

R e v i s t a

ISSN 0121 - 4327

UNIMAR

Marzo 2007



AMBIENTE, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Facultad de Ingeniería



Revista No. 41
UNIMAR

Director

Mg. Roberto García Castaño

Comité Editorial

Hna Martha Estela Santa Castrillón, fmi.
Rectora

Esp. José Javier Villalba Romero
Decano Facultad de Ingeniería

Phd. Sandra Cristina Riascos Erazo
Coordinadora de Investigación
Programa de Ingeniería de Sistemas

Dr. Carlos Córdoba Barahona
Vice – rector de Investigaciones
Universidad de Nariño

Comité de Redacción N. 41

Hna Marianita Marroquín Yerovi, fmi
Ing. Claudia Lorena Duque Villa
CS. Ricardo Erazo Mera
Mg. Maria Patricia Obando Enriquez
Lic. Ana Cristina Chávez

Traducciones al Inglés

Departamento de Lenguas Extranjeras

Diseño de la Portada

Esp. Jorge Iván Guerrero

Impreso por
Editorial Unimar

Edición a Cargo de la
Facultad de Ingeniería

Contenido

-
- 7 EDITORIAL
-
- 9 oo – engine Un Motor de Bases de Datos Orientadas a Objetos, pensado en la Universidad Mariana.
-
- 13 Formulación de una alternativa de tratamiento para consumo humano de las aguas de Escorrentía, que caen sobre la Vía Panamericana entre los kilómetros 63 a 65 del sector Alto Chapungo en el Municipio de Taminango (Nariño).
-
- 23 Sistemas de contención de lixiviados en rellenos sanitarios y su efecto en la contaminación de aguas subterráneas.
-
- 37 Evaluación de la eficiencia funcional de las aplicaciones informáticas.
-
- 47 Análisis de la composición visual urbana el caso de la Comuna Uno, San Juan de Pasto (Nariño).
-
- 55 Evaluación del impacto ambiental generado por el manejo de los residuos sólidos provenientes de establecimientos dedicados a la actividad turística en la playa del Morro – Tumaco (Nariño).
-
- 61 Smart & Mobile Devices, el presente y el futuro de las aplicaciones móviles.
-
- 65 Las nuevas tecnologías aplicadas a la Educación Superior.
-



*En Pasto se construye
con Productos
de calidad*

TUBERIAS Y ACCESORIOS **PAVCO**

Compre en



FERRETERIA Y MATERIALES DE CONSTRUCCION



Con Confianza!

Proveedores y Asesores en Construcción



CERTIFICADO DE GESTION DE LA CALIDAD

COLOMBIA No. 2098-1

INDUSTRIA DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS

LABORATORIOS OSAS

AV. CALI 100 - 1000

AV. CALI 100 - 1000



PRODUCTOS



DELGA

*Cerca de Usted,
muy cerca de su Bienestar*

Centro de INVéNTICA 3155461098



www.laboratoriososa.com.co

E-mail: productososa@hotmail.com

CALLE 18A No. 14-59 B/FATIMA TELS.: (092) 7214346 - 7213195 CELS.: 315 491 6914 - 300 614 5749 SAN JUAN SE PASTO - N. - COLOMBIA

BOGOTA

CRA. 24 # 22 B 27
BARRIO SAMPER MENDOZA
TELS.: 2681289-5657792
CELS.: 315 661 1764 - 300 614 6304

MEDELLIN

TELEFONO: 2765166
CELS.: 315 569 5898
300 6145769

IBAGUE

TELEFONO: 2647898
CELS.: 315 569 5853
300 6145729

CALI

TELEFONO: 3374691
CELS.: 315 569 5881
300 6146340

IPIALES

CELS.: 300 6145759

EDITORIAL

“La ingeniería debe ser, en los próximos años, enfocada hacia el entendimiento de los problemas de la humanidad, a partir de un importante énfasis y estudio de lo fundamental”. Estas fueron las palabras de Kimihiko Hirao, decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Tokio, en la XXV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería organizada por ACOFI en el año 2005. Con ello se resalta el papel que deben cumplir los ingenieros en la transformación social a partir de las necesidades de entorno para solucionar problemas cada vez más complejos.

Todos los temas que aporten al éxito, perfeccionamiento o engrandecimiento de la Facultad de Ingeniería, como parte de la alta calidad, son bienvenidos y merecen un reconocimiento especial; pero en esta ocasión, los miembros del Comité Editorial de la Revista Unimar, consideraron pertinente la publicación de tópicos de mucha actualidad como: Ambiente, Tecnología e Innovación.

Con estas temáticas, la Facultad de Ingeniería da a conocer los resultados de algunos proyectos de investigación de los educadores y educandos, para promover la toma de conciencia sobre temas de gran interés en el entorno local, nacional e internacional en el campo ambiental como son la contaminación visual, el manejo de lixiviados en rellenos sanitarios y su efecto en la contaminación de aguas subterráneas; así como los resultados de otros estudios en el campo de la innovación y la tecnología como las aplicaciones móviles y los motores de bases de datos orientados a objetos entre otros.

El lector acucioso podrá observar que las temáticas abordadas en esta edición de la Revista Unimar son de tal importancia que constituyen un gran aporte a la ciencia del medio ambiente, y una invitación a continuar investigando, desde la Ingeniería, en esta problemática tan compleja, y a contribuir en la solución de las necesidades que al respecto se presentan en el contexto.

José Javier Villalba Romero
Decano Facultad de Ingeniería
Universidad Mariana

oo – engine UN MOTOR DE BASES DE DATOS orientadas a objetos, pensado en la Universidad Mariana

Por: Mario Fernando Brand Pantoja •
Weimar Gómez Córdoba ••
Miguel Ángel Tovar Bastidas •••

RESUMEN

Ante el constante avance tecnológico, las bases de datos y los modelados de datos no son ajenos a la evolución, por eso nace la idea de investigación denominada “Creación Del Motor De Base De Datos Orientada a Objetos oo-engine”, que es un proyecto investigativo en el que se propuso objetivos para realizar un estudio de algunos de los posibles modelos de datos orientados a objetos existentes en el momento, posteriormente con conocimientos teórico-prácticos bien definidos se elaboró un pequeño modelo de datos que trataba de cumplir con las normas internacionales de sistemas de bases de datos orientado a objetos, todo este modelo se apoyó con el desarrollo de una implementación de software a modo de prototipo nombrado “oo-engine”.

ABSTRACT

The new technological advances, the data base and data models are not new to evolution, , for this reason the idea in researching called “ Creación del motor de Base de datos orientado a objetos oo- engine” that is a research project where the objectives for studying some of the possible data models points to the objects that exist at the moment (the real world) , after, with sufficient theoretical and practical knowledge, a small data model is created which works to fullfil the international rules for systematic data bases based on the objects, with all these systems we can implement a software called “**Object-oriented programming**”

PALABRAS CLAVES (KEYWORDS)

Bases de datos (Database)
Sistema gestor de bases de datos
(Database manager system)
Orientado a objetos
(Object – Oriented)
Programación Orientada a Objetos
(Object-Oriented Programming)
Odmg (Object Data Management Group)

INTRODUCCIÓN

El propósito de los sistemas de bases de datos es la gestión de grandes cantidades de información. Las primeras bases de datos surgieron del desarrollo de los sistemas de gestión de archivos. Estos sistemas primero evolucionaron a bases de datos de red o jerárquicas y, más tarde, a bases de datos relacionales.

Del debate de ventajas y desventajas entre modelos de datos, estándares y propuestas comerciales, surge la idea de investigación titulada “Creación Del Motor De Bases De Datos Orientado A Objetos oo-engine”, que se propuso como objetivos investigar los posibles modelos de datos orientados a objetos para definir un pequeño modelo que trate de cumplir con las iniciativas

• Ingeniero de Sistemas, Egresado Universidad Mariana 2004, m13brand@hotmail.com
•• Ingeniero de Sistemas, Egresado Universidad Mariana 2004, w_gc@hotmail.com
••• Ingeniero de Sistemas, Egresado Universidad Mariana 2004 – Ing CSI Universidad Mariana, mtovar@umariana.edu.co

internacionales de sistemas de bases de datos orientadas a objetos, además de desarrollar una implementación a modo de prototipo denominada “oo-engine”, que utilice el modelo de datos ideado, cumpliendo también con algunos requisitos para catalogar el prototipo, como un motor de bases de datos orientadas a objetos (más no como sistemas gestor de bases de datos orientadas a objetos debido a su complejidad).

Evolución del Proyecto – Desarrollo Metodológico

La estrategia utilizada en este proyecto de investigación fue pasar de la indagación de información a la implementación de software de aplicación y conocer así la evolución de una idea hasta llegar a un producto final. Para este fin se comenzó con la apropiación de la temática a tratar: las bases de datos orientadas a objetos sus ventajas y desventajas, la conceptualización de un sistema gestor de bases de datos y su diferencia con un motor de bases de datos, es decir, que el motor es un componente fundamental del gestor de bases de datos, más no lo es todo. Luego se identificaron las características o requisitos principales de un sistema gestor de bases de datos y lo que podría llegar a tener, la implementación denominada oo-engine.

Dichas características se presentan a continuación:

- Persistencia
- Concurrencia. (no implementada en oo-engine)
- Recuperación.
- Gestión de almacenamiento secundario.
- Facilidad de Consultas



Además de las características de los sistemas de bases de datos tradicionales, también se indagaron las características de los sistemas de bases de datos orientadas a objetos. Tales como:

- Abstracción
- Encapsulamiento
- Modularidad
- Jerarquía
- Generisidad



Luego de definir las características importantes que se deberían tener en cuenta, se procedió a producir aportes al tema, se desarrolló entonces el modelo de objetos para oo-engine, que describe una serie de elementos o reglas de juego para poder diseñar y utilizar una base de datos orientada a objetos que sea gestionada por el motor. Claro está que dicho modelo se lo generó con base en el modelo del grupo OMG¹; es decir, el modelo ODMG² que plantea una serie de ítems mínimos para tener en cuenta en una base de datos orientada a objetos. Por último, se diseñó y desarrolló un sistema que cumpliera con las características establecidas durante la recolección de información, además de cumplir con el modelo de datos diseñado para la investigación. El desarrollo de software se rigió por un ciclo de vida interactivo denominado modelo de procesos orientado a objetos que tiene las fases que se presentan a continuación:

- Comunicación con el cliente
- Planificación

¹ Object management group

² Object data management group

- Análisis de riesgos
- Ingeniería orientada a objetos
 - o Análisis orientado a objetos
 - o Diseño orientado a objetos
 - o Programación orientada a objetos
 - o Pruebas orientadas a objetos
- Evaluación del cliente

Se desarrollaron todas las fases del ciclo de vida hasta llegar a un componente de software denominado oo-engine que consta de cuatro paquetes:

- **Índices:** que consta de 16 clases y una interfaz, y tiene como objetivo gestionar indización de objetos.
- **Consultas:** con tan solo una clase que utiliza métodos de recuperación de objetos.
- base de datos compuesta por 16 clases utilizadas para la definición, almacenamiento y actualización de objetos de la base de datos.
- Utilidades que se compone de 2 clases que tienen por objetivo gestionar utilidades de copia de seguridad y compactación de archivos.

La investigación finaliza con una serie de apreciaciones claras de las bases de datos orientadas a objetos como también apreciaciones acerca de los motores y gestores de bases de datos orientadas a objetos.

Resultados – oo-engine:

Oo-engine es una implementación de un motor de bases de datos orientadas a objetos, es decir, es una implementación de aquel componente del sistema gestor de bases de datos que se encarga de interactuar con la máquina y ofrecer una serie de posibilidades de comunicación con el usuario. Las adiciones al motor harían de éste un DBMS³.

