mes que asisten los estudiantes días que se hace uso del servicio.	Día/mes
Sábados y Domingos	Días de descanso y no se	Día

**Fuente: Elaboración propia**

### Sub modelo de la Dinámica del consumo de agua en Urinarios.

Para este modelo se han definido las siguientes variables:

**Tabla N° 13: variables de la dinámica del consumo de agua en urinarios**

VARIABLES	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Consumo mes	Cantidad de agua utilizada mes	M <sup>3</sup>
Consumo anual	Cantidad de agua utilizada año	M <sup>3</sup> .
Incremento mensual	Incremento del consumo agua mensual	Lts./mes
Incremento del consumo	Incremento del consumo agua total	Lts./mes
Total de descargas	Total del volumen de agua que se utiliza para limpiar el total urinarios	Lts./día
Descarga por servicio	Volumen de agua que se utiliza para limpiar el urinario.	Lts./uso
Demanda del servicio	Necesidad de uso del servicio	uso/día
Promedio de uso	Promedio de uso del servicio horario de descanso.	Uso/día x aparato
N° de Urinarios	Urinarios de la I.E	Aparato
Días de clases	Días al mes que asisten estudiantes días que se hace uso del servicio.	Día/mes
Sábados y Domingos	Días de descanso y no se hace uso del servicio	Día

**Fuente: Elaboración propia**

### Sub modelo de la Dinámica del consumo de agua en Lavatorios. Para este modelo se han definido las siguientes variables:

**Tabla N° 14: variables de la dinámica del consumo de agua en lavatorios**

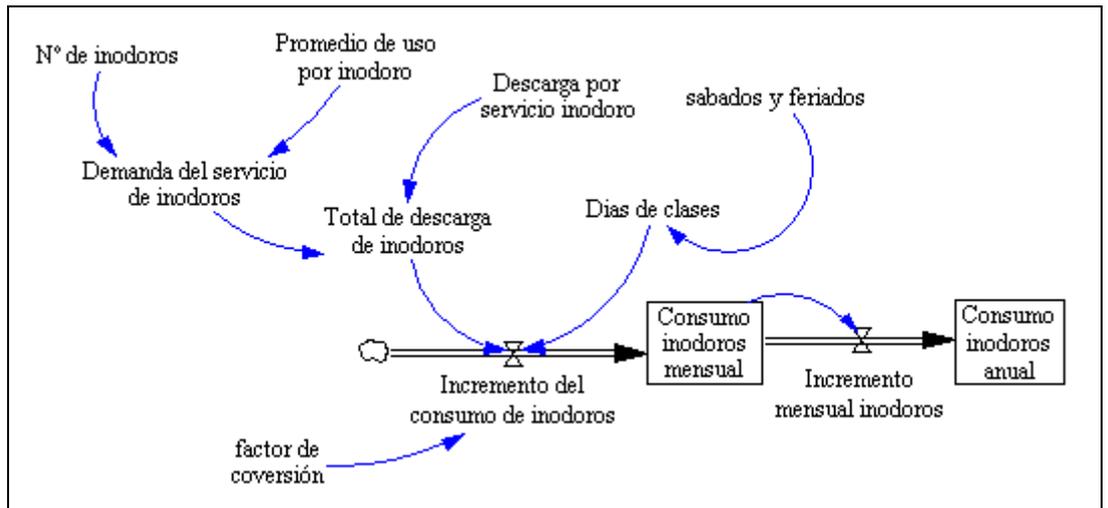
VARIABLES	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Consumo mes	Cantidad de agua utilizada por mes	Lts.
Consumo anual	Cantidad de agua utilizada por año	Lts.
Incremento mensual	Incremento del consumo de agua mensual	Lts./mes
Incremento del consumo	Incremento del consumo de agua total	Lts./mes

Total de descargas	Total del volumen de agua que se utiliza para limpiar el total de lavatorio.	Lts./día
Descarga por servicio	Volumen de agua que se utiliza para limpiar el lavatorio.	Lts./uso
Demanda del servicio	Necesidad de uso del servicio	uso/día
Promedio de uso	Promedio de uso del servicio en horario de descanso.	Uso/día x aparato
Nº de lavatorios	Urinarios de la I.E	Aparato
Días de clases	Días al mes que asisten los estudiantes días que se hace uso del servicio.	Día/mes
Sábados y Domingos	Días de descanso y no se hace uso del servicio	Día

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.4.1.3. Modelos y Ecuaciones del modelo.

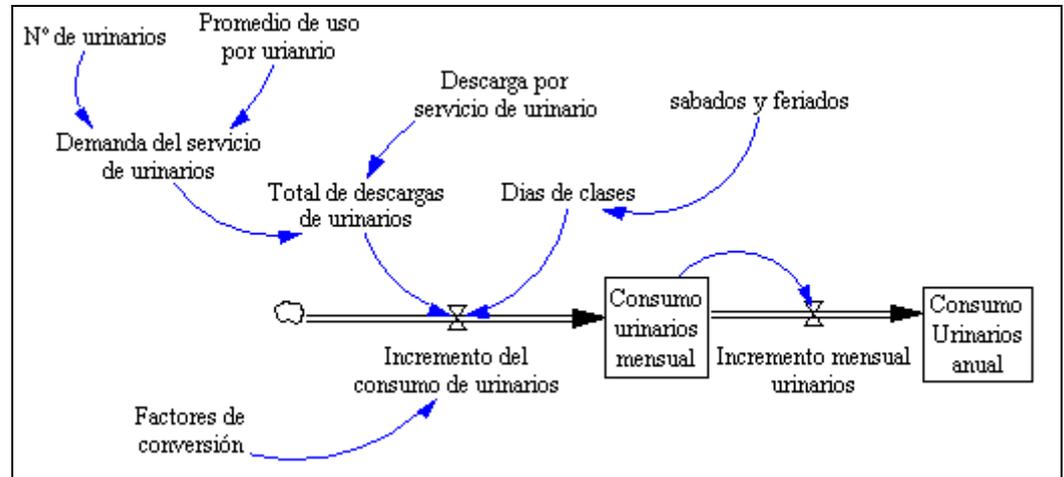
**Sub modelo de la Dinámica del consumo de agua en inodoros.** - El modelo se presenta en la figura N°01, las ecuaciones de las variables del modelo se encuentran en el anexo N°04



**Figura N°01: Sub modelo de la Dinámica del consumo de agua en inodoros.**

**Fuente: Elaboración propia**

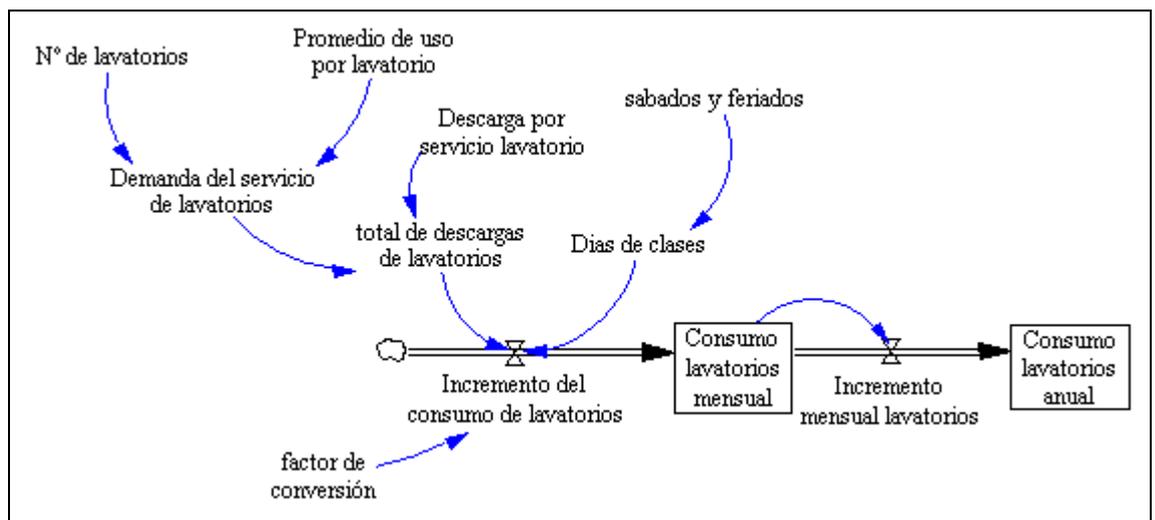
**Sub modelo de la Dinámica del consumo de agua en urinarios.-** El modelo se presenta en la **figura N°02**, las ecuaciones de las variables del modelo se encuentran en el **anexo N°05**