Oo-engine se presenta al usuario como una biblioteca de clases que puede ser utilizada desde cualquier entorno que soporte al .net framework de Microsoft. La biblioteca de clases puede ser referenciada en el código fuente de los programas orientados a objetos y hacer uso de las

clases que ofrece el motor, tales como: Base de Datos, Usuario, Relacion_1, Relacion_M, Conjunto de Objetos, Consulta, Indice, entre otras.

Discusión - Estado del Proyecto, ¿qué queda por hacer?

Con la investigación se logró definir lo necesario para que el prototipo pueda ofrecer opciones de población, definición, recuperación y actualización de objetos dentro de una base de datos. Sin embargo, son varios los requisitos para que oo-engine se convierta en un sistema gestor de bases de datos orientadas a objetos. Los tres más importantes se presentan a continuación:

- Proveer al usuario de una interfaz de comunicación estándar con el motor, es decir, la implementación de los lenguajes de definición de objetos ODL, de manipulación de objetos OML y de consulta de objetos OQL que cumplan con lo preestablecido por el OMG a nivel internacional.
- Concurrencia. Oo-engine debería permitir que varios usuarios puedan intervenir sobre un mismo objeto almacenado en la base de datos sin dar lugar a colisiones u otro tipo de fallos. Para esto, se debería implementar un módulo de servidor de base de datos que se encargue de administrar la concurrencia sobre la misma base de datos.
- Seguridad. Oo-engine por tratarse de un prototipo no hace uso de ningún tipo de cifrado de datos, ni encriptación de datos, por tanto se recomienda implementarlo.

Si existe interés para darle continuidad al proyecto, pueden escribir al correo de los autores.

BIBLIOGRAFÍA

- BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. El lenguaje unificado de modelado. Addison Wesley, Madrid, 1999. 432p.

³ Database manager system (sistema manejador de base de datos).

- Casanovas, Joseph. Usabilidad y arquitectura del software. Disponible en Internet. http://www.alzado.org/articulo.php?id_art=355, 2 de febrero de 2003.
- DATE, CJ. Introducción a los sistemas de bases de datos. Wilmington, Delaware EUA: Addison Wesley Iberoamericana 1993. 860p.
- Desarrollo orientado a objetos con UML. México DF: Xavier Ferré Grau. Disponible en Internet. <http://www.willydev.net>. 15 de enero del 2000.
- JOYANES, Luís y FERNANDEZ, Matilde. C# manual de programación. Madrid, España: McGraw – Hill 2002. 586p.
- MICROSOFT DEVELOPER NETWORK. Curso .NET paso a paso. Disponible en Internet. <http://www.microsoft.com/latam/msdn/>
- PRESSMAN, Roger. Ingeniería del software un enfoque practico. Madrid: McGraw – Hill, 2002. 810p.
- Proyecto Oviedo3 Oviedo España: Universidad de Oviedo. Disponible en Internet. <http://www.di.uniovi.es/~belen/jortoo96.html> 10 de febrero del 2000.
- RUMBAUGH, James. Modelado y diseño orientado a objetos. México DF: Prentice Hall 1999. 432p.
- SAMPIERI, Roberto. Metodología de la investigación. México DF: McGraw – Hill, 1991. 505p.
- SIMBRON, Néstor. Teoría general de sistemas. <http://www.monografias.com/trabajos10/gsi/gsi.shtml>. 10 de enero del 2000.

FORMULACIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO PARA CONSUMO HUMANO DE LAS AGUAS DE ESCORRENTÍA, que caen sobre la vía Panamericana entre los Kilometros 63 a 65 del sector Alto Chapungo en el Municipio de Taminango (Nariño)

Por: Nelson Narváz Mora •
Ana Marcela Martínez Rodríguez • •
Delcy Jimena Martínez Zambrano • • •

RESUMEN

En la actualidad algunas comunidades del departamento de Nariño, especialmente las asentadas en la zona rural del municipio de Taminango, padecen serias dificultades por la escasez de agua. La vereda Alto Chapungo constituye un caso particular de este problema porque manifiesta precarias condiciones sociales, económicas y sanitarias que afectan directamente a sus habitantes razones que obligan a buscar fuentes diversas para remediar esta situación.

Una técnica muy conocida y difundida es el almacenamiento del agua que cae directamente por precipitación; pero quizá no se ha tenido en cuenta que gran parte del agua que escurre superficialmente sobre el suelo por efectos de la misma lluvia puede de igual manera captarse y contribuir conjuntamente a la solución de la problemática local. La investigación realizada en el sector de Alto Chapungo en el municipio de Taminango (Nariño), se convierte en una nueva alternativa para que comunidades afectadas por la situación de similares déficit de agua, tengan una opción diferente para la consecución y suministro de este recurso. Al estudiar la posibilidad de captar y almacenar el agua de escorrentía generada por la precipitación que cae sobre la vía panamericana se formula una alternativa de tratamiento para su consumo en la población asentada en el sector de la vereda Alto Chapungo en el municipio de Taminango (Nariño). Igualmente se orienta a los organismos interesados en este tipo de estudios, al análisis, planificación y posterior implementación de sistemas de tratamientos de agua

que logren estar acordes con las necesidades, recursos y capacidad económica disponible en el medio específico.

ABSTRACT

There are still some communities in Nariño, especially those rural areas of Taminango which have serious difficulties for lack of water. The "Vereda Alto Chapungo" has precarious sanitary, economic, and social conditions that affect its inhabitants. These are enough reasons to find diverse sources to help people in this situation.

A very known and diffused technique is the storage of rain water; but perhaps, it has not been taken into account that great part of the water that drains superficially on the floor by effects of the rain can similarly be stored.

This research becomes a new alternative for the affected communities and also pretends to catch the attention of agencies interested in this type of studies, analysis and planning of water processing systems to satisfy the people's needs.

• Ingeniero Sanitario y Ambiental, Docente Programa de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad Mariana, seaingenieria@gmail.com

•• Investigadora, Estudiante Programa de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Universidad Mariana.

••• Investigadora, Estudiante Programa de Ingeniería de Sanitaria y Ambiental Universidad Mariana.

PALABRAS CLAVES

- Aguas de escorrentia
- Aguas de albañal
- Captación de aguas lluvias
- Deficit de agua

1. INTRODUCCIÓN

Una de las características más importantes de la naturaleza es conservar su equilibrio hidrológico; infortunadamente existen muchas regiones en el país y particularmente en el departamento de Nariño en donde ese equilibrio por las condiciones climáticas está alterado; es el caso del sector Alto Chapungo, donde este fenómeno se ve reflejado en el deterioro del paisaje y en la escasez de agua, la cual afecta a toda la población existente en la zona, pues no existen fuentes superficiales con la capacidad suficiente para abastecer y solucionar la problemática a la cual está sometida diariamente la comunidad.

A partir de la realidad identificada en la región, surge la necesidad de encontrar alternativas para el abastecimiento total o complementario de agua en este sector. Una posible fuente está representada por la precipitación que cae sobre la vía panamericana, “agua de escorrentía” de la cual se desconocen sus características y propiedades, pero se asume que después de un tratamiento adecuado puede ser aprovechada, y contribuir así a la mitigación de la difícil situación descrita anteriormente. En el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta la cantidad de agua que puede ser atraída, la superficie de captación y un posible tratamiento para que el agua adquiriera las condiciones necesarias en cuanto a calidad para satisfacer las necesidades de la comunidad.

2. METODOLOGÍA

La investigación se enmarcó en el paradigma cuantitativo, dentro de los parámetros del método experimental y desde un enfoque empírico analítico, pretendiendo plantear la consolidación de un modelo de investigación, análisis y gestión, lo cual generó una serie de resultados que permitieron el desarrollo y ejecución de alternativas orientadas a mejorar la calidad de vida en sus distintas dimensiones. Dentro de las variables consideradas para el desarrollo de la investigación se mencionan: variables independientes (cantidad y calidad del agua

de escorrentia), variable dependiente (alternativa de tratamiento para consumo humano de las aguas de escorrentía, que caen sobre la vía Panamericana entre los kilómetros 63 a 65 en el sector Alto Chapungo).

2.1 Población. La población de estudio la constituye el Municipio de Taminango –Nariño, conformado por 6 corregimientos rurales y cuarenta y cuatro veredas.

2.2 Muestra. La muestra la constituye una de las veredas del Municipio de Taminango que se encuentra asentada sobre la vía Panamericana entre los Kilómetros 63 a 65, y corresponde al sector Alto Chapungo, en donde se localizan diecisiete viviendas, habitadas por setenta y cinco personas.

2.3 Fases metodológicas

- Recolección de información y localización de la zona de estudio.
- Diagnóstico de la cantidad de agua.
- Análisis de la calidad del agua de escorrentía.
- Determinación de la factibilidad de abastecimiento del agua de escorrentía generada por la precipitación.
- Selección de la alternativa de tratamiento

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Reconocimiento y localización. Se recorrió la zona de estudio, con el fin de reconocerla de manera general. Por otra parte se solicitó al Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC la cartografía existente de la vía Panamericana en el sector del Municipio de Taminango donde se localizó la zona de estudio. Esta información cartográfica fue suministrada en escala 1:25000 con curvas de nivel cada 100 m; sobre este mapa se determinó la divisoria de aguas correspondiente a la Quebrada Chapungo sobre la cual exactamente se localiza la zona de influencia del proyecto.

3.2 Cantidad de agua de escorrentía obtenida mediante análisis hidrológico. Para este fin se recopilaron los registros de las estaciones meteorológicas seleccionadas, de influencia para el proyecto. Además se procedió a la aplicación de métodos prácticos y modelos matemáticos empíricos, con el fin de determinar las variables requeridas en el balance hídrico (precipitación, evapotranspiración e infiltración), ver cuadro 1, para definir la cantidad de agua de escorrentía que puede almacenarse en la zona.

CUADRO 1. Variables requeridas para el balance hídrico

PERIODO	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)*	TEMPERATURA MEDIA ° C	EVAPORACION MEDIA mm	EVAPORACION REAL mm	INFILTRACION ACUMULADA Suelo arcilloso cm	INFILTRACION ACUMULADA suelo arenoso cm
Enero	94.9438	18.91	130.1692	99,29	8.22	32.14
Febrero	80.7365	19.63	125.3300	84,64	8.22	32.14
Marzo	122.4550	19.25	130.5787	127,43	8.42	33.67
Abril	123.6016	19.41	120.6432	128,61	8.77	36.46
Mayo	99.3299	19.43	121.9544	103,83	8.42	33.67
Junio	56.5726	19.98	125.8912	59,48	8.22	32.14
Julio	32.0692	20.13	123.8313	33,78	7.89	29.67
Agosto	16.1507	20.41	166.1231	17,02	8.22	32.14
Septiembre	61.4193	19.36	147.2011	64,53	8.22	32.14
Octubre	123.143 ⁰	19.33	136.0459	128,14	8.77	36.46
Noviembre	148.5712	18.83	134.4714	153,61	8.77	36.46
Diciembre	108.9716	18.89	122.1596	113,67	8.42	33.67
Precipitación promedio anual	88.9970 mm	Fuente: Esta investigación *(Promedio de Precipitación media multianual durante los últimos 15 años)				

3.2.1 Balance hídrico de superficie. Para la determinación de los aportes de agua por efectos de la escorrentía superficial desde la parte alta de la microcuenca, se aplicó el método del balance hídrico, puesto que es adecuado para estimar, con un margen de error pequeño, caudales medios.

La expresión general para el sistema atmósfera - suelo es:

$$P = ETR + ES + I$$

$$ES = P - ETR - I$$

Donde:

P: Precipitación media mensual tomada del método isoyético (mm).