**Figura N°02: Sub modelo de la Dinámica del consumo de agua en urinarios.**

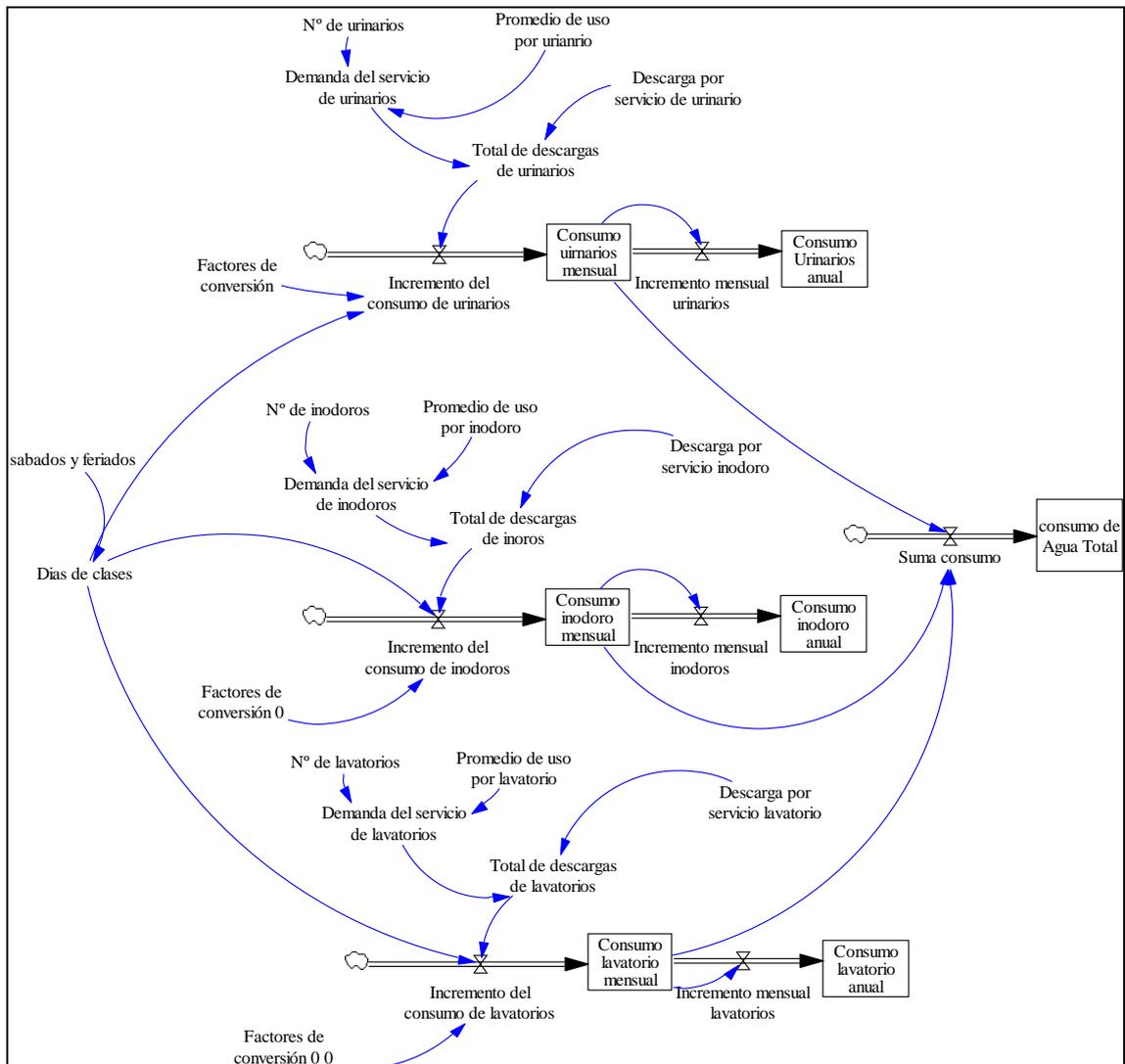
*Fuente: Elaboración propia*

**Sub modelo de la Dinámica del consumo de agua en Lavatorios.** El modelo se presenta en la **figura N°02**, las ecuaciones de las variables del modelo se encuentran en el **anexo N°06**



**Figura N°03: Sub modelo de la Dinámica del consumo de agua en lavatorios.**

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura N°04: Modelo de la Dinámica del consumo de agua en el colegio Monseñor Atanasio Jáuregui Goiri.**  
**Fuente: Elaboración propia**

### 3.4.1.4. Evaluación del modelo

- **Calibración y validación**

Los niveles de consumo se han calibrado mediante bibliografía de otros trabajos de campo y de otros modelos relacionados con el ahorro de agua. En algunos de éstos, se han encontrado distintos valores para un mismo dato y se ha tomado el más conveniente a las necesidades del trabajo. En aquellos casos en los que exista un rango de valores, se ha tomado la media de dichos valores.

En primer lugar se obtendrán los datos necesarios para crear el modelo a partir de una revisión bibliográfica de otros trabajos y modelos relacionados con el ahorro de agua.

De esta manera, se explicará la forma en la que se han obtenido los datos de partida y se hará referencia a la fuente bibliográfica de la cual se ha tomado. En caso de que se tengan varios valores para un mismo dato, se tomará el más apropiado para cada caso y en el caso de que exista un rango de valores, se tomara el valor medio.

Hay que destacar que el modelo se divide en distintos submodelos (Sub modelo de la Dinámica del consumo de agua en inodoros, Sub modelo de la Dinámica del consumo de agua en Urinarios Sub modelo de la Dinámica del consumo de agua en lavatorios). Cada uno de ellos tendrá sus propios parámetros que pueden intervenir en los otros submodelos.

### **Sub modelo de la Dinámica del consumo de agua en inodoros.**

Este sub modelo se ha calibrado en base a una serie de datos, provenientes de distintas fuentes.

#### **Demanda del servicio:**

La demanda del servicio se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Demanda del servicio} = N^{\circ} \text{ de inodoros} * \text{Promedio de uso.}$$

Dónde:

- **Nº de inodoros:**

Según Reglamento Nacional de Edificaciones (junio, 2006), La dotación mínima de aparatos en centros de educación primaria, secundaria y superior cuadro N°11, se obtiene que el promedio de alumnos del colegio es de: 969 varones y 931 mujeres.

Calculando tendríamos la cantidad de Inodoros=12.

- **Promedio de uso**

Promedio de uso está en función del uso que los alumnos puedan hacer de los servicios en el periodo de duración del receso, el cual tiene una duración de 30 minutos.

Acacia E,M. (2009).Explica el proceso de micción que tiene dos etapas y determina que cada micción dura aproximadamente unos 30 a 40 segundos.

Si tenemos un receso de 30 minutos o 1800 segundos podemos deducir que se realizarán 45 micciones que sería lo mismo que decir 45 uso /urinario x receso y si tenemos un receso por turno obtendremos que:

Promedio de uso= 90

De la formula obtendremos:

Demanda del servicio= 1080 uso / día

**Total de descarga:**

Total de descarga= Demanda del servicio\*Descarga por servicio

Dónde:

- **Descarga por servicio**

Se calcula según:

El volumen tradicional de descarga promedio de un sanitario tradicional es de 12 y 6 litros por descarga. (Villa, 2010).

Sin embargo en la actualidad existe tecnología con Fluxómetro electrónico para inodoro. Activación por medio de sensor infrarrojo. Incluye botón para descarga mecánica manual alternativa. Descarga de bajo consumo de 4.8 litros (VAINZA, julio 2013).

Entonces se ha considerado por el ahorro a la descarga por el uso del servicio de:

Descarga por servicio=4.8.

De la formula obtendremos:

Total de descarga = 5184 Lts / día

**Sub modelo de la Dinámica del consumo de agua en Urinarios** Este sub modelo se ha calibrado en base a una serie de datos, provenientes de distintas fuentes.

### **Demanda del servicio:**

La demanda del servicio se calcula de la siguiente manera:

Demanda del servicio=Nº de urinarios\*Promedio de uso.

Dónde:

#### **• Nº de urinarios:**

Según Reglamento Nacional de Edificaciones (junio, 2006), La dotación mínima de aparatos en centros de educación primaria, secundaria y superior el cuadro N° 11, se obtiene que el promedio de alumnos del colegio es de: 969 varones y 931 mujeres.

Calculando tendríamos la cantidad de Inodoros=12.

- **Promedio de uso**

Promedio de uso está en función del uso que los alumnos puedan hacer de los servicios en el periodo de duración del receso, el cual tiene una duración de 30 minutos.

Acacia E, M. (2009).Explica el proceso de micción que tiene dos etapas y determina que cada micción dura aproximadamente unos 30 a 40 segundos.

Si tenemos un receso de 30 minutos o 1800 segundos podemos deducir que se realizarán 45 micciones que sería lo mismo que decir 45 uso /urinario x receso y si tenemos un receso por turno obtendremos que:

Promedio de uso= 90

De la formula obtendremos:

Demanda del servicio= 1080 uso / día

**Total de descarga:**

Total de descarga= Demanda del servicio\*Descarga por servicio

Dónde:

- **Descarga por servicio**

Se calcula según:

Sin embargo en la actualidad existe tecnología con Fluxómetro electrónico para urinario. La descarga tiene lugar cuando el usuario se aleja del orinal, después de usarlo, descarga programada de fábrica 1 litro por activación (VAINZA, julio 2013).

Entonces se ha considerado por el ahorro a la descarga por el uso del servicio de:

Descarga por servicio=1.

De la formula obtendremos:

Total de descarga = 1080 Lts / día

**Sub modelo de la Dinámica del consumo de agua en lavatorios:** Este sub modelo se ha calibrado en base a una serie de datos, provenientes de distintas fuentes

### **Demanda del servicio:**

La demanda del servicio se calcula de la siguiente manera:

Demanda del servicio=Nº de lavatorios\*Promedio de uso.

Dónde:

- **Nº de lavatorios:**

Según Reglamento Nacional de Edificaciones (junio, 2006), La dotación mínima de aparatos en centros de educación primaria, secundaria y superior el cuadroNº11, se obtiene que el promedio de alumnos del colegio es de: 969 varones y 931 mujeres.

Calculando tendríamos la cantidad de lavatorios=12.

- **Promedio de uso**

Promedio de uso está en función del uso que los alumnos puedan hacer de los servicios en el periodo de duración del receso, el cual tiene una duración de 30 minutos.

Los valores estandarizados de caudal para los usos más convencionales del agua, con los que pueden estimarse los flujos para determinadas operaciones, son: Llave de lavabo de 2 a 6 Litros /min (Bourguett Ortiz, V, J. y otros. 2003).

De lo expuesto líneas arriba tomamos el valor de 5 Litros /min entonces en segundos tendremos un caudal de 1/12 Litros /segundo.

Para los locales de pública concurrencia, la Ley 6/2006, de 21 de julio, sobre incremento de las medidas de ahorro y conservación en el consumo de agua en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, establece que estos sistemas deben dispensar, como máximo, 1 Litro por pulsación (ciclo).

De lo cual se deduce que el ciclo de uso es de 12 segundos y tendremos:

$$\text{Promedio de uso} = 150 \times 2 \text{ recreos} = 300$$

De la fórmula obtendremos:

$$\text{Demanda del servicio} = 3600 \text{ uso} / \text{día}$$

### **Total de descarga**

Total de descarga= Demanda del servicio\*Descarga por servicio

Dónde:

- **Descarga por servicio**

Se calcula según:

Para los locales de pública concurrencia, la Ley 6/2006, de 21 de julio, sobre incremento de las medidas de

ahorro y conservación en el consumo de agua en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, establece que estos sistemas deben dispensar, como máximo, 1 Litro por pulsación (ciclo).

Entonces se ha considerado por el ahorro a la descarga por el uso del servicio de:

Descarga por servicio=1.

De la formula obtendremos:

Total de descarga = 3600 Lts / día

- **Análisis de sensibilidad**

El análisis de sensibilidad consiste en comprobar que todas las constantes introducidas en el modelos, mediante la calibración, son correctivas y en caso contrario, analizar el valor cuál es su valor más adecuado

#### **3.4.1.5 Experimentos de simulación**

Esta es la fase de aplicación del modelo propiamente dicha. En ella se simularán situaciones para extraer la conclusión correspondiente

- Simulación del modelo y prueba de hipótesis dinámicas
- Prueba del modelo bajo supuestos

### 3.4.1.6 Procedimiento de Análisis de Resultados

El procedimiento para el análisis de los datos se realizó teniendo en cuenta la siguiente comparación:

- **O1 – O2:** Con la finalidad de determinar mediante la simulación la variación en el consumo de agua potable en el centro educativo con la implementación de los sensores en los SSHH.

Para el análisis e interpretación de datos se procedió de la siguiente manera:

- Tabulación y clasificación de los datos históricos y datos pronosticados
- Elaboración de los cuadros estadísticos.
- Aplicación de la prueba de hipótesis.

### 3.4.2 Técnicas

Para obtener los datos de los dominios de las variables consideradas, se ha necesitado recurrir a lo siguiente:

**a) Análisis Documental:** En la búsqueda de información se recurrió fuentes secundarias, como revistas indexadas, libros, búsqueda en sitios de internet y para la sistematización se utilizaron fichas resumen, fichas textuales y fichas bibliográficas.

**b) La técnica de la Entrevistas:** Se utilizó con la finalidad de recopilar información sobre el consumo de agua.

**c) Observación:** Se realizó visitas al Colegio Monseñor Atanasio Jáuregui Goiri.

## 3.5 Instrumentos

### 3.5.1 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos utilizados para esta investigación son:

- a) **Fichas resumen, Fichas textuales y Fichas bibliográficas:** Para la recopilación de citas textuales para la fundamentación de la propuesta. Los cuales fueron de gran utilidad para la formulación de los antecedentes del problema, antecedentes de la investigación y bases teóricas.
- b) **Las entrevistas:** Se utilizaron con la finalidad de recoger información de primera mano de los directamente involucrados en el sistema en estudio.
- c) **Fichas de observación.**-Con las cuales se recogió información del estado y uso de los aparatos sanitarios de la institución educativa.
- d) **Software de Simulación.**-Ambiente que permitió el desarrollo del proyecto, en la cual se desarrollaron los modelos en los cuales se determinó el estado de las variables a futuro.

### 3.5.2 Instrumentos de procesamiento de datos

El procesamiento de los datos se realizó de la siguiente manera:

**Tabla N° 15: Procesamiento de datos**

GRUPO DE DATOS	ANTES DE LA SIMULACIÓN	DE LA SIMULACIÓN
EXPERIMENTO DE SIMULACIÓN	X1	X2

**Fuente: Elaboración propia**

Si:

**d1:** Variación en los datos del consumo de agua potable.

Para determinar los cambios en el consumo se aplicó la fórmula:

$$d1 = X2 - X1$$

Para determinar la significancia de la variable independiente sobre la dependiente se realizó a través de la estadística inferencial. Los datos o resultados obtenidos se procesaron para dar respuesta al problema y a los objetivos del estudio. Al respecto Samanamud (2001), recomienda utilizar las siguientes herramientas estadísticas:

a) **La media aritmética y la desviación estándar** que permitió medir los resultados de los datos históricos y datos simulados del desarrollo de la comprensión lectora

• **Media Aritmética**

$$\bar{X} = \frac{\sum x_1}{n}$$

• **Desviación Estándar**

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n-1}}$$

b) **Uso de la prueba T-Student**, para comprobar el rendimiento promedio de ambos grupos de estudio. Tomando los siguientes criterios de significación:

Si : **P** = nivel de significancia.

**p > 0.05** diferencia no significativa.

**p < 0.05** diferencia significativa.

**p < 0.01** diferencia altamente significativa.

- **Formula T-Student**

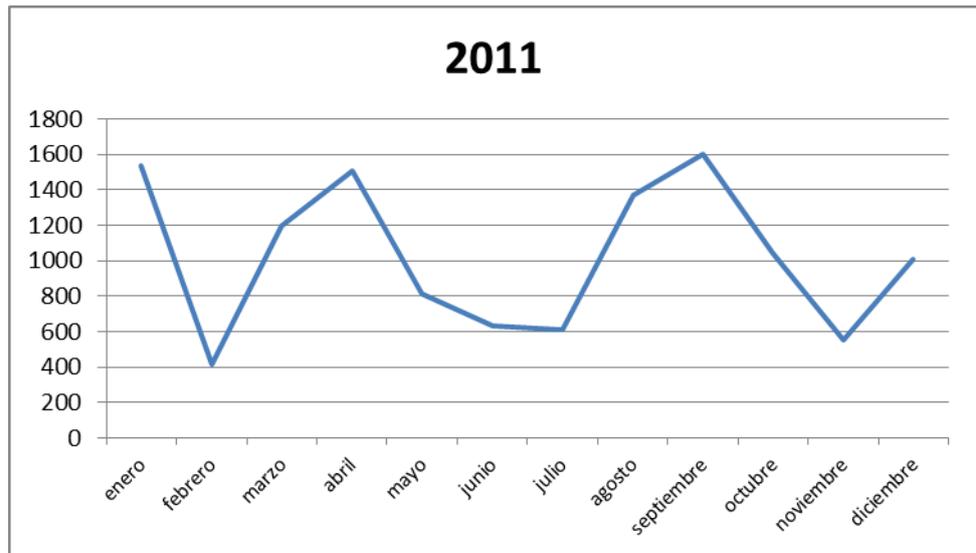
$$T_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Se emplearon los paquetes de Software:

- **SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).** Como herramienta de soporte estadístico para el procesamiento de los datos.
- **Excel.** Como herramientas de soporte informático para el procesamiento de los datos.
- **Software “Vensim”.**- Como herramienta de simulación en cual se construyó el modelo, y se hizo los experimentos, partiendo de unas determinadas condiciones iniciales, obteniéndose el pronóstico de las variables en el horizonte temporal.

### 3.6 Prueba de Hipótesis

Se entiende como hipótesis en el contexto de la estadística inferencial a la predisposición respecto a uno o varios parámetros. Y lo que el investigador hace a través de la prueba de hipótesis es determinar si la hipótesis es consistente con los resultados obtenidos.

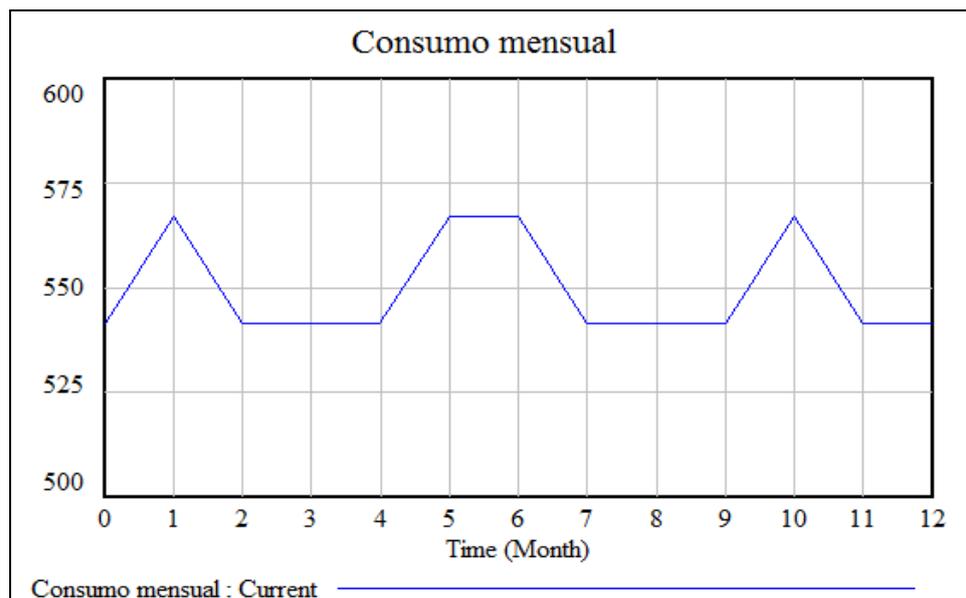


**Figura N° 05: Consumo mensual del año 2011**

*Fuente: Elaboración propia.*

**Interpretación:**

El Gráfico 03 muestra el consumo de agua potable por mes en el colegio Mons. Actanasio Jáuregui Goiri de la ciudad de Yurimaguas, durante el año 2011, datos obtenidos de la EPS Alto Amazonas (datos históricos). Del gráfico se observa que el consumo no es uniforme y que varía entre los 417 a 1602 litros por mes.