ETR: Evapotranspiración real media mensual (mm).

ES: Escorrentía o caudal de agua sobre el área de la microcuenca (mm).

I: Infiltración media mensual (mm).

Las pérdidas por evapotranspiración e infiltración de la zona de estudio son mayores que la precipitación que cae sobre ella, por lo cual se deduce que ninguna de las zonas ubicadas en las partes altas de la microcuenca aportan de manera significativa volúmenes de escorrentía. La única

posibilidad para almacenar agua la representa el aporte de la zona comprendida por la vía Panamericana.

Con base en los resultados obtenidos en el cuadro anterior, se demostró que en los meses comprendidos entre enero y diciembre, existe la posibilidad de almacenar volúmenes significativos de agua de escorrentía producida por precipitación, lo cual es evidentemente suficiente para compensar de manera completa las deficiencias de agua para consumo humano que presenta la población de manera permanente, y para múltiples usos del agua (el lavado de ropa, cocina, aseo personal, entre otros). Adicionalmente a esto, en dichos meses se genera exceso de agua de escorrentía, que del mismo modo puede contribuir en la solución de otros tipos de necesidades (riego de cultivos, riego de jardines, crianza de especies menores, entre otros), y en el mejoramiento de las condiciones sanitarias (instalación de sanitarios, lavaplatos, lavamanos, duchas); esto, indudablemente elevaría la calidad de vida de la población en sus diferentes dimensiones.

Según la información otorgada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), y corroborada en este estudio, los meses de julio, agosto y parte de junio y septiembre constituyen

CUADRO 2. Cálculo del volumen de escorrentía en la subárea cuatro

MES	PP MEDIA (mm)	AREA (mm ²)	NUMERO MINIMO DE DIAS DE LLUVIA	VOLUMEN REAL MINIMO	C	VOLUMEN ESCORRE (mm ³)	VOLUMEN ESCORRE M ³	CAUDAL LPS
ENE	94,9438	1,9E+10	3	1,74574E+11	0,7	1,22E+11	122,20	0,47
FEB	80,7365	1,9E+10	7	3,83499E+11	0,7	2,68E+11	268,45	0,44
MAR	122,4550	1,9E+10	9	6,75478E+11	0,7	4,73E+11	472,83	0,61
ABR	123,6016	1,9E+10	12	9,39372E+11	0,7	6,58E+11	657,56	0,63
MAY	99,3299	1,9E+10	9	5,47917E+11	0,7	3,84E+11	383,54	0,49
JUN	56,5726	1,9E+10	2	71658564772	0,7	5,02E+10	50,16	0,29
JUL	32,0692	1,9E+10	0		0,7			
AGO	16,1507	1,9E+10	0		0,7			
SEP	61,4193	1,9E+10	3	1,16697E+11	0,7	8,17E+10	81,69	0,32
OCT	123,1430	1,9E+10	8	6,03798E+11	0,7	4,23E+11	422,66	0,61
NOV	148,5712	1,9E+10	12	1,12914E+12	0,7	7,90E+11	790,40	0,76
DIC	108,9716	1,9E+10	8	5,34312E+11	0,7	3,74E+11	374,02	0,54

Fuente: Esta investigación

la época seca o crítica de la zona de estudio, porque debido a las condiciones climáticas que predominan en este periodo no se presentan lluvias continuas; así pues los habitantes de esta zona enfrentan por esta época de manera severa los problemas que acarrea la escasez de agua. Por ello se considera conveniente almacenar todo el volumen de escorrentía excedente durante el mes de mayo para cubrir el déficit de agua que padece la comunidad.

3.3 Calidad del agua captada

De acuerdo con los resultados de laboratorio, los parámetros microbiológicos en el agua de escorrentía del sector de la vereda Alto Chapungo se encontraron bastante alterados, puesto que existe gran cantidad de coliformes fecales y totales. En realidad los organismos coliformes no son dañinos al hombre, los que efectivamente afectan la salud humana son los patógenos que son evacuados por los seres humanos portadores de alguna enfermedad. La presencia de organismos coliformes se interpreta como un indicador de que los organismos patógenos pueden estar latentes; es por ello que su presencia en el agua de escorrentía analizada, se asoció al depósito de las excretas de personas y animales que transitan el lugar.

Por otra parte, al analizar los resultados de los parámetros físico-químicos y microbiológicos con el correspondiente caudal aforado para cada caso, se observó que estos

dos factores no se relacionaron de manera directamente proporcional; por tanto se dedujo que la calidad que presenta el agua de escorrentía no dependió del caudal sino que está asociado a factores propios de la naturaleza de la vía Panamericana.

Finalmente los conceptos para cada parámetro se resumieron en el siguiente cuadro de acuerdo a los criterios físicos, químicos y microbiológicos evaluados, con el fin de emitir un concepto general de cada uno (ver cuadro 3). (Según estos conceptos se consiguieron determinar los criterios físico-químicos y microbiológicos que presentan alteración).

CUADRO 3. Criterios físico-químicos y microbiológicos alterados en el agua analizada según el decreto 475 de 1998

PARAMETROS	CONCEPTO GENERAL
FISICOS	
Conductividad	Regular
Color	Malo
Turbiedad	Malo
Sólidos suspendidos	Malo
QUIMICOS	
Grasas y aceites	Malo
Hidrocarburos	Malo
MICROBIOLOGICOS	
Coliformes totales	Malo
Coliformes fecales	Malo

Fuente: esta investigación

3.4 Determinación de la factibilidad de abastecimiento del agua de escorrentía, para el consumo humano de la población

En esta fase se llevó a cabo un análisis para evaluar la posibilidad de abastecimiento del agua de escorrentía generada por la precipitación en la zona de estudio. Con base en los resultados obtenidos en las fases anteriores, tanto de calidad como de cantidad, se definió si el agua que se pretende almacenar puede solucionar el déficit del recurso que sufre la población, y simultáneamente determinar la posibilidad de someterla a un sistema de tratamiento para darle dicha utilidad.

De acuerdo a lo anterior se pudo concluir que del 100% de las viviendas asentadas en la zona de influencia del proyecto, 12 correspondiente al 70.59% del total, tienen deficiencia de agua para el desarrollo de las actividades básicas, esencialmente en época de sequía, en la cual el suministro de agua es limitado y ocasional. Además, teniendo en cuenta las especificaciones de la normativa y las fuentes bibliográficas consultadas, se identificó que cinco de las residencias no presentan problemas de déficit puesto que sobrepasan los consumos normales que teóricamente le correspondería a un habitante. Esto puede relacionarse a condiciones, costumbres o hábitos particulares de cada familia.

En última instancia se pretende proveer de agua a toda la comunidad de la zona, pero prioritariamente a la

población afectada por la escasez del recurso, para lo cual se estableció cuantitativamente que el déficit que padece la población de estudio es de aproximadamente de 2.9 m³/día, es decir 87 m³/mes (ver cuadros 4 y 5).

Al analizar los cuadros anteriores se observa la factibilidad de almacenar el agua de escorrentía producida por la precipitación, exclusivamente durante los meses que representan los periodos de lluvia, ya que analizando los eventos críticos que se presentan en los diferentes meses, se determinó que en julio y agosto posiblemente no se pueda almacenar ninguna cantidad de agua, y en junio y septiembre quizá se logre recoger volúmenes inferiores a los requeridos para solventar el problema del déficit. Debido a que las mayores deficiencias de agua se presentan en los meses anteriormente mencionados, se debe aprovechar y almacenar el mayor volumen de agua de escorrentía que se genera en el mes de mayo para suplir el déficit del recurso especialmente en los meses de Julio y agosto, por cuanto no se puede almacenar ninguna cantidad de agua.

Como una de las finalidades implícitas de esta investigación es contribuir en la solución de la problemática socio-económica de la población, se consideró que para aprovechar totalmente el agua de escorrentía durante los meses en los cuales se generan excesos, después de cubrir las necesidades de déficit de agua para consumo humano sería conveniente captar dichos

CUADRO 4. Determinación de factibilidad de almacenamiento y abastecimiento del agua de escorrentía

MES	DEFICIT m ³ /MES	ESCORRENTIA m ³ /MES	FACTIBILIDAD DE ALMACENAMIENTO	FACTIBILIDAD DE ABASTECIMIENTO
Enero	87	122,20	SI	SI
Febrero	87	268,45	SI	SI
Marzo	87	472,83	SI	SI
Abril	87	657,56	SI	SI
Mayo	87	383,54	SI	SI
Junio	87	50,16	PARCIALMENTE	SI
Julio	87		NO	SI
Agosto	87		NO	SI
Septiembre	87	81,69	PARCIALMENTE	SI
Octubre	87	422,66	SI	SI
Noviembre	87	790,40	SI	SI
Diciembre	87	374,02	SI	SI

Fuente: Esta investigación

CUADRO 5. Determinación de excesos y déficit de agua de escorrentía durante todo el año

Mes	Déficit de la población m ³ /mes	Volumen de escorrentía m ³ /mes	Exceso de escorrentía m ³ /mes	Déficit de escorrentía m ³ /mes	Exceso de escorrentía acumulado m ³ /mes
Enero	87	122,20	35,20		35,20
Febrero	87	268,45	181,45		216,65
Marzo	87	472,83	385,83		602,48
Abril	87	657,56	570,56		1173,04
Mayo	87	383,54	296,54		1469,59
Junio	87	50,16	---	36,84	1432,75
Julio	87	---	---	87,00	1345,75
Agosto	87	---	---	87,00	1258,75
Septiembre	87	81,69	---	5,31	1253,43
Octubre	87	422,66	335,66		1589,09
Noviembre	87	790,40	703,40		2292,49
Diciembre	87	374,02	287,02		2579,51
				∑ = 216,15	

Fuente: Esta investigación

excedentes durante todo el año y suministrarla para usos y fines de aquellas actividades que igualmente son de prioridad para la zona de estudio como es el caso de la agricultura.

Calidad de agua. El agua para consumo humano que requiere una población debe garantizar ante todo seguridad; no debe contener microorganismos patógenos, ni sustancias tóxicas o nocivas para la salud; por tanto debe cumplir con una serie de requisitos exigidos en el decreto 475 de 1998.

Con base en la definición de los parámetros físico-químicos y microbiológicos alterados en el agua de escorrentía, se consultó fuentes de información primaria y secundaria que contemplaron las posibles alternativas que pueden aplicarse para la remoción de los contaminantes que afectaron los parámetros anteriormente especificados, y el tratamiento al que puede someterse este tipo de agua. Por eso se determinó que el agua de escorrentía que circula sobre la zona de estudio puede ser utilizada para consumo de la población una vez tratada mediante un sistema como los que a continuación se mencionan:

CUADRO 6. Alternativas de tratamiento

Remoción de sólidos de gran tamaño	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilización de rejillas o tamices.
Remoción de sólidos suspendidos y turbiedad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Operaciones químicas como la precipitación, mediante la adición de sulfato de aluminio. ▪ Procesos físicos como la instalación de sedimentadores o filtro lento de arena.
Remoción de color	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalación de filtros de arena o filtro de carbón activado.
Remoción grasas y aceites	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trampa de grasas y filtro lento de arena.
Remoción Coliformes fecales y totales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desinfección con cloro. ▪ Ozono. ▪ Radiación UV.

Fuente: Esta investigación

3.5 Selección de la alternativa de tratamiento

Teniendo definido de las etapas anteriores, la cantidad y calidad del agua de escorrentía de la cual se puede disponer y que requiere la población de la zona en estudio y, luego de haber determinado que efectivamente puede ser almacenada y tratada, se procedió a recolectar información en cuanto a las alternativas de tratamiento aplicables para este caso.