**Figura N°06: Consumo mensual simulado**

*Fuente: Elaboración propia.*

### Interpretación:

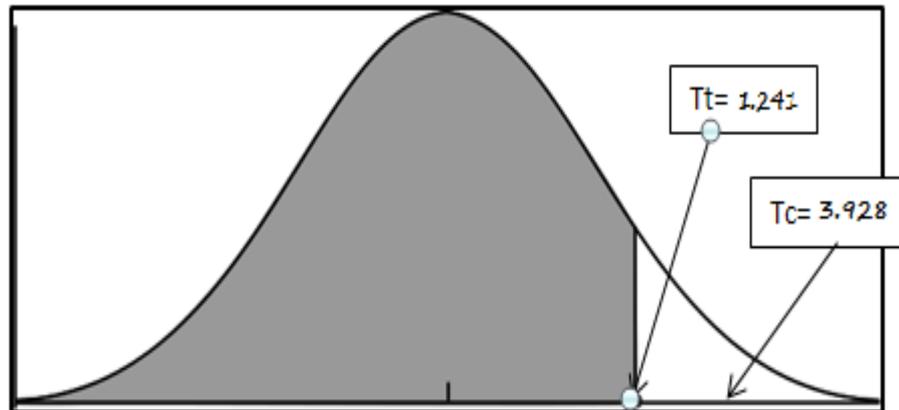
El Gráfico 04 muestra el consumo de agua potable por mes en el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri de la ciudad de Yurimaguas, durante un año datos obtenidos del proceso de simulación (datos simulados).

Del gráfico se observa que los resultados son uniformes de acuerdo al mes, el consumo varía entre 541 y 567 litros por mes

**Tabla N° 16: Efecto producido con el uso de sensores en el consumo de agua.**

CONTRASTACIÓN 01 – 02			Nivel de significancia 5%		Decisión
Comparación entre Grupos	Diseño de contrastación	Hipótesis	T calculada	T tabulada	
Datos históricos Datos simulados	E.S. : 01 X 02	H <sub>0</sub> : $\mu_{02} = \mu_{01}$ H <sub>1</sub> : $\mu_{02} > \mu_{01}$	3.928	1.241	Rechaza H <sub>0</sub> : $\mu_{02} = \mu_{01}$

**Fuente: Elaboración propia.**



**Figura.N° 07 Función realizada por la contrastación O1-O2**  
**Fuente: Elaboración propia.**

### **Interpretación:**

La figura 07 muestra los valores obtenidos, el estadístico T Calculada = 3.928 es mayor que el valor crítico que nos da la tabla ( $T$  tabulada = 1.241), entonces podemos decir que la diferencia entre las medias es distinta de cero, y por lo tanto las medias de las muestras son significativamente diferentes. Es decir nuestro estadístico se encuentra en la región de rechazo de la hipótesis nula, lo cual significa que el promedio del consumo de agua pronosticado es menor que el consumo histórico. Es decir que el uso de sensores en lavatorios, inodoros y urinarios menguará el desperdicio del agua potable en el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri de la ciudad de Yurimaguas.

# **CAPITULO III**

#### IV. RESULTADOS

**Tabla N°17. Consumo mensual de agua potable en el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri.**

Time (Month)	"Consumo mensual"	Consumo mensual
0	Runs:	0
1	Current	541.296
2		567.072
3		541.296
4		541.296
5		541.296
6		567.072
7		567.072
8		541.296
9		541.296
10		541.296
11		567.072
12		541.296

Fuente: Elaboración propia

#### Interpretación:

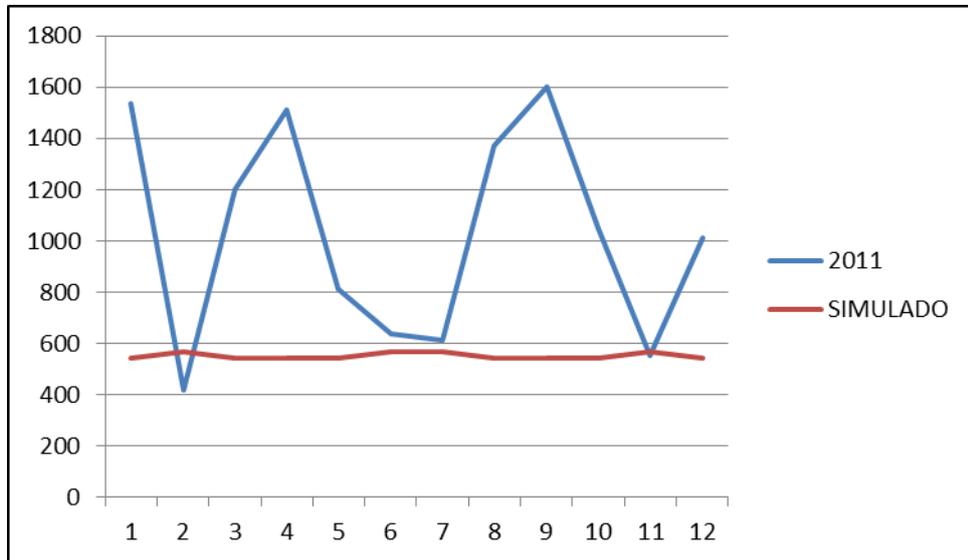
Del cuadro producto de la simulación del modelo, se observa los consumos de los 12 meses del año en m<sup>3</sup>. Lo cual determina que existe un uso uniforme del recurso hídrico en la institución educativa.

**Tabla N°18: Consumo Vs consumo simulado porcentaje de ahorro.**

Meses \ Año	2011 consumo	Simulado consumo	Ahorro %
Enero	1534	541.30	35
Febrero	417	567.07	136
Marzo	1200	541.30	45
Abril	1510	541.30	36
Mayo	814	541.30	66
Junio	636	567.07	89
Julio	613	567.07	93
Agosto	1370	541.30	40
Setiembre	1602	541.30	34
Octubre	1048	541.30	52
Noviembre	553	567.07	103
Diciembre	1012	541.30	53

Totales	12309	6598.66	54
Promedio	1025.75	549.89	54

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura N° 08: Consumo Vs consumo simulado**

**Fuente: Elaboración propia**

**Interpretación:**

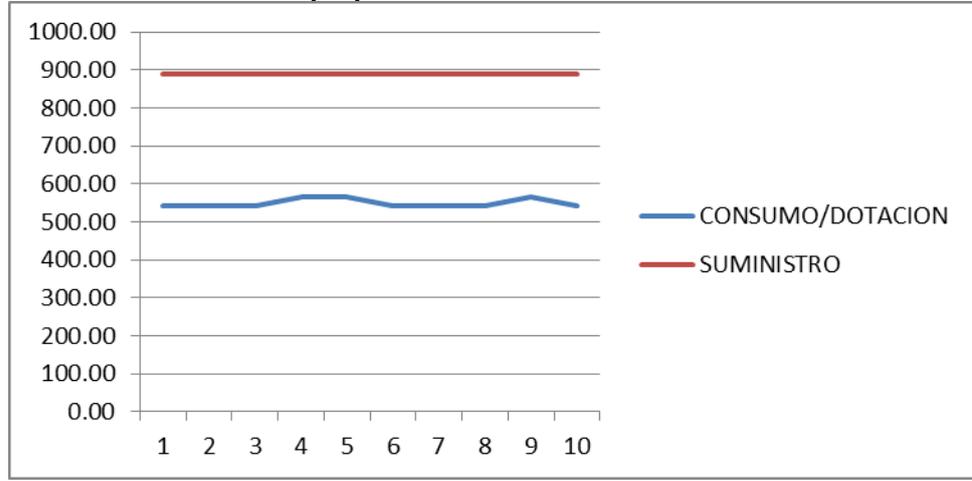
Del cuadro y grafico se puede observar que existe diferencia entre lo consumido en el año 2011 y lo simulado. Además el ahorro es evidente teniendo un promedio final del 54% de ahorro en el consumo de agua potable en el colegio. Lo cual determina que si se puede hacer un uso eficiente del agua que nos proporciona la EPS-Loreto.

**Tabla N°19: Consumo simulado, suministro, consumo o dotación y sobrante.**

Meses	Año		
	suministro	Consumo/dotación	sobrante
Marzo	541.30	889	347.704
Abril	541.30	889	347.704
Mayo	541.30	889	347.704
Junio	567.07	889	321.928
Julio	567.07	889	321.928
Agosto	541.30	889	347.704
Setiembre	541.30	889	347.704
Octubre	541.30	889	347.704
Noviembre	567.07	889	321.98

Diciembre	542.30	889	347.704
Totales	5490.288	8890	3399.71
Promedio	549.03	889.0	339.97

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura N° 09: Consumo simulado, suministro, consumo o dotación y sobrante.**

**Fuente: Elaboración propia**

**Interpretación:**

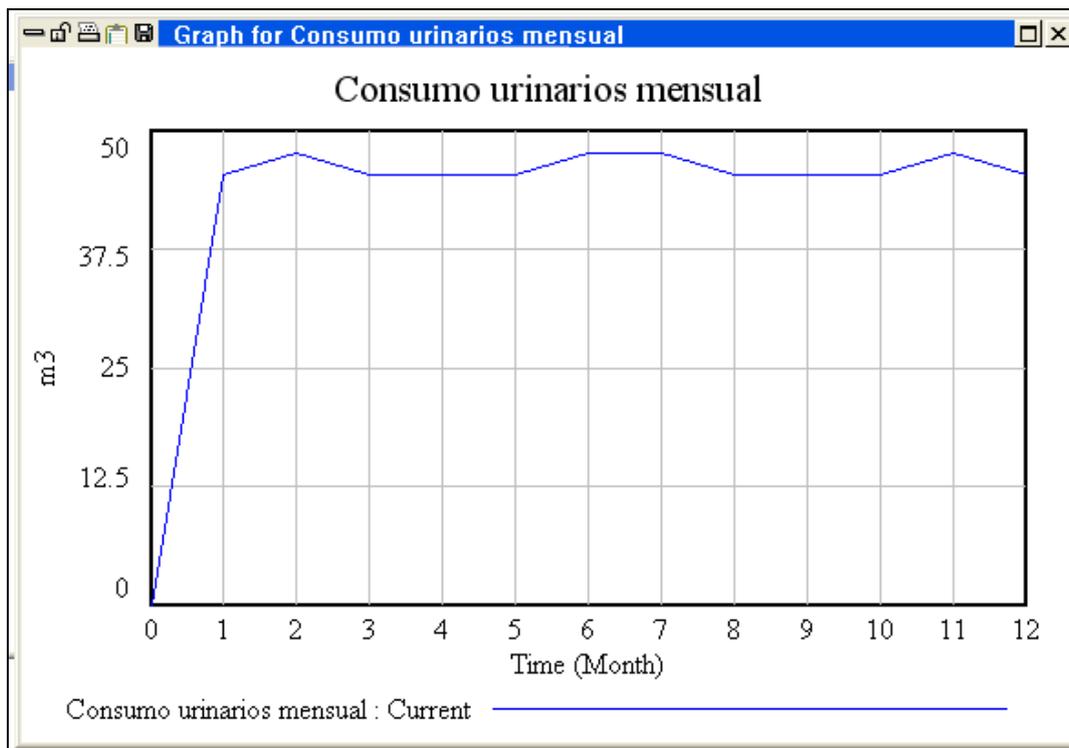
De acuerdo al cuadro se observa que el promedio final del suministro es de 889.00 m<sup>3</sup>, en cambio el consumo o dotación establecido por la cantidad de estudiantes es de 549.03 m<sup>3</sup>, de lo cual se deduce que existe un rango no utilizado de agua destinada al colegio o sobrante que en promedio es 339.97 m<sup>3</sup>.

En el grafico se muestra las diferencias entre la dotación y lo suministrado proyectados en el simulador, para los meses de estudio.

**Tabla N<sup>a</sup> 20: Consumo de agua potable mensualmente en los urinarios del colegio Monseñor Atanasio Jáuregui Goiri.**

Time (Month)	"Consumo urinarios mensual"	Consumo urinarios
0		0
1		45.36
2	Runs:	47.52
3	Current	45.36
4		45.36
5		45.36
6		47.52
7		47.52
8		45.36
9		45.36
10		45.36
11		47.52
12		45.36

**Fuente: Elaboración propia datos simulados**



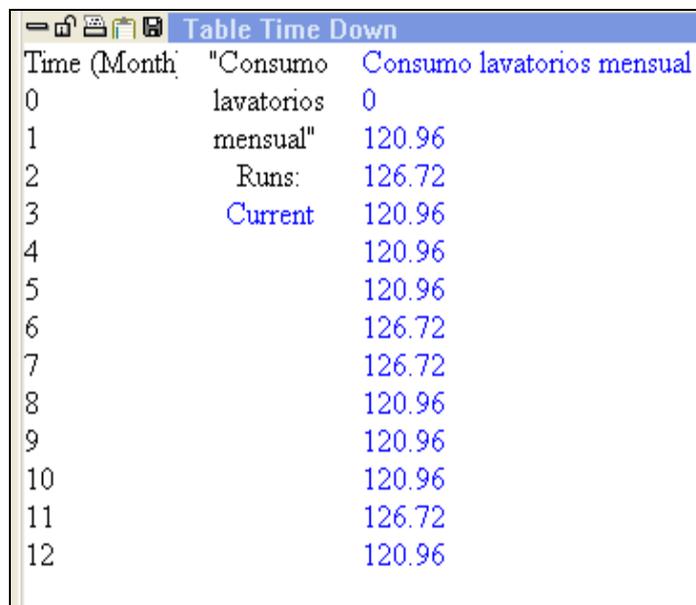
**Figura N<sup>o</sup> 10: Consumo de agua potable mensualmente en los urinarios del colegio Monseñor Atanasio Jáuregui Goiri.**

**Fuente: Elaboración propia simulador vensin**

### Interpretación:

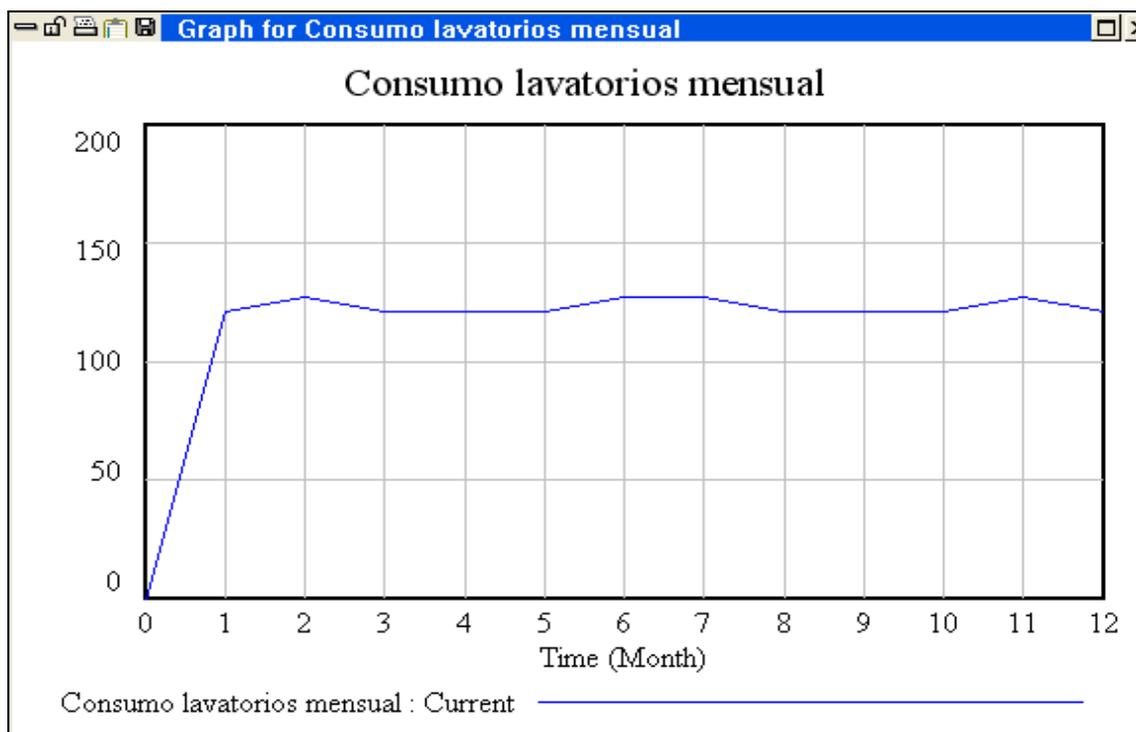
Según el cuadro 16 y gráfico 09, se puede observar que el consumo de agua potable en los urinarios de la institución están regulados automáticamente, con una descarga efectiva de 1Lt. Por uso de servicio, con lo cual se elimina el problema del desperdicio de agua en urinarios ya que eran construidos con mampostería y el suministro de agua era continuo este o no usándose.

**Tabla N° 21: Consumo de agua potable mensualmente en los lavatorios del colegio Monseñor Atanasio Jáuregui Goñi.**



Time (Month)	"Consumo lavatorios mensual"	Consumo lavatorios mensual
0	lavatorios	0
1	mensual"	120.96
2	Runs:	126.72
3	Current	120.96
4		120.96
5		120.96
6		126.72
7		126.72
8		120.96
9		120.96
10		120.96
11		126.72
12		120.96

**Fuente: Elaboración propia simulador vensin**



**Figura N° 11: Consumo de agua potable mensualmente en los lavatorios del colegio Monseñor Atanasio Jáuregui Goñi.**

**Fuente: Elaboración propia datos del cuadro simulador vensin**

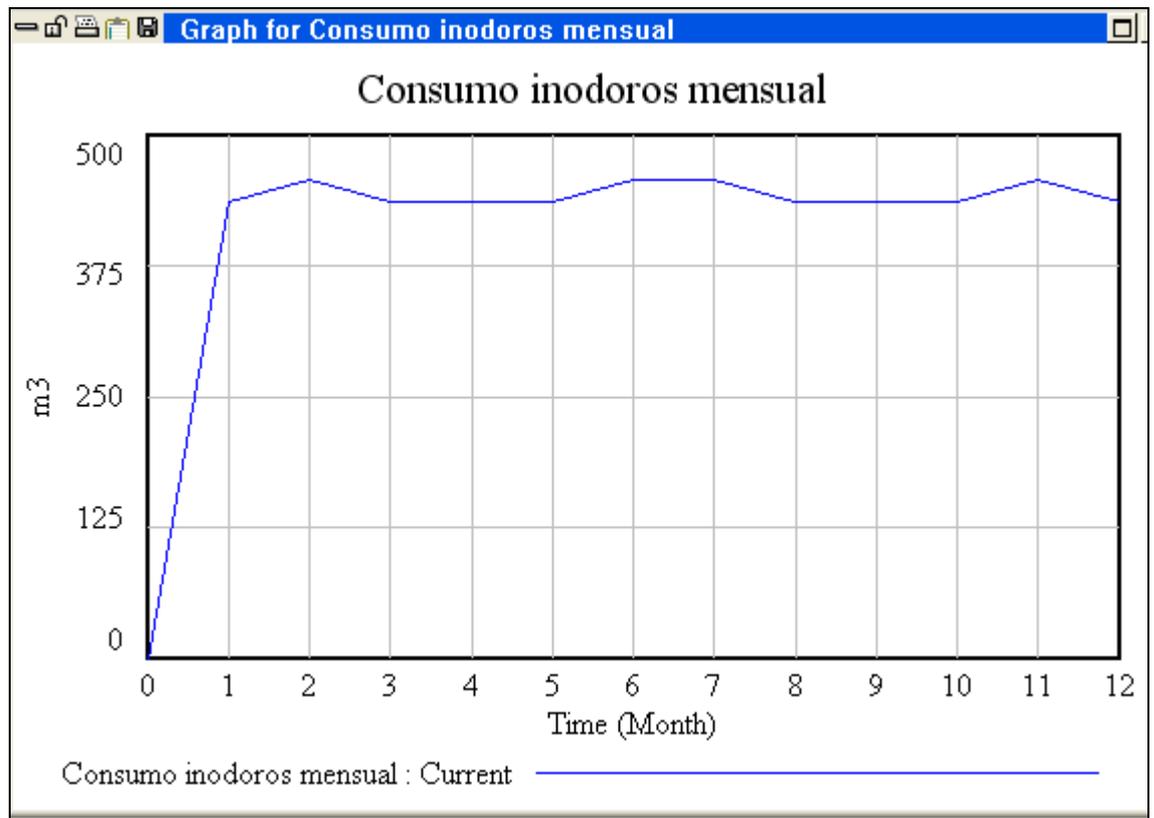
**Interpretación:**

Según el cuadro y gráfico el consumo de agua en los lavatorios es de 120 m<sup>3</sup> mensuales aproximadamente, este es un consumo casi constante ya que al incluir lavatorios con sensor infrarrojo y temporalizado solo se hace consumo de ½ litro por ciclo/descarga, con lo cual se disminuye sustancialmente el consumo de agua, ya que generalmente los alumnos dejan los caños abiertos por llegar a tiempo a las clases, además dejaron de estar jugando con el agua ya que solo descarga un ciclo por uso.