Después de la evaluación cualitativa de los factores contemplados en la selección de la alternativa de tratamiento, y de acuerdo a los criterios de selección tanto para la eficiencia de remoción, como para los costos de implementación y mantenimiento se formuló la alternativa de tratamiento (Ver figura 1). Esta tecnología se caracteriza por reducir costos en sus diferentes etapas, debido a que se fusiona el sedimentador y trampa de grasas, en un sólo tanque receptor adaptado para que tenga la capacidad de remover grasas e hidrocarburos y contribuya en la sedimentación de sólidos; así mismo involucra la instalación de un filtro con lecho dual que contiene carbón activado y arena para la remoción de sólidos suspendidos, color, hidrocarburos y otras sustancias tóxicas. Finalmente se necesita el tanque de distribución donde se puede llevar a cabo el proceso de desinfección, una vez se necesite entregar el agua previamente tratada a la comunidad. Por lo cual la alternativa del tratamiento garantiza mayor economía en cuanto a la construcción, operación y sostenibilidad en el tiempo, de tal forma que se obtiene conjuntamente buenos porcentajes de remoción de los contaminantes

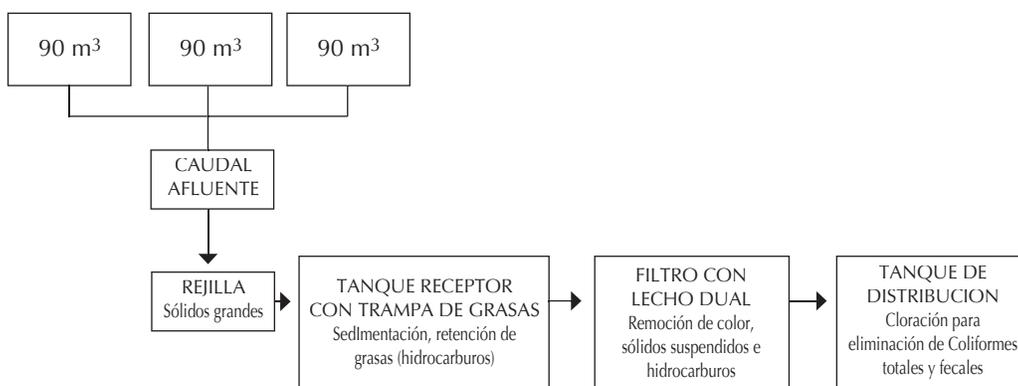
que afectan la calidad del agua, razones suficientes para implementarla teniendo en cuenta las condiciones específicas del agua a tratar y los recursos de los cuales disponen los organismos encargados y responsables de este tipo de proyectos.

4. CONCLUSIONES

De acuerdo a la determinación de precipitación, se puede afirmar que en la zona de estudio el régimen pluviométrico varía considerablemente de un periodo a otro, lo cual permite prever los meses en los cuales efectivamente puede almacenarse el agua de escorrentía.

- Los parámetros químicos como pH, conductividad, acidez, alcalinidad, dureza, hierro total y sulfatos, analizados en el agua de escorrentía que circula sobre el área de estudio, se encuentran dentro de los criterios admisibles para calidad de agua para consumo humano, pues aunque en algunos casos sufren variaciones, en general tienden a mantenerse dentro de los límites que exige el decreto 475 de 1998.
- De acuerdo con los resultados obtenidos según el análisis de las muestras de agua de escorrentía del área de estudio, se pudo determinar que la contaminación está relacionada básicamente con los parámetros de turbiedad, color, sólidos suspendidos, grasas y aceites, y coliformes fecales y totales, cuyas causas directas de origen se relacionan con la naturaleza y condición de la vía Panamericana.

FIGURA 1. Alternativa de tratamiento



Fuente: Esta investigación

- Al determinar los aportes de agua de escorrentía generada por la precipitación que cae directamente sobre la microcuenca, se encontró que las subáreas que se ubican en la parte alta de la misma no aportan volúmenes de agua de escorrentía, ya que teniendo en cuenta las condiciones del suelo y la vegetación, se presentan pérdidas por evapotranspiración e infiltración.
- De igual manera se estableció que los volúmenes de agua que pretende almacenarse son contribuciones generadas por la subárea correspondiente a la vía Panamericana del sector en estudio, debido a que las pérdidas originadas son mínimas, por lo cual gran parte del agua que precipita de manera directa sobre ésta se escurre superficialmente hasta evacuarse por las alcantarillas.
- A través de la aplicación de las encuestas, del trabajo de campo y de la revisión bibliográfica, se determinó que la población actual de la vereda Alto Chapungo sufre un déficit de agua de aproximadamente 2.9 m³/día para el desarrollo de las actividades relacionadas con el consumo humano.
- Mediante el desarrollo del proyecto de investigación se logró determinar que en la zona de estudio, efectivamente pueden almacenarse volúmenes significativos de agua de escorrentía y que, previamente sometida a un sistema de tratamiento acorde con la capacidad económica y recursos disponibles en el medio, contribuirán en la solución del déficit de agua que para consumo humano sufre la población.
- La alternativa formulada para el tratamiento del agua de escorrentía producida por la lluvia que cae sobre la vía Panamericana de la zona de estudio, permitirá mejorar las características que definen su calidad, para que la comunidad de la vereda Alto Chapungo pueda utilizarla continuamente en la solución de las deficiencias que se presentan en actividades asociadas al consumo humano y doméstico.
- Igualmente, la alternativa de tratamiento propuesta, garantiza mayor economía en cuanto a la construcción, operación y sostenibilidad, obteniendo conjuntamente buenos porcentajes de remoción de los contaminantes que afectan la calidad del agua, razones suficientes para implementarla teniendo en cuenta los recursos de los cuales disponen los organismos responsables de este tipo de proyectos, y los requerimientos de la población.
- Es indudable que la utilización del agua de escorrentía producida por precipitación resolverá por ahora parte de la problemática de escasez de este recurso que padece la zona; sin embargo, puede considerarse que además este tipo de agua puede contribuir en la solución de gran parte de las deficiencias de otras actividades que igualmente son prioridad en este sector, y cuya factibilidad se descubrirá en la medida en que la investigación en este campo se amplíe.
- Mediante el desarrollo de esta investigación se demuestra los importantes volúmenes de agua de escorrentía generada por precipitación, que pueden ser almacenados, y las posibilidades que este recurso lograría tener para el aprovechamiento en la zona y en regiones donde igualmente sufren problemas de escasez de agua y aún no han reconocido su potencialidad.

5. BIBLIOGRAFÍA

Administración de Obras Sanitarias del Estado. Tratamiento de aguas. Disponible en Internet www.ose.com.uy/saneamiento/tratamiento..

ALCALDIA MUNICIPAL DE TAMINANGO. Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Taminango: 2001 – 2003. 821 p.

ALVAREZ, Jorge Rubén. Hidrología. Disponible en Internet <http://www.agua-mineral.8k.com/Informe-1>.

CERON S., Benhur y otros. Estudio geográfico e histórico municipio de Taminango. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto: 1992. 150 p.

Consejo Insular De Aguas. Aguas Tenerife. Disponible en Internet. <http://www.aguastenerife.org/tfeyelagua/1hidrometeorologia>.

Guía Latinoamericana. Abastecimiento de agua. Disponible en Internet. <http://www.disaster-info.net/col-ops/saludambiente.guia-print.htm>.

GUEVARA, Willer. Contaminación urbana. Bogotá: Universidad Sergio Arboleda, 2002. 260 p.

HERRERA, José Agustín. Estudio hidrológico proyecto Viento Libre. Bogotá: IDEAM, 1988. 74 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ADECUACIÓN DE TIERRAS HIMAT. Agrometeorología aplicada a la adecuación de tierras. Santa fe de Bogotá: HIMAT, 1992. 185 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM. Metodología de cálculo del índice de escasez. Santa fe de Bogotá: Trade Link Ltda, 2004. 30p.

LEGARDA, Lucio. Evaluación de algunos métodos para determinar la evapotranspiración con énfasis en el trópico. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto: 1974. 90p.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Títulos A y B. Santa fe de Bogotá: 2000. 179 p.

MINISTERIO DE SALUD. Decreto 475/1998. Normas técnicas de calidad del agua potable. Santa fe de Bogotá; 1998. 12 p.

MONSALVE SAENZ, German. Hidrología en la ingeniería. Santa fe de Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1995. 408 p.

ORTIZ O. Francisco Germán y otros. Estudio hidrológico de la zona de Taminango. San Juan de Pasto: 1993. Trabajos de grado (Ingeniero civil). Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería. 154 p.

RESENDIZ MARTÍNEZ, Luis. Presas. Disponible en Internet. <http://construaprende.com/tesis3/cap1/cap1>.

ZORA, Joachim. Hidrogeología. Disponible en Internet. <http://www.eccentrix.com/members/hydrogeologie/esp/>.

SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE LIXIVIADOS EN RELLENOS SANITARIOS y su efecto en la contaminación de aguas subterráneas

Por: Mafía Ch. Francisco R..•

RESUMEN

La infiltración de lixiviados, producto de la descomposición de residuos sólidos en aguas subterráneas, es un fenómeno generalmente contenido por diferentes mecanismos, entre los cuales se encuentran los sistemas de impermeabilización de fondo, que incluyen el uso de suelos arcillosos en combinación con geomembranas y/o geotextiles principalmente. Bajo este contexto se pretende detallar los aspectos más relevantes de la contaminación de acuíferos por lixiviación directa y sus principales mecanismos de mitigación, dando a conocer los tipos de impermeabilización más usados, sus componentes y la influencia de cada uno de ellos en la eficiencia del sistema.

Igualmente, bajo diferentes condiciones iniciales y de contorno, se muestra el comportamiento espacial y temporal del lixiviado a través de los sistemas de contención, simulando un periodo de tiempo correspondiente a la vida útil de un relleno sanitario tipo. Finalmente se presentará el efecto de la lixiviación debido a la disposición de residuos sólidos en pequeños vertederos, los cuales no cuentan con sistemas de impermeabilización, característica propia de pequeñas localidades de países en vía de desarrollo, donde generalmente no existe una adecuada capacidad técnica, económica y operativa para hacer un buen manejo y control en los sistemas de disposición, principalmente en los aspectos relacionados con el manejo de lixiviados, los cuales eventualmente o permanentemente podrían convertirse en una importante fuente de contaminación.

PALABRAS CLAVE

Residuo Sólido, Relleno Sanitario, Lixiviado, Barreras, Contaminación de Aguas Subterráneas

ABSTRACT

The infiltration of decomposing solid residues in groundwater is a phenomenon generally caused by different mechanisms such as waterproofing systems that include the use of clayey floors along with geomembranes and geotextile. It is intended to find the most important aspects of aquifers contamination and its main mitigation mechanisms so that it is possible to identify the most used waterproofing types, its components and their influence on the system's efficiency. Likewise, under different initial conditions and those of context, the temporary and spatial residues behavior is shown through the contention systems, simulating a pertaining period of time to the useful life period of a sanitary backfill. Finally the effect will occur due to the decomposing of solid residues in small dumps without waterproofing systems. This situation can be found in small localities of third world countries where there is not any adequate operating, economic, and technical capacity to manage and control the disposition systems, mainly in aspects related to the management of decomposing residues which would eventually or permanently be able to become an important source of contamination.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de la contaminación de aguas, el mayor problema que presenta un relleno sanitario es la generación de lixiviados, producto de la descomposición de la materia orgánica presente en los residuos.