**Tabla N° 22: Consumo de agua potable mensualmente en los inodoros del colegio Monseñor Atanasio Jáuregui Goiri.**

Time (Month)	"Consumo inodoros mensual"	Consumo inodoros mensual
0	inodoros	0
1	mensual"	435.456
2	Runs:	456.192
3	Current	435.456
4		435.456
5		435.456
6		456.192
7		456.192
8		435.456
9		435.456
10		435.456
11		456.192
12		435.456

*Fuente: Elaboración propia datos pre test*



**Figura N°12: Consumo de agua potable mensualmente en los inodoros del colegio Monseñor Atanasio Jáuregui Goiri.**

*Fuente: Elaboración propia datos del cuadro 18*

**Interpretación:**

Según el cuadro y gráfico, Se muestra el consumo simulado para los inodoros con una descarga de 4.5 Lts por uso, de los 24 inodoros de la institución de ambos baños, el baño contiene un sensor infrarrojo que automáticamente activa la descarga de limpieza, con lo cual se elimina el desperdicio por olvido de dejar cerrando la válvula del inodoro. Contribuyendo al ahorro del elemento líquido.

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

De los resultados obtenidos del simulador se observa que:

- Según el simulador el comportamiento del modelo del consumo es casi uniforme en los aparatos sanitarios.
- La variación del consumo resultante, de la diferencia entre la media de los datos históricos y la media de los datos simulados, se obtiene una diferencia positiva con respecto a lo consumido el año 2011 equivalente a un 54% en promedio.
- Según los datos obtenidos de la simulación, el pronóstico de consumo de agua potable en promedio es de 549 m<sup>3</sup>, a diferencia del consumo estipulado de 889 m<sup>3</sup>, en el reglamento de Construcciones y edificaciones; es decir tendríamos 339.97 m<sup>3</sup> en promedio por consumir, lo que representa un ahorro sustancial.

# **CAPITULO IV**

## VI. CONCLUSIONES

Después del análisis de los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación, llegamos a las siguientes conclusiones:

- 1) Mediante el método T-Student se obtuvo una T calculada igual a 3.928 u una T tabulada igual a 1.241 quedando en la región de rechazo de la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna que es: “Con el uso de sensores en lavatorios, inodoros y urinarios menguará el desperdicio de agua potable en el colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri de la ciudad de Yurimaguas, Alto Amazonas”.
- 2) Se construyó el modelo de simulación del consumo de agua del colegio Mons. Atanasio Jáuregui Goiri, modelo puede ser modificado de manera rápida con el fin de analizar diferentes políticas o escenarios.
- 3) Con el uso del modelo de simulación se pronosticó el consumo del agua potable, bajo el escenario uso de sensores en lavatorios, urinarios e inodoros de la institución educativa, obteniendo resultados favorables en la disminución del consumo de agua potable.
- 4) El uso de sensores en los 24 inodoros disminuye el consumo de agua, evitando perdidas por mala disposición de la válvula de cierre. El consumo por descarga está regulado automáticamente a 4.8 litros, lo cual disminuiría el consumo ya que con el modelo antiguo la descarga era de 6 litros por servicio.
- 5) El uso de sensores en los lavatorios disminuye las pérdidas de agua en las horas de descanso o recreo, los 24 lavatorios están implementados con grifería, automática sensores y válvulas reguladoras de agua de  $\frac{1}{2}$  litro por uso.
- 6) De la simulación se obtuvo que se ahorrara en 54% en promedio del consumo de agua potable en la institución.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Finalmente se propone las siguientes recomendaciones:

1. Proponer desarrollar investigaciones, que determinen el promedio de uso de los aparatos sanitarios ya que información referente de nuestro país no existe.
2. Proponer el desarrollo de investigaciones que con lleven al consumo eficiente del agua.
3. Replicar la presente investigación en otros centros educativos o instituciones públicas.
4. Proponer a las instituciones involucradas como EMAPA SM, ANA, UGEL, Gobierno local financiar proyectos de esta naturaleza.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acacia E M. Trastornos de la micción.[en línea]. 2009. Disponible en: [http://www.cvjujuy.com.ar/carpetas/02\\_mat/desc/nefro%20uro%20salta%2009/MV%20MARTIN%20ESTEBAN%20ACACIA/Trastornos%20miccion.pdf](http://www.cvjujuy.com.ar/carpetas/02_mat/desc/nefro%20uro%20salta%2009/MV%20MARTIN%20ESTEBAN%20ACACIA/Trastornos%20miccion.pdf). [Consulta:20 junio del 2013].
- ARENY, R. P. (1993). *Adquisición y distribución de señales*. [en línea] Barcelona, España: Marcombo
- BOURGUETT ORTIZ, Víctor, J.(2003). Manual para el uso eficiente y racional del agua. ¡Utiliza sólo la necesaria!, Jorge A. Casados Prior, Víctor H. Mireles Vázquez, Elizabeth González Soberanis, M. Patricia Hansen Rodríguez, Mario O. Buenfil Rodríguez, Ma. Teresa Cervantes Quintana; México: IMTA.
- CÁRDENAS Aspajo. M. (2003). Diseño de instalaciones Sanitarias.
- CITALSA. Lavamanos con sensor infrarrojos. [en línea] Disponible en :[http://www.citalsa.com/files/lavamanos\\_sensor\\_infrarrojo\\_acero\\_inox\\_1\\_puesto\\_09410955.pdf#page=1&zoom=auto,0,631](http://www.citalsa.com/files/lavamanos_sensor_infrarrojo_acero_inox_1_puesto_09410955.pdf#page=1&zoom=auto,0,631) [Consulta: 18 de julio del 2013].
- COBRA. Artículos, artefactos e instalaciones. [en línea] Recuperado de: [http://www.imateriales.com/emp/cobra/C\\_09\\_05b.pdf](http://www.imateriales.com/emp/cobra/C_09_05b.pdf). [Consulta: 18 de julio de 2013; 1:50
- DEFENSORÍA DEL PUEBLO. En el marco del Día Mundial del Agua Defensoría del pueblo exhorta a manejar de manera sostenible fuentes de agua en todas las ciudades del país ante cambio climático. [en línea] 22 de Marzo del 2011. Disponible en: <http://www.defensoria.gob.pe/modules/Downloads/prensa/notas/2011/NP-081-2011.pdf>. [Consulta: 18 de julio de 2013].

- DIARIO AHORA .Cortes de agua son más frecuentes en Yurimaguas. [en línea]. 02 de Abril del 2013. Disponible en: <http://diarioahora.pe/portal/noticias-san-martin/24-yurimaguas/6153-cortes-de-agua-potable-son-mas-frecuentes-en-yurimaguas>. [Consulta: 02 de Abril de 2014].
- Diccionario básico de la Lengua Española. (2001). Edit. Planeta. Barcelona: España.
- Diccionario construpedia. [en línea] <http://www.construmatica.com/>. [Consulta: 21 de julio de 2013].
- ECODES. Grifos temporizados. [en línea]. 01 de marzo del 2013 Recuperado de: [http://www.ecodes.org/archivo/proyectos/archivo-ecodes/pages/ecologia\\_practicable/grifos\\_temporizadosc250.html?boletin=julio](http://www.ecodes.org/archivo/proyectos/archivo-ecodes/pages/ecologia_practicable/grifos_temporizadosc250.html?boletin=julio). [Consulta: 20 de julio de 2013].
- EL PERUANO. Instalaciones Sanitarias. Norma IS 010 instalaciones sanitarias. [en línea]. domingo 11 de junio de 2006 Recuperado de: [http://www.construccion.org.pe/normas/rne2011/rne2006/files/titulo3/03\\_IS/RNE2006\\_IS\\_010.pdf#page=1&zoom=auto,0,801](http://www.construccion.org.pe/normas/rne2011/rne2006/files/titulo3/03_IS/RNE2006_IS_010.pdf#page=1&zoom=auto,0,801). [Consulta: 03 de Agosto de 2013].
- Empresas comercializan sistemas de ahorro de agua para viviendas. [en línea] Recuperado de: [http://www.epamurcia.org/imagenes/info/2012104122312todos-EMPRESAS\\_COMERCIALIZAN\\_SISTEMAS\\_AHORRO\\_AGUA\\_PARA\\_VIENDAS.pdf](http://www.epamurcia.org/imagenes/info/2012104122312todos-EMPRESAS_COMERCIALIZAN_SISTEMAS_AHORRO_AGUA_PARA_VIENDAS.pdf). [Consulta: 18 de julio de 2013].
- GENERALITAT VALENCIANA. Estudio sobre tecnologías limpias y buenas prácticas ambientales aplicables al sector turístico. [en línea]. Centro de Tecnologías limpias. Enero del 2008. Recuperado de:

<http://www.cma.gva.es/web/indice.aspx?nodo=58860&idioma=C>.