En la actualidad los lixiviados son contenidos dentro el relleno sanitario mediante sistemas de impermeabilización

• Facultad de Ingeniería - Universidad Mariana, San Juan de Pasto, Colombia, fmaffa@umariana.edu.co

de fondo, que permiten acumular dichos líquidos para posteriormente llevarlos hacia plantas de tratamiento en las cuales se procede a su depuración. Las fallas de estos sistemas, o la no instalación de los mismos, produciría la migración de los lixiviados, los que viajarían lentamente a través de las barreras de impermeabilización y posteriormente pasarían a la zona no saturada del suelo, tiempo durante el cual los compuestos contaminantes presentes serían afectados por procesos físicos, químicos y microbiológicos, los que en su conjunto producirían una disminución de la concentración de dichos compuestos. A este fenómeno se le conoce en el campo de la investigación como atenuación natural de contaminantes.

Una vez que dichos compuestos alcanzan la zona saturada del suelo este proceso de atenuación natural podría continuar permitiendo una reducción aún mayor de la concentración. A pesar de los procesos de retención por la implementación de barreras, atenuación natural de contaminantes en la zona no saturada y la degradación efectuada por microorganismos en el sistema acuífero, puede darse contaminación de las aguas subterráneas en una determinada región, lo cual dependiendo del uso potencial del recurso puede provocar efectos perjudiciales en la salud de la población, por lo cual se hace indispensable valorar el efecto de la migración de contaminantes con el fin de establecer las condiciones técnicas adecuadas de impermeabilización de los sitios de disposición final de residuos sólidos.

LOS RELLENOS SANITARIOS COMO FUENTE DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

A nivel mundial existe una gran tendencia a la utilización del relleno sanitario como sistema de tratamiento y disposición final de residuos sólidos, tal como se muestra en la tabla 1. Este comportamiento está asociado a los costos de implementación y operación de cada una de las alternativas, siendo el relleno sanitario la alternativa de menor costo, y por ende la de mayor utilización.

En países en vía de desarrollo los costos de operación de un relleno sanitario varían de 3 a 10 dólares por tonelada, según el tamaño, calidad de la operación, topografía y condiciones hidrogeológicas del sitio seleccionado, mientras que en países desarrollados el costo promedio es de 30 dólares por tonelada debido a la estricta legislación existente. Dicha diferencia se traduce principalmente en

que en los países de nuestra región no tratan ni contienen adecuadamente los lixiviados, siendo éstos infiltrados en los suelos o vertidos en corrientes superficiales en su condición inicial, generando así grandes focos de contaminación (Acurio et al, 1998).

TABLA 1. Tendencias mundiales en sistemas de tratamiento y disposición final de residuos sólidos

% de tratamiento o disposición final (90)			
País o Región	Relleno o Basurero	Combustión	Cómpost
E.U.A	80	19	<1
Japón	30	70	2
Alemania	70	30	3
Francia	55	40	9
Suiza	20	80	-
Suecia	40	55	5
España	80	15	5
A. Latina	98	<1	<1

Fuente: OPS. El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. 1995. Serie Ambiental No. 15.

La cantidad de lixiviado producido por un relleno sanitario depende fundamentalmente de las precipitaciones registradas en la zona, de la humedad y composición de los residuos, al igual que de la capacidad de campo que alcance el relleno sanitario. El lixiviado primario proviene de la disolución de sales solubles o de materiales orgánicos solubles que existen en el relleno sanitario. Gran parte de la materia orgánica en los residuos tendrá baja solubilidad, pero la biodegradación de esta materia tiende a producir más productos finales solubles como ácidos orgánicos simples y alcoholes. Todos estos productos de reacciones bioquímicas liberan durante su formación productos finales gaseosos. El nitrógeno presente en la materia orgánica original tenderá a convertirse en iones de amonio NH_4^+ , que son muy solubles y pueden aumentar las cantidades de amonio en el lixiviado (Pineda, 1998).

BARRERAS DE CONTENCIÓN DE LIXIVIADOS EN RELLENOS SANITARIOS

La migración de contaminantes en barreras de contención de lixiviados está regida por el transporte advectivo y difusivo. Sin embargo, el decaimiento de la conductividad hidráulica como característica propia de los sistemas de

contención, hacen de la difusión molecular el fenómeno más importante en la migración de lixiviados en sitios de disposición final, debido a que la difusión es un factor predominante en dicho fenómeno.

El análisis y descripción del comportamiento de las barreras se hace al asumir que la velocidad de infiltración se aproxima a 0 y que la difusión obedece a la ley de Fick, la cual en este caso describe una difusión adimensional en el suelo como:

$$\frac{dc}{dt} = \frac{D}{R} * \frac{d^2c}{dx^2} \quad (1)$$

Donde:

- D*: Coeficiente de Difusión Efectivo.
- R : Factor de Retardación Adimensionalizado.
- c : Concentración.
- t : Tiempo.
- x : Dirección de la Difusión.

donde el coeficiente de difusión efectivo considera muchas de las condiciones reales incluyendo la tortuosidad del flujo, variación de la temperatura y las reacciones las cuales ocurren en la superficie. Adicionalmente el coeficiente de difusión aparente puede ser definido como D^*/R ; este coeficiente incluye, además de las anteriores condiciones, los efectos de retardación tales como los de la sorción, entre otras.

Por otra parte, si el contaminante se va dividiendo desde la fase acuosa hacia la fase sólida puede ser descrito por el coeficiente de partición, el cual se encuentra asociado al fenómeno de retardación. Para una sorción reversible y rápida con una isoterma lineal, el coeficiente de partición puede ser remplazado por el coeficiente de distribución, siendo la retardación una función de la densidad de la masa, porosidad y coeficiente de distribución, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$R = 1 + \left(\frac{\rho}{n}\right) * Kd \quad (2)$$

Donde:

- R: Factor de Retardación.
- ρ : densidad.
- n: porosidad.
- Kd: Coeficiente de distribución.

La importancia de la conceptualización de dicho fenómeno radica en que este es el fundamento para la selección de compuestos para ser utilizados en barreras de contención, buscando así materiales o suelos que demuestren altos coeficientes de distribución, asociados a altos coeficientes de retardación y por ende al decrecimiento de la tasa inicial del transporte difusivo.

De otro modo es importante reconocer que los contaminantes pueden migrar más lentamente que la velocidad de infiltración de la solución transportada; esta atenuación puede ser debida por la absorción, intercambio de iones, precipitación y biotransformación, siendo mecanismos que reducen las tasas de transporte y que pueden ser incorporados dentro del diseño de compuestos de barreras (Evans et al, 1990).

Como se dijo inicialmente cualquier variación de las condiciones de los sistemas de barreras utilizadas en la retención de lixiviados hacen del fenómeno una situación diferente; sin embargo, las experiencias obtenidas a lo largo de varios años y en varios sitios han determinado algunas consideraciones estándar para el diseño de sistemas de impermeabilización. A continuación se muestran los tipos generales de barreras y los compuestos utilizados más comúnmente en cada una de ellas:

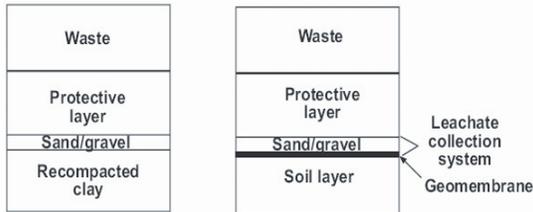
TIPOS GENERALES DE BARRERAS DE CONTENCIÓN DE LIXIVIADOS

Sistemas de barreras simples. Estas son el tipo de barreras que se usan comúnmente en rellenos sanitarios destinados a contener residuos de construcción y demolición. No obstante es muy común encontrar en países en vía de desarrollo que este tipo de sistemas son implementados en rellenos sanitarios de residuos sólidos comunes. El grado de eficiencia en la retención de los diferentes tipos de contaminantes hacen que estos sistemas sólo sean adecuados como elementos necesarios para tomar precauciones ante posible y eventual presencia de contaminantes que puedan estar en conjunto con residuos como el concreto, asfalto, madera, ladrillo y vidrio, principalmente, que puedan migrar hacia el manto freático.

Las barreras simples están constituidas por una capa de arcilla compactada, una capa de drenaje o recolección de lixiviados y una capa de protección o de una capa

de suelo con una geomembrana, una capa de drenaje o recolección de lixiviados y una capa de protección, las cuales están dispuestas como se muestra en la Figura 1.

FIGURA 1. Sistemas de barreras simples



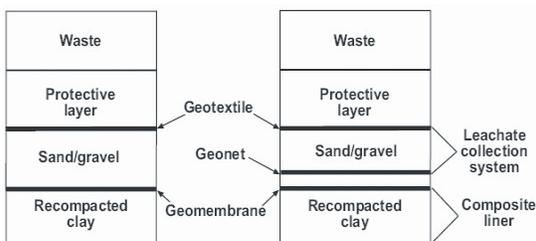
(Fuente: Hughes K. et al. Landfill Types and Liner Systems, 2003)

Sistemas de Barreras Compuestas. Comúnmente los sistemas de barreras compuestas son utilizados en rellenos sanitarios que contienen residuos sólidos comunes. Estos sistemas tienen un mayor grado de retención, limitando más eficientemente la migración de contaminantes a través de ellas.

En la mayoría de países donde la regulación de vertimientos es exigente, este tipo de barreras no pueden ser implementadas en rellenos sanitarios de residuos peligrosos, ya que estos exigen un mayor grado de eficiencia debido a las características de sus agentes contaminantes.

Los sistemas de barreras compuestas están conformados principalmente por una capa de arcilla compactada, una geomembrana, una capa de drenaje o sistema de recolección geotextil, y una capa de protección o adicionalmente una geored ubicada entre la geomembrana y la capa de drenaje, tal como se muestra en la figura 2.

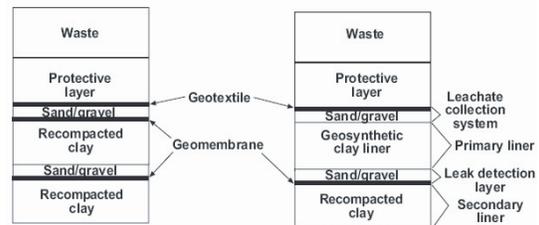
FIGURA 2. Sistemas de barreras compuestas



(Fuente: Hughes K. et al. Landfill Types and Liner Systems, 2003).

Sistemas de doble barrera. Los sistemas de doble barrera son los que están conformados por dos barreras simples o dos compuestas, o por una simple y una compuesta. Generalmente la primera barrera funciona como sistema de recolección de lixiviados y la segunda como un mecanismo de detección de fugas. Estos sistemas son usados en algunos rellenos sanitarios de residuos sólidos municipales y especialmente en rellenos sanitarios de seguridad. Los componentes de dichas barreras los conforman una capa de arcilla compactada seguida de una geomembrana; posteriormente se encuentra otra capa de arcilla compactada seguida de otra geomembrana y de otra capa de drenaje; por último se encuentra un geotextil y una capa de protección, tal como se muestra en la Figura 3.

FIGURA 3. Sistemas de doble barrera



(Fuente: Hughes K. et al. Landfill Types and Liner Systems, 2003).

Componentes de las barreras de contención de lixiviados

Compuestos de arcilla. Las arcillas compactadas utilizadas como sistemas de contención de lixiviados pueden ser de varias clases; las más comúnmente utilizadas en los sistemas de impermeabilización son: la bentonita, zeolita, arcillas modificadas orgánicamente y cenizas finas, principalmente.

La bentonita es una arcilla, la cual contiene montmorilonita como principal constituyente; de este tipo de arcillas existen varias clases, entre las cuales se destacan fundamentalmente la bentonita de calcio y de sodio. Su distinción se basa sobre los iones que dominan la reacción del intercambio de cationes, siendo así utilizadas más que como una barrera hidráulica como una capa de intercambio iónico; esto favorece el intercambio de iones con elementos tales como metales pesados como níquel y plomo, característicos de los residuos sólidos municipales.