[Consulta: 10 de julio de 2013].

- GRUPO AGUA. Construyendo una cultura del agua en el Perú, Estudio de la percepción sobre el agua y hábitos de consumo en la población. [en línea]. Agosto del 2008. Recuperado de: [http://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/Construyendo\\_una\\_cultura.pdf](http://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/Construyendo_una_cultura.pdf). [Consulta: 04 de Agosto de 2013].
- González Villarreal F. J. Val Segura, R. Rocha Guzmán, J. D.(2009) Resultados del programa piloto de uso eficiente de agua en el edificio 5 del instituto de ingeniería de la UNAM. IX SEREA Seminario Iberoamericano sobre Planificación, Proyecto y Operación de Sistemas de Abastecimiento de Agua. Valencia (España), 24-27 de noviembre de 2009 .[en línea]. 24-27 de Noviembre del 2009. Disponible en: [http://www.pumagua.unam.mx/assets/pdfs/publicaciones/cientificas/seminario\\_iberamericano.pdf](http://www.pumagua.unam.mx/assets/pdfs/publicaciones/cientificas/seminario_iberamericano.pdf). [Consulta: 03 de junio de 2013].
- Henríquez M. J. (2009). Grifería para lavamanos / Informador de consumo de agua. Memoria para optar al título de Diseñador Industrial. [en línea] .30 de noviembre de 2009 .Disponible en: [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aq-henriquez\\_m/pdfAmont/aq-henriquez\\_m.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aq-henriquez_m/pdfAmont/aq-henriquez_m.pdf). [Consulta: 20 de junio de 2013].
- Hoffmann H. (2013). Ejemplo para un saneamiento ecoeficiente con reuso total de efluentes y biosólidos tratados, aplicado en el Colegio San Christoferus – Lima. [en línea] Recuperado de: <http://www2.gtz.de/Dokumente/oe44/ecosan/es-saneamiento-ecoeficiente-coleio-lima-2008.pdf>. [Consulta: 03 de Agosto de 2013].

- INEI. Departamento de Loreto. [en línea]. 1993- 2007 Recuperado de: <http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0902/cap09.pdf>. [Consulta: 15 de junio de 2013].
- INE. Estadísticas e indicadores del agua. [en línea]. Enero del 2008. Recuperado de: <http://www.ine.es/revistas/cifraine/0108.pdf>. [Consulta: 04 de Agosto de 2013].
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2011). Plan nacional de acción ambiental PLANAA Perú 2011-2021. [en línea]. 14 de julio del 2011. Recuperado de: <http://www.ceplan.gob.pe/documents/10157/8e102de1-2cb3-423e-a58d-da674bc7322f>. [Consulta: 03 de Agosto de 2013].
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO.(2006). Reglamento nacional de edificaciones. [en línea] . junio del 2006. Recuperado de: <http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>. [Consulta: 16 de Agosto de 2013].
- MINISTERIO DEL AMBIENTE.(2009). Guía de ecoeficiencia para el sector público. [en línea]. Enero del 2009. Disponible en: <http://ecoeficiencia.minam.gob.pe/public/docs/6.pdf>. [consulta :17 de Agosto 2013]
- Montenegro, J.(2012). Invocan a la ciudadanía a tomar consciencia sobre el consumo del agua [Reseña de entrevista programa televisivo TVPERÚ]. .Marzo, 2012.
- Pancorbo, F. Coeficiente de simultaneidad en las instalaciones de agua en las edificaciones. [en línea] Recuperado de: <http://dspace.universia.net/bitstream/2024/978/1/coeficiente+simultaneidad+en+las+instalaciones.pdf>. [Consulta: 03 de Agosto de 2013].
- Publicaciones de ecoeficiencia - Ministerio del Ambiente. Catálogo de productos y servicios ecoeficientes. [en línea] Disponible en:

<http://ecoeficiencia.minam.gob.pe/public/docs/7.pdf>. [consulta: 18 de julio 2013]

- PUMAGUA.(2009). Manual de pruebas a instalaciones sanitarias. .[en línea] Febrero del 2009. Recuperado de: [http://www.pumagua.unam.mx/assets/pdfs/manuales/manual\\_sanitarios.pdf](http://www.pumagua.unam.mx/assets/pdfs/manuales/manual_sanitarios.pdf). [Consulta: 18 de julio de 2013].
- Ramos Salazar, J.(2006). Obras de instalaciones Sanitarias en la construcción. Guía para el Diseño y ejecución obras sanitarias. Edic: Milano. Perú: Lima.
- RPP.(2011). Detectan excesivo consumo de agua potable en colegios de Arequipa. .[en línea] Mayo, 2011. Recuperado de: [http://www.rpp.com.pe/2011-05-02-detectan-excesivo-consumo-de-agua-potable-en-colegios-de-arequipa-noticia\\_361341.html](http://www.rpp.com.pe/2011-05-02-detectan-excesivo-consumo-de-agua-potable-en-colegios-de-arequipa-noticia_361341.html). [Consulta: 31 de julio de 2013].
- Se pierde 40 % de agua en conexiones.(2011, 22 de Marzo). Diario la primera. .[en línea] Recuperado de: [http://www.diariolaprimeraperu.com/online/actualidad/se-pierde-40-de-agua-en-conexiones\\_82322.html](http://www.diariolaprimeraperu.com/online/actualidad/se-pierde-40-de-agua-en-conexiones_82322.html). [Consulta: 16 de Agosto de 2013].
- SOCIEDAD PERUANA DE DERECHOS AMBIENTALES (2007). El agua. .[en línea]. Marzo, 2007. Recuperado de: <http://blogcdam.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2012/03/El-agua.pdf>. [Consulta: 03 de Agosto de 2013].
- Solano H. (2013). Liceo Regional de Flores con sistema de ahorro y uso racional de agua. La Nación. .[en línea] .12 de junio 2013. Disponible en: [http://www.nacion.com/archivo/Liceo-Regional-Flores-sistema-racional\\_0\\_1347265560.html](http://www.nacion.com/archivo/Liceo-Regional-Flores-sistema-racional_0_1347265560.html). [Consulta: 03 de Agosto de 2013].

- SUNASS.(s.f). EPS. SEDALORETO S.A Indicadores. .[en línea] . Disponible en: <http://190.12.82.30/websunass/index.php/sunass/supervision-y-fiscalizacion/documentos-de-gestion/indicadores-de-las-eps/indicadores-eps-por-departamentos/460-loreto>. [Consulta: 15 de Diciembre del 2013].
- TECE. Tecnología de descarga. .[en línea]. 18 de julio 2013. Recuperado de: [http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CFAQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.tece.de%2Fes%2Ffiles%2Fdownload%2F%3Ffile\\_id%3D2200a620ca84bf7c97f9297ff696d351c96c4cdc&ei=XYznUarMBo-y9gTCroGYCw&usg=AFQjCNEOcxOWD7UPzpByaKsft9d86RoKrA&bvm=bv.49478099,d.dmg](http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CFAQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.tece.de%2Fes%2Ffiles%2Fdownload%2F%3Ffile_id%3D2200a620ca84bf7c97f9297ff696d351c96c4cdc&ei=XYznUarMBo-y9gTCroGYCw&usg=AFQjCNEOcxOWD7UPzpByaKsft9d86RoKrA&bvm=bv.49478099,d.dmg). [Consulta: 18 de julio de 2013].
- Ulloa López, H. y Rodriguez Gonzalez, T. (2012). Análisis y estudio de los sensores aplicados a la mecatrónica para prácticas en el laboratorio de electrónica control y automatismo utilizando el módulo de entrenamiento ni-qnet-015”. Tesis para optar el título de Ingeniero en electrónica en control y automatismo. .[en línea]. Mayo 2012. Recuperado de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/240/1/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-2.pdf>. [Consulta: 29 de Agosto de 2013].
- Salinas, J. Uroflujometría. [en línea]. Recuperado de: <http://www.urodinamia.com/tecnicas-urodinamicas/uroflujometria/>. [Consulta: 18 de julio de 2013].
- VAINSA. . Fluxómetros para urinarios e inodoros. .[en línea]. Enero del 2013. Disponible en: <http://www.vainsa.com/vsi/pdf/IN00231.pdf>. [Consulta: 18 de julio de 2013].
- VAINSA. Fluxómetro electrónico de empotrara con sensor para urinario. .[en línea] Enero del 2013. Recuperado de:

<http://www.vainsa.com/vsi/pdf/IN00233.pdf>. [Consulta: 18 de julio de 2013].

- VAINSA. Fluxómetro electrónico de empotrara con sensor para inodoro. .[en línea]. Enero del 2013. Recuperado de: <http://www.vainsa.com/vsi/pdf/IN00234.pdf>. Consulta: 18 de julio de 2013].
- VAINSA. Grifería electrónica para lavatorio. .[en línea]. Enero del 2013 Recuperado de: <http://www.vainsa.com/vsi/pdf/IN00139.pdf>. [Consulta: 18 de julio de 2013].
- *Valdevenito J. P.* Estudio de flujo –presión dela micción del hombre. .[en línea]. 22 agosto 2007. Recuperado de: [ww.redclinica.cl/HospitalClinicoWebNeo/.../estudio\\_flujo\\_pres.pdf](http://www.redclinica.cl/HospitalClinicoWebNeo/.../estudio_flujo_pres.pdf).
- Villa Pérez J. J. (2010). Diseño y construcción de un inodoro economizador de agua. .[en línea]. Junio del 2010. Recuperado de: <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/7542/1/DISENOYCONSTR.pdf>.. [Consulta: 18 de julio de 2013].