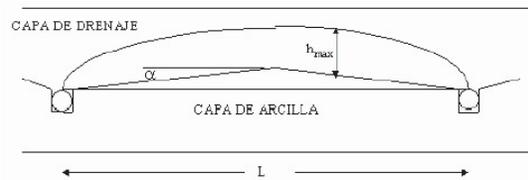
De la misma forma, otro de los materiales característicos en la constitución de barreras de impermeabilización es la zeolita, que es un silicato hidratado aluminio cristalino con una estructura a través de la cual los cationes intercambiables son adsorbidos, siendo al igual que en la bentonita los iones de calcio y sodio los principalmente intercambiables. La zeolita actúa semejante a un tamiz cuando es permeado por agua, metales que pasan a través de los tamices que son atrapados vía intercambio iónico haciendo de este un eficiente sistema de retención.

Igualmente, otros de los compuestos usados comúnmente son las arcillas modificadas orgánicamente; estos son compuestos que surgen naturalmente y tienen como mecanismo de contención el intercambio de cationes inorgánicos con cationes orgánicos, típicamente con amonio, siendo éste un tipo de componente nitrogenado orgánico, el cual en su estructura molecular incluye un átomo de nitrógeno central con cuatro grupos orgánicos, que producen así reacciones que incluyen los fenómenos de absorción e intercambio iónico, lo cual contribuye a la contención de contaminantes.

Por otra parte, cenizas finas también han sido típicamente usadas como compuestos que conforman un sistema de contención; estas muestran una absorción preferencial con orgánicos de bajo peso molecular en contraste con las arcillas modificadas orgánicamente, las cuales adsorben preferentemente orgánicos con peso molecular alto (Evans J. Et al.,1990).

Sistema de drenaje. Los sistemas de recolección de lixiviados están conformados generalmente por mantos de arenas o grava. Su objetivo principal es recolectar los lixiviados provenientes del sitio de emplazamiento para posteriormente ser llevados a un eventual tratamiento, y tiene dos finalidades: permitir una adecuada estabilización de celdas, y contribuir a la no generación de sobre presiones en el fondo que aumenten la velocidad de infiltración a través de las barreras. Además, los sistemas de recolección pueden también ser usados como elementos de detección de fugas, tal es el caso de los sistemas de doble barrera descritos anteriormente. A continuación, en la figura 4, se muestra un corte lateral característico de un sistema de recolección primario de lixiviados.

FIGURA 4. Sistema de recolección primario de lixiviados



Fuente: C.R.A. Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, 2000

En términos generales, el sistema de drenaje debe ser una red horizontal de zanjas en grava gruesa. Su construcción debe realizarse similar al de un sistema de alcantarillado, siendo la pendiente del fondo de aproximadamente del 2%. Las zanjas que se muestran en la figura anterior deben llenarse con piedra de 10 cm a 15 cm, que permitan más espacios libres, y eviten una rápida colmatación. Posteriormente a la grava se debe colocar un material que facilite infiltrar los líquidos y retener las partículas finas que puedan obstruir la red de evacuación (Comisión reguladora de agua potable y saneamiento, 2002).

Tal como se nombró anteriormente, los sistemas de recolección de lixiviados deben estar diseñados de tal forma que eviten la acumulación de lixiviados en su fondo. Para ello se ha estimado que un adecuado diseño permite que no se acumulen más de 30 centímetros sobre la primera capa de impermeabilización; así pues, el área recolectora debe cubrir la superficie del área impermeabilizada, y el distanciamiento de los canales de recolección y la pendiente de fondo del relleno sanitario debe responder a la siguiente expresión:

$$h_{\max} = \frac{L\sqrt{c}}{2} \left[\frac{\tan^2 \alpha}{c} + 1 - \frac{\tan \alpha}{c} \sqrt{\tan^2 \alpha + c} \right] \quad (3)$$

Capas de protección. Las capas de protección son utilizadas normalmente, como su nombre lo indica, para proteger los sistemas de impermeabilización. Tanto en barreras compuestas, como en sistemas de doble barrera, la capa de protección juega un papel muy importante, puesto que evita los efectos de punzamiento que puedan sufrir la geomembrana debido a la disposición y compactación de los residuos sólidos, provocando la formación de roturas que disminuyen notablemente la eficiencia del sistema.

Geosintéticos. En la actualidad los geosintéticos se han convertido en un elemento primordial en la constitución de sistemas de barreras en rellenos sanitarios; su eficiencia demostrada a través del tiempo ha permitido que sean aceptadas tanto en el campo de la consultoría ingenieril como en las entidades reguladoras. Actualmente existen una gran variedad de geosintéticos, de los cuales los más utilizados en este campo son los geotextiles y geomembranas de diferentes tipos y calibres. Alternativamente se encuentran materiales sustitutos de las arcillas, gravas y arenas naturales, tales como los geocompuestos y georedes que son materiales que cumplen la misma función; en algunos casos disminuyen costos y conservan o mejoran la eficiencia del sistema.

MODELACIÓN DE LOS LIXIVIADOS A TRAVÉS DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

Generalmente los sistemas de contención de lixiviados se enmarcan dentro de las categorías presentadas anteriormente; sin embargo, la incorporación de nuevos materiales, el cambio de sus dimensiones o la variación de las condiciones de campo, hacen que el efecto de contención varíe para cada situación, por lo cual se crea la imperiosa necesidad de generar escenarios hipotéticos que representen el comportamiento de los diferentes contaminantes de un lixiviado en los sistemas de contención, esto con el fin de poder predecir su atenuación con cierto grado de aproximación y determinar así las características que deben poseer dichos sistemas para mitigar los impactos ambientales.

A continuación se muestra la modelación del comportamiento de diferentes contaminantes propios de rellenos sanitarios, los cuales están sometidos tanto a las condiciones físicas de los sitios de disposición final, como también a las características propias de los sistemas de contención.

Caso 1: Un relleno sanitario con un sistema de impermeabilización compuesto por una capa de arcilla y un sistema de recolección primario y secundario.

En este caso el sistema es modelado con las características de sumidero pasivo; el relleno sanitario contiene una masa finita de una especie de contaminante conservativo y bajo el se encuentra un acuífero con un efluente fijo. El sistema de impermeabilización consta secuencialmente de un sistema de recolección primario, una capa de

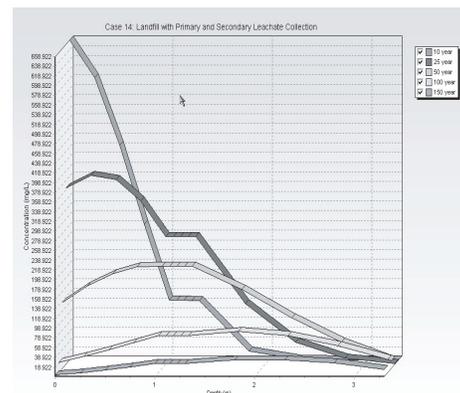
arcilla, una capa granular, un acuitardo y, por ultimo, un acuífero. A continuación, en la tabla 4, se muestran las características específicas del sistema que describen este caso y que sirven como información de entrada para la modelación del sistema.

TABLA 2. Características físicas y propiedades de los contaminantes - Caso 1

Property		Value	Units
Darcy Velocity	v_a	variable	m/a
Sink Outflow Velocity	v_s	variable	m/a
Diffusion Coefficient	D	variable	m ² /a
Distribution Coefficient	K_d	0.0	cm ³ /g
Soil Porosity	n	0.4	-
Granular Layer Porosity	n	0.3	-
Dry Density		1.5	g/cm ³
Layer 1 Thickness	H	1.0	m
Layer 2 Thickness	H	0.3	m
Layer 3 Thickness	H	2.0	m
Source Concentration	c_o	1000	mg/L
Ref. Height of Leachate	H_r	7.5	m
Vol. of Leachate Collected	Q_c	0.29	m/a
Landfill Length	L	200.0	m
Landfill Width	W	1.0	m
Aquifer Thickness	h	1.0	m
Aquifer Porosity	n_b	0.3	-
Aquifer Outflow Velocity	v_b	4.0	m/a

Fuente: Reference Guide Pollute Versión 7, 2004.

FIGURA 5. Modelación caso 1 en diferentes períodos de tiempo



Fuente: Reference Guide Pollute Versión 7, 2004.

Caso 2: Un relleno sanitario con un sistema de impermeabilización compuesto por una capa de arcilla y un sistema de recolección primario y secundario con fallas.

Este caso es similar al anterior, pero adicionalmente

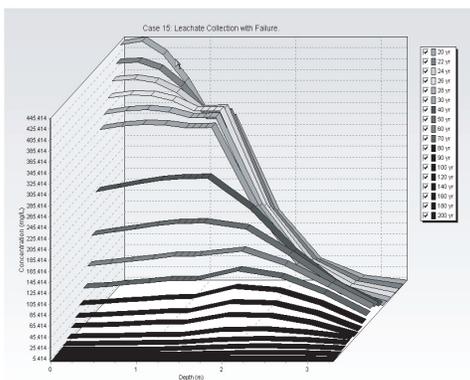
considera fallas en su sistema de recolección primario, asumiendo que después de 20 y 30 años deja de funcionar, daño que es causado por el amontonamiento de tierra en el relleno sanitario, resultando así un incremento en la velocidad de Darcy. A continuación, en la figura 5, se muestran las características específicas del sistema que describen este caso y que sirven como información de entrada para la modelación del sistema.

TABLA 3. Características físicas y propiedades de los contaminantes - Caso 2

Property		Value	Units
Darcy Velocity	v_a	variable	m/a
Sink Outflow Velocity	v_s	variable	m/a
Diffusion Coefficient	D	0.02	m ² /a
Dispervivity		0.4	m
Distribution Coefficient	K_d	0.0	cm ³ /g
Soil Porosity	n	0.4	-
Granular Layer Porosity	n	0.3	-
Dry Density		1.5	g/cm ³
Layer 1 Thickness	H	1.0	m
Layer 2 Thickness	H	0.3	m
Layer 3 Thickness	H	2.0	m
Source Concentration	c_o	1000	mg/L
Ref. Height of Leachate	H_r	7.5	m
Vol. of Leachate Collected	Q_c	variable	m ³ /a
Landfill Length	L	200.0	m
Landfill Width	W	1.0	m
Aquifer Thickness	h	1.0	m
Aquifer Porosity	n_b	0.3	-
Aquifer Outflow Velocity	v_b	4.0	m/a

Fuente: Reference Guide Pollute Versión 7, 2004

FIGURA 6. Modelación caso 2 en diferentes periodos de tiempo



Fuente: Reference Guide Pollute Versión 7, 2004

Caso 3: El efecto de un orgánico volátil que pasa a través de una sistema de doble barrera y llega a un acuífero

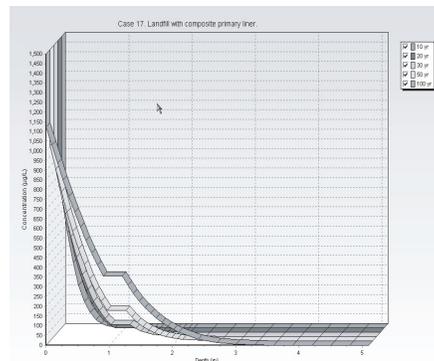
En este caso se muestra como un contaminante orgánico volátil migra a través de un sistema de impermeabilización de doble barrera con sistema de recolección primario y secundario, capas que secuencialmente están conformadas por una geomembrana, una arcilla compactada, un medio granular, una segunda capa de arcilla y, posterior a ellas, un acuitardo que cubre finalmente a un acuífero. En la figura 6 se muestran las características específicas del sistema que describen este caso y que sirven como información de entrada para la modelación del sistema.

TABLA 4. Características físicas y propiedades de los contaminantes - Caso 3

Property		Value	Units
Geomembrane Contact		Good	-
Geomembrane Holes		Circles	-
Hole Area		0.1	cm ²
Hole Frequency		1	/acre
Geomembrane Thickness		60	mil
Geomembrane Diffusion Coef.		3.0×10^{-5}	m ² /a
Source Concentration	c_o	1500	µg/L
Source Type		Constant	-
Landfill Length	L	200	m
Leachate Head on Primary Liner		0.3	m
Leachate Head on Secondary Liner		0.3	m
Groundwater Level in Aquifer		3.0	m
Clay Thickness	H	0.9	m
Clay Diffusion Coef.	D	0.02	m ² /a

Fuente: Reference Guide Pollute Versión 7, 2004.

FIGURA 7. Modelación caso 3 a diferentes periodos de tiempo



Fuente: Reference Guide Pollute Versión 7, 2004

EFFECTOS DE LIXIVIACIÓN DEBIDO A LA NO IMPLEMENTACIÓN DE BARRERAS DE CONTENCIÓN EN RELLENOS SANITARIOS DE PEQUEÑAS POBLACIONES

Como se mencionó anteriormente, las características de los lixiviados son una consecuencia de procesos complejos que dependen de diferentes factores, tales como: las características de la basura que es depositada en el sitio de emplazamiento, los aspectos climáticos e hidrogeológicos, y el grado de estabilización del relleno sanitario. A pesar de la gran variedad de compuestos presentes en los rellenos sanitarios, más del 97% de estos compuestos pueden ser clasificados en cuatro categorías: materia orgánica, compuestos orgánicos específicos, metales pesados y macro componentes inorgánicos, siendo estos últimos, elementos que no representan un problema serio de contaminación, por lo que el estudio de los líquidos percolados se debe centrar principalmente sobre los procesos que afectan a la materia orgánica presente en ellos, expresada generalmente como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Carbono Orgánico Total (COT), parámetros que representan al contaminante en fase disuelta que traspasa el fondo de un relleno sanitario y alcanza el acuífero luego de viajar a través de la zona no saturada de un suelo. Según varios autores, los mecanismos de atenuación natural que afectan a un lixiviado en el suelo se pueden clasificar en las siguientes categorías: sorción, decaimiento biológico, intercambio iónico, dilución, filtración y precipitación, así se muestra que la materia orgánica es afectada principalmente por los dos primeros mecanismos, es decir, sorción y decaimiento biológico. A continuación se detallarán los aspectos más relevantes del modelo conceptual planteado por Fernández en el 2001, sobre el cual se realizó el análisis de la migración de contaminantes.

Modelo conceptual de migración de contaminantes

Entre las principales características se encuentran:

- El modelo desarrollado se propuso sólo en la dirección vertical, debido a que es ésta la dirección predominante del movimiento del contaminante a través de la zona no saturada.
- La biodegradación de la materia orgánica se debe tanto a microorganismos aeróbicos como

anaerobios; sin embargo la literatura indica que la actividad aeróbica es prácticamente despreciable frente a las otras formas de vida presentes en el líquido percolado.

- El modelo que representa el comportamiento de un contaminante biodegradable al interior del relleno sanitario, puede extenderse hacia la zona no saturada del acuífero, puesto que considera que no existe un intercambio entre la fase sólida y disuelta de los contaminantes, pues después del traspaso del fondo del relleno sanitario, los contaminantes sólo se presentan en la fase disuelta.
- La materia orgánica presente en el percolado también se ve afectada por procesos de sorción con la matriz del suelo.
- Considera una isoterma no lineal en equilibrio, de tipo Freundlich.

De acuerdo con las anteriores consideraciones, el modelo propuesto para representar el comportamiento de un líquido percolado a través del suelo presenta las siguientes expresiones:

Variación de la concentración con respecto al tiempo de materia orgánica:

$$\frac{dC}{dt} + \frac{\rho_s}{\theta} \frac{dS}{dt} + \left(\frac{\beta}{\theta}\right) \frac{dC}{dz} = \frac{d}{dz} \left(\frac{E}{\theta} \frac{dC}{dz} \right) - \frac{\mu_n X C}{Y(K_n + C)} + \frac{rC}{\theta} \quad (4)$$

Donde,

$$S = K * C^n \quad (5)$$

Variación de la concentración con respecto al tiempo de microorganismos:

$$\frac{dX}{dt} + \left(\frac{\beta}{\theta}\right) \frac{dX}{dz} = \frac{d}{dz} \left(\frac{E}{\theta} \frac{dX}{dz} \right) + \frac{\mu_n X C}{K_n + C} - K_d X + \frac{rX}{\theta} \quad (6)$$

Donde,

- C: Concentración de Materia Orgánica.
- θ : Contenido Volumétrico de Agua.
- q: Flujo Vol. por und. de Área de Sólido.
- E: Coeficiente de dispersión longitudinal.
- μ_n : Tasa crecimiento específico microorg.
- X: Concentración de microorganismos.
- Y: Masa de microorg. Por und sustrato.

- Kn: Con. substrato a 1/2 del crecimiento esp. Máximo.
- r: Fuente de Humedad.
- Kd: Coeficiente de decaimiento endogeno de microrg.
- ps: Densidad del suelo.
- S: Concentración adsorbida por la matriz del suelo.
- K: Coeficiente de Adsorción y Coeficiente empírico.

Adicionalmente, este modelo debe ser complementado con una serie de condiciones iniciales y de contorno, las que deben ser impuestas para encontrar la solución que representa el fenómeno a estudiar. Para el caso de la concentración de materia orgánica, la condición de borde más utilizada corresponde a la inyección continua de un contaminante en algún punto de la malla, lo que representaría la producción de líquido percolado desde un relleno sanitario en operación. En general, en todos los casos estudiados, se asume que en una etapa inicial no existe presencia del contaminante en el medio. Para el caso de los microorganismos es posible establecer el mismo tipo de condiciones iniciales o de contorno.

El análisis de la solución analítica del modelo, para el caso donde las características del lixiviado no varían con el tiempo, muestran que tras la incorporación del líquido percolado al suelo los microorganismos anaeróbicos presentes en él actúan sobre la materia orgánica consumiéndola a una tasa que depende de los valores de los parámetros cinéticos utilizados. En todo caso, se verifica en forma simple que al cabo de un tiempo de inyección suficientemente largo, el avance del frente de materia orgánica se detiene dado que la tasa de inyección es equilibrada por la tasa de consumo de materia orgánica por parte de los microorganismos presentes en el suelo. Esta situación indica que sólo una porción reducida de

suelo estará afectada por una concentración elevada de materia orgánica, o contaminación por líquidos percolados, mientras que el resto del suelo contendrá concentraciones inferiores a los considerados ambientalmente inadecuadas (Espinoza y Gonzáles, 2002).

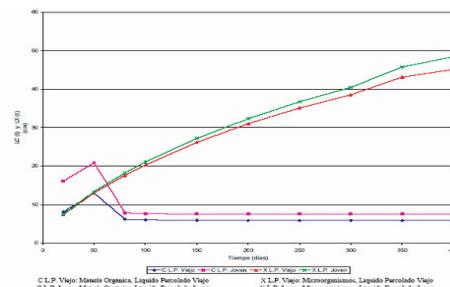
Finalmente, para un análisis más realista del modelo, se simuló el funcionamiento de un relleno sanitario, en el cual las características del lixiviado varían en el tiempo, disminuyendo su carga orgánica a través de los años, tal como se mostró en la tabla 2. En este análisis se utilizó un valor de la concentración de microorganismos en el lixiviado de 3.000 mg/l (SSV), del cual sólo un 50% corresponde a biomasa activa, por lo que se considerará una concentración inicial de microorganismos de 1.500 mg/l, los cuales entran en forma continua y constante con el líquido percolado por el fondo del relleno sanitario. Adicionalmente, para reproducir en mejor forma los parámetros biológicos bajo condiciones anaerobias, se consideraron los valores recopilados por Lawrence & Mc Carthy, correspondientes a $Y = 0.04 \text{ mg/mg}$; $\mu = 0.036 \text{ 1/día}$; $K_m = 5000$ y $K_d = 0.01 \text{ 1/día}$. Se consideraron una tasa de incorporación de 0.03 cm/día y una humedad de 0.3 ; de esta forma la velocidad real del flujo es de 0.1 cm/día . (Metcalf y Eddy, 1993). Conjuntamente para este análisis se evaluaron dos escenarios para un relleno sanitario pequeño, uno para un lixiviado donde la concentración inicial de materia orgánica es de 20.000 mg/l (relleno sanitario "joven" menor a 5 años); y otro escenario para un líquido con una concentración de materia orgánica de 5.000 mg/l (relleno sanitario viejo mayor a 5 años). De esta forma, el avance de los frentes para diferentes tiempos de simulación, y para ambos escenarios, se presenta en la Tabla 5 y en la Figura 8.

TABLA 5. Variación de la concentración de materia orgánica y microorganismos en lixiviados "Jóvenes y Viejos".

Tiempo	Líquido Percolado Joven		Líquido Percolado Viejo	
	Frente de Avance Concentración Materia Orgánica LC(t)	Frente de Avance Concentración de Microorganismos LX(t)	Frente de Avance Concentración Materia Orgánica LC(t)	Frente de Avance Concentración de Microorganismos LX(t)
[días]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
20	8.14	7.41	16.1	7.51
50	13.01	13.09	20.89	13.47
80	6.30	17.64	7.89	18.26
100	6.08	20.31	7.89	21.07
150	5.96	26.17	7.89	27.20
200	5.94	31.04	7.89	32.36
250	5.94	35.15	7.89	36.74
300	5.94	38.53	7.89	40.42
350	5.94	43.13	7.89	45.71
400	5.94	45.16	7.89	48.39

Fuente: Espinoza y Gonzáles, Atenuación natural de contaminantes en rellenos sanitarios, 2002.

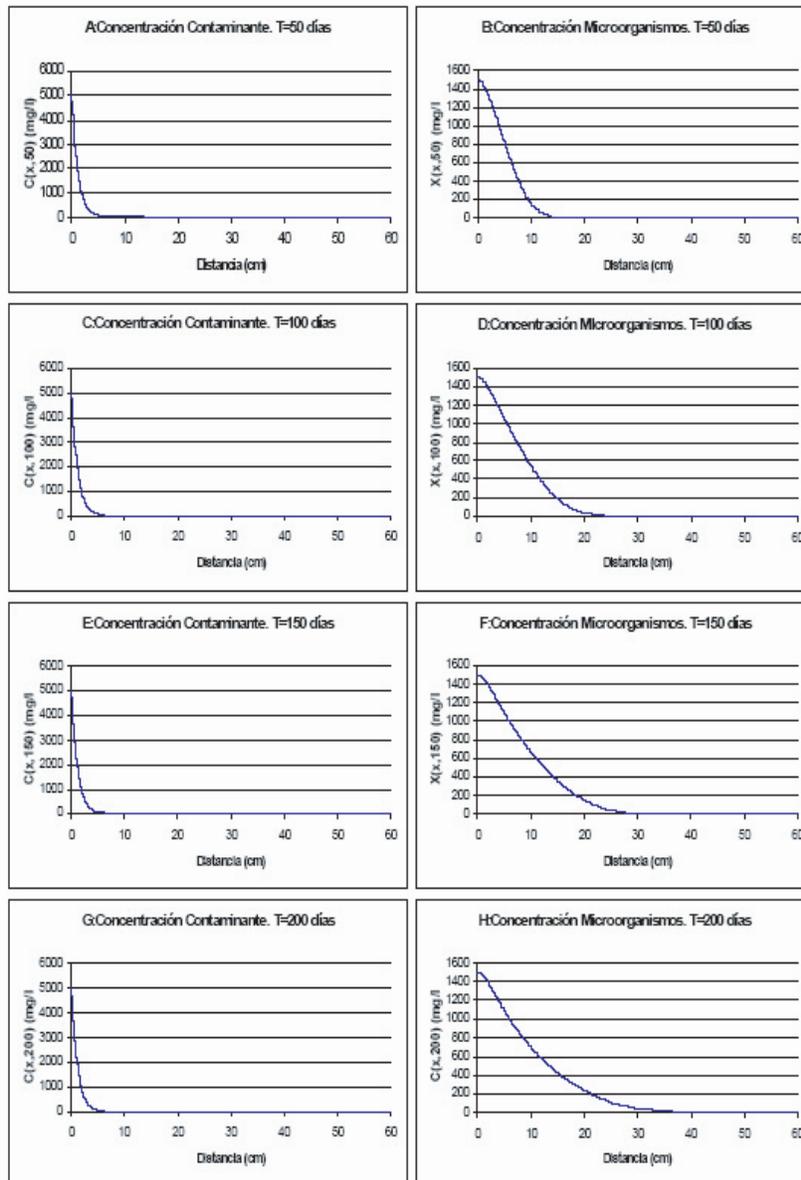
FIGURA 8. Evolución temporal de la concentración de la materia orgánica y microorganismos en lixiviados "Jóvenes y Viejos"



Fuente: Espinoza y Gonzáles, Atenuación natural de contaminantes en rellenos sanitarios, 2002

A continuación, para visualizar el efecto temporal que sufre la concentración de materia orgánica y de microorganismos, se grafica la evolución de éstos para el escenario con un líquido percolado “viejo”, donde se representa las diferentes situaciones para 50, 100, 150 y 200 días de modelación.

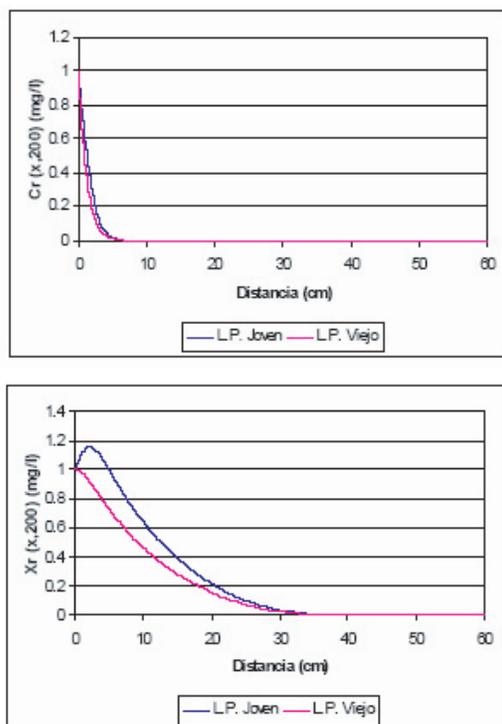
FIGURA 9. Evolución temporal de concentración de contaminante y microorganismos. Líquido percolado viejo



Fuente: Espinoza y Gonzáles, Atenuación natural de contaminantes en rellenos sanitarios, 2002

Por otra parte, en la figura 10 se muestra el comportamiento de las concentraciones paralelamente entre percolados "jóvenes y Viejos". Dadas las diferentes escalas de concentración para cada caso, se optó por representar la concentración de materia orgánica y microorganismos en forma relativa con respecto a la concentración de entrada y un tiempo de 200 días de modelación.

FIGURA 10. Concentración de contaminantes y microorganismos en percolados "Jóvenes y Viejos" para un T=200 días



Fuente: Espinoza y Gonzáles, Atenuación natural de contaminantes en rellenos sanitarios, 2002

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En las figuras 5, 6 y 7, correspondientes a la modelación del efecto de la implementación de barreras de contención en el transporte de contaminantes, se observó la variación de la concentración a diferentes profundidades y en diferentes tiempos, valores que fueron asumidos

con el fin de simular los espesores de los sistemas de impermeabilización y la vida útil de los rellenos sanitarios respectivamente.

En el primer caso se pudo observar el efecto de la reducción de la eficiencia del sistema debido a la cabeza de presión generada por la acumulación de lixiviados en la barrera de contención. Según la modelación dicho fenómeno no fue significativo para un periodo de 10 años, pero para años posteriores este efecto sumado al agotamiento reactivo del sistema de contención hacen visualizar la pérdida total de la eficiencia, de ocasionar en algunos casos más que remoción, un aporte en la concentración de contaminantes (Periodos superiores a 25 años). Sin embargo, el pasar de los años hace que las concentraciones de los contaminantes disminuyan lo cual puede generar que a una misma profundidad evaluada en diferentes periodos de tiempo, tenga la misma concentración, puesto que el agotamiento de los sistemas de contención pueden ser contrarrestados, por así decirlo, con la disminución de la concentración de contaminantes.

Por otra parte, también se puede observar el efecto de la concentración a través del sistema de recolección secundario (concentración constante), evidenciando un adecuado proceso de drenaje. La disminución de la concentración en el acuitardo también es apreciada para los diferentes tiempos modelados; ésta muestra una reducción de la capacidad de contención. Sin embargo, los valores de concentración final obtenidos para 150 años no exceden los 50 mg/l, mostrando la efectividad del sistema.

El caso 2 es similar al anterior, pero contemplando la falla del sistema de recolección primario cuando ha transcurrido un periodo de 30 años, lo cual produce un aumento en la velocidad de Darcy y por ende una menor eficiencia del sistema; así puede ser observado por la comparación de las figuras 5 y 6.

En la figura 7 se muestra el comportamiento de un orgánico volátil a través de un sistema de impermeabilización de doble barrera. En esta figura se muestra claramente el efecto de la reducción de concentración de contaminantes debido a la implementación de una geomembrana, e igualmente se muestra el desgaste que sufre ésta a través del tiempo. Igualmente que en los casos anteriores, la figura evidencia el comportamiento de la concentración en los diferentes estratos.

En la figura 8 se muestra que en la atenuación de los contaminantes en rellenos sanitarios de pequeñas poblaciones no existe una diferencia sustancial, en términos de avance del frente de concentración, entre el comportamiento de un líquido percolado joven (DBO 20.000 mg/l) y el de un líquido percolado viejo (DBO 5.000 mg/l), a pesar de que la masa inicial para el primer caso es cuatro veces mayor. Así mismo, el avance del frente de microorganismos es mayor al del frente de contaminantes, a pesar de tener el mismo valor de corte. Esto se debe a que los microorganismos se alimentan en la sección más cercana al fondo del relleno, disminuyendo la masa de ésta en forma drástica: la población biológica ya alimentada, viaja a través del espacio y debido a la escasez de alimento en estas circunstancias muere con una tasa de decaimiento de primer orden con un coeficiente de decaimiento endógeno igual a 0.01 (1/día).

Por otra parte, la información presentada en la figura 9 muestra que el frente de contaminante presenta un avance considerable en los primeros tiempos de modelación, cuando la masa microbiana recién comienza su acción. Luego comienza un retroceso de la masa contaminante, seguido por un avance sostenido del frente de microorganismos, llegando a establecerse una situación de equilibrio para la materia orgánica.

Finalmente, en la figura 10 se muestra el avance del contaminante y de la población biológica para lixiviados jóvenes y viejos; ambos escenarios coinciden prácticamente en todo el espacio muestreado. Sin embargo, en la primera sección de la concentración de microorganismo se presenta una discrepancia importante, que refleja una mayor masa de microorganismos producida por la mayor cantidad de sustrato presente (lixiviado joven). Para el percolado viejo, la masa de microorganismos que ingresa al sistema con el líquido percolado dada la cantidad de alimento existente sólo se mantiene, sin generar nuevos individuos. No obstante, al aumentar la masa de contaminantes, se genera un mayor número de microorganismos, siendo su concentración relativa mayor a la unidad. Así pues este efecto rápidamente desaparece, lo que se logra en la Figura 8.

CONCLUSIONES

- En la actualidad se han desarrollado varios tipos de sistemas de impermeabilización en rellenos sanitarios, entre los cuales comúnmente se encuentran las barreras de contención que pueden en forma general ser clasificadas como sistemas simples, compuestos y dobles, los cuales muestran su gran eficiencia a la hora de disminuir la migración de los diferentes contaminantes hacia las aguas subterráneas. A pesar de esto se debe tener en cuenta que su diseño e implementación depende de varios aspectos relacionados tanto con lo técnico, como lo económico, siendo cada caso especial debido a las características físico-ambientales y socio-económicas de su entorno.
- La modelación de la migración de contaminantes es una herramienta que permite decidir en forma acertada los parámetros de diseño más apropiados para la construcción y la implementación de sistemas de impermeabilización, quien permite establecer una interrelación entre dichos parámetros y su efecto en los niveles de contaminación a través del tiempo y la distancia, de tal forma que se garantiza los niveles permisibles con el fin de no generar un impacto negativo, tanto en el medio ambiente como en la salud de las personas.
- En general, la variación de la concentración del contaminante en función de la profundidad y el tiempo modelada por medio de la herramienta pollute, mostraron una gran eficiencia, y demostraron que los sistemas de impermeabilización conformados tanto por las barreras de contención compuestas por los diferentes materiales, o como por sistemas de recolección son una alternativa confiable a la hora de ser utilizados en sistemas de disposición final de residuos sólidos.
- En rellenos sanitarios de pequeñas poblaciones, el proceso de consumo de la materia orgánica constituye un proceso de atenuación natural de contaminantes que permite considerar la eliminación de membranas sintéticas para el fondo, sin que por esto se produzca la contaminación descontrolada del suelo.
- Dada la similitud del comportamiento de la masa de contaminantes y de microorganismos en lixiviados jóvenes y viejos, es posible concluir que la variación de composición del percolado en pequeños rellenos sanitarios no es un factor relevante para el cálculo de la zona contaminada del medio poroso.

- A pesar de que la utilización de sistemas de impermeabilización es lo más apropiado para la impermeabilización de sitios de disposición final de residuos sólidos, es posible ante determinadas situaciones cambiar ciertas restricciones de diseño, entre ellas la impermeabilización de fondo, con lo cual los vertederos o rellenos sanitarios se hacen económicamente factibles para localidades de baja capacidad económica, como es el caso de las poblaciones pequeñas de América Latina y en general de países subdesarrollados o en vía de desarrollo.

BIBLIOGRAFIA

Acurio G., Rossin A., Teixeira P., Zepeda F. (1998). Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y El Caribe. Banco Interamericano de desarrollo y organización Panamericana de la Salud.

Comisión Reguladora de agua potable y Saneamiento C.R.A (2002). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento ras 200, Sección II Titulo F, Bogotá.

Espinoza C., Gonzáles A. (2002). Atenuación natural de contaminantes producidos en rellenos sanitarios. división de recursos hídricos y medio ambiente, departamento de ingeniería civil, Universidad de Chile, Santiago de Chile.

Evans J., Sambasivam Y., Zarlinski S. (1990). Attenuating materials in composite liners. geotechnical special publication no.26, american society of engineers in conjunction with The ASCE National Convention San Francisco, California.

Fernández E., Espinoza C., Mena M. (2001). Movimiento y atenuación de líquidos percolados en un medio poroso saturado. división de recursos hídricos y medio ambiente, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile, Santiago de Chile.

Fetter C. (1999). Contaminant hydrogeology. University Of Wisconsin-Oshkosh and C.W Fetter, Jr. Associates. Prentice Hall. New Jersey.

GAEA Technologies. (2004). Reference guide pollute version 7. ontario.

Hughes K., Christy A., Heimlich J. (2003). Landfill