# **ANEXOS**

## ANEXO 01:

### SITUACIÓN ACTUAL DE LOS APARATOS SANITARIOS

- Inodoros de los servicios higiénicos de alumnos



- Lavatorios de los servicios higiénicos de alumnos





- **Urinarios de los servicios higiénicos de alumnos**



## **ANEXO 02:**

### **ENTREVISTAS AL PERSONAL DOCENTE**

1. ¿Cuenta su Institución con servicios higiénicos para docentes y administrativos?  
Sí, pero faltaría implementar un lavatorio más a veces se necesita, solo tenemos dos para el personal.
2. ¿En qué condiciones están los aparatos sanitarios?  
Se encuentran en buen estado y limpios, el personal de limpieza se encarga de eso.
3. ¿Alguna vez usted ha notado fugas en los inodoros?  
No realmente, a veces, pero siempre que existieron fugas se solucionaron.
4. ¿Alguna vez usted ha notado fugas en los lavatorios?  
Generalmente es el cambio del trompito (válvula).
5. ¿Alguna vez has notado que han dejado abierto los caños en los servicios higiénicos del personal?  
No.
6. ¿Alguna vez has notado la válvula del inodoro no cierra bien desperdiciándose el agua en los servicios higiénicos del personal?  
No.

## ANEXO. 03

### ENTREVISTAS AL PERSONAL ADMINISTRATIVO

1. ¿Cuenta su Institución con servicios higiénicos para docentes administrativos y alumnos?

Sí, en cuanto a los servicios higiénicos de los docentes y administrativo se mantienen limpios, en cambio el de los alumnos deja mucho que desear, estos muchachos se ponen a jugar con el agua y tenemos que estar trapeando constantemente.

2. ¿En qué condiciones están los aparatos sanitarios?

Como le dije para el de los alumnos cuesta más trabajo, los alumnos no los cuidan, además son muchos hay dos turnos y falta personal.

3. ¿Alguna vez usted ha notado fugas en los inodoros?

Si especialmente en el de los alumnos, es porque ya necesitan cambio son viejos hay algunos que están malogrados no funcionan.

4. ¿Alguna vez usted ha notado fugas en los lavatorios?

Si generalmente es el cambio del trompito (válvula), no sé qué hacen los muchachos pero habido caso en que se encontraron rotos los caños.

5. ¿Alguna vez has notado que han dejado abierto los caños en los servicios higiénicos del personal?

Si los niños dejan abierto los caños y el agua se desperdicia.

6. ¿Alguna vez has notado la válvula del inodoro no cierra bien desperdiándose el agua en los servicios higiénicos del personal?

Sí, es muy seguido las válvulas no cierran y discurre el agua.

## ANEXO 04:

### Formulas variables de inodoros:

- (01) Consumo inodoros anual= INTEG (Incremento mensual inodoros,0)  
Units: m<sup>3</sup>
- (02) Consumo inodoros mensual= INTEG (+Incremento del consumo de inodoros-Incremento mensual inodoros, 0)  
Units: m<sup>3</sup>
- (03) Demanda del servicio de inodoros=N<sup>o</sup> de inodoros\*Promedio de uso por inodoro  
Units: uso/ dia
- (04) Descarga por servicio inodoro=4.8  
Units: lts / uso
- (05) Dias de clases=20+sabados y feriados  
Units: dia / mes
- (06) factor de conversión=1/1000  
Units: m<sup>3</sup> / lts
- (07) FINAL TIME = 12  
Units: Month  
The final time for the simulation.
- (08) Incremento del consumo de inodoros=Total de descarga de inodoros\*Dias de clases\*factor de conversión  
Units: lts / mes
- (09) Incremento mensual inodoros=Consumo inodoros mensual  
Units: m<sup>3</sup>
- (10) INITIAL TIME = 0

Units: Month

The initial time for the simulation.

(11) N° de inodoros=24

Units: unidad

(12) Número de inodoros=8

Units: \*\*undefined\*\*

(13) Promedio de uso por inodoro=180

Units: uso /unidad x día

(14) sabados y feriados=INTEGER( RANDOM UNIFORM(1, 3, 5))

Units: día

(15) SAVEPER =TIME STEP

Units: Month [0,?]

The frequency with which output is stored.

(16) TIME STEP = 1

Units: Month [0,?]

The time step for the simulation.

(17) Total de descarga de inodoros=Demanda del servicio de inodoros\*Descarga por servicio inodoro

Units: lts/ dia

## ANEXO 05:

### Formulas variables de urinarios:

(01) Consumo Urinarios anual= INTEG (Incremento mensual urinarios,0)

Units: m<sup>3</sup>

(02) Consumo urinarios mensual= INTEG (+Incremento del consumo de urinarios-Incremento mensual urinarios, 0)

Units: m<sup>3</sup>

(03) Demanda del servicio de urinarios=N<sup>o</sup> de urinarios\*Promedio de uso por urinario

Units: uso / día

(04) Descarga por servicio de urinario=1

Units: Lts / uso

(05) Dias de clases=20+sabados y feriados

Units: día / mes

(06) Factores de conversión=1/1000

Units: m<sup>3</sup> / Lts

(07) FINAL TIME = 12

Units: Month

The final time for the simulation

(08) Incremento del consumo de urinarios=Total de descargas de urinarios\*Dias de clases\*Factores de conversión

Units: Lts / mes

(09) Incremento mensual urinarios=Consumo urinarios mensual

Units: m<sup>3</sup>

(10) INITIAL TIME = 0

Units: Month

The initial time for the simulation.

(11) N° de urinarios=12

Units: unidad

(12) Número de inodoros=8

Units: \*\*undefined\*\*

(13) Promedio de uso por urinario=180

Units: uso / unidad x día

(14) sabados y feriados=INTEGER( RANDOM UNIFORM(1, 3, 5))

Units: día

(15) SAVEPER = TIME STEP

Units: Month [0,?]

The frequency with which output is stored.

(16) TIME STEP = 1

Units: Month [0,?]

The time step for the simulation.

(17) Total de descargas de urinarios=

Demanda del servicio de urinarios\*Descarga por servicio de  
urinario

Units: Lts / día

## ANEXO 06:

### Formulas variables de lavatorios:

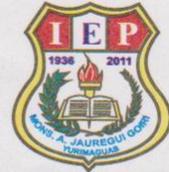
- (01) Consumo lavatorios anual= INTEG (Incremento mensual lavatorios,0)  
Units: \*\*undefined\*\*
- (02) Consumo lavatorios mensual= INTEG (+Incremento del consumo de lavatorios-Incremento mensual lavatorios,0)  
Units: \*\*undefined\*\*
- (03) Demanda del servicio de lavatorios=N<sup>o</sup> de lavatorios\*Promedio de uso por lavatorio  
Units: \*\*undefined\*\*
- (04) Descarga por servicio lavatorio=1  
Units: \*\*undefined\*\*
- (05) Dias de clases=20+sabados y feriados  
Units: \*\*undefined\*\*
- (06) factor de conversión=1000  
Units: \*\*undefined\*\*
- (07) FINAL TIME = 12  
Units: Month  
The final time for the simulation.
- (08) Incremento del consumo de lavatorios=total de descargas de lavatorios\*Dias de clases/factor de conversión  
Units: \*\*undefined\*\*
- (09) Incremento mensual lavatorios=Consumo lavatorios mensual  
Units: \*\*undefined\*\*
- (10) INITIAL TIME = 0  
Units: Month  
The initial time for the simulation.

- (11) N° de lavatorios=24  
Units: unidad
- (12) Número de inodoros= 8  
Units: \*\*undefined\*\*
- (13) Promedio de uso por lavatorio=240  
Units: ser/unidad
- (14) sabados y feriados=INTEGER( RANDOM UNIFORM(1, 3, 5))  
Units: \*\*undefined\*\*
- (15) SAVEPER = TIME STEP  
Units: Month [0,?]  
The frequency with which output is stored.
- (16) TIME STEP = 1  
Units: Month [0,?]  
The time step for the simulation.
- (17) total de descargas de lavatorios=Demanda del servicio de lavatorios\*Descarga por servicio lavatorio  
Units: \*\*undefined\*\*

## ANEXO 07:



**UNIDAD DE GESTIÓN EDUCATIVA LOCAL DE ALTO AMAZONAS**  
**I.E.P. "Mons. ATANASIO JAUREGUI GOIRI"**  
Cod. Mod.: 0266551 - RUC.: 20531533993  
**YURIMAGUAS**



### CERTIFICADO DE LA ELABORACION DE TESIS

INSTITUCION EDUCATIVA PÚBLICA  
"MONS. ATANASIO JÁUREGUI GOIRI"  
ESTUDIO – DISCIPLINA – DEPORTE

#### CERTIFICADO

EL DIRECTOR DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PÚBLICA "MONS. ATANASIO JÁUREGUI GOIRI" DE YURIMAGUAS, QUE SUSCRIBE.

CERTIFICA:

Que, ADRIAN LOPEZ DEL AGUILA, ha elaborado el proyecto de tesis mediante simulación:  
"USO DE SENSORES DIGITALES DE MOVIMIENTO PARA MENGUAR EL DESPERDICIO DE AGUA POTABLE EN URINARIOS Y LAVATORIOS DEL COLEGIO MONS. ATANASIO JÁUREGUI GOIRI DE LA CIUDAD DE YURIMAGUAS"

El Proyecto se comenzó en mayo del 2012 y mediante el cual se solicitaba periódicamente información fehaciente para la construcción y culminación del proyecto.

Se expide el presente, para fines que estimen conveniente

Yurimaguas 20 de enero del 2013



*Luis A. Capuena Grande*  
DIRECTOR  
I.E.P. "M.A.J.G."

**ESTUDIO - DISCIPLINA Y DEPORTE**

*Bedas de Diamante*  
1936 - 2011

Av. Alfonso Ugarte 9na Cuadra Telf.: (065) 35-2377

E-mail: [jaureguinos@hotmail.com](mailto:jaureguinos@hotmail.com)  
Pagina Web: <http://www.jaureguinos.es.tl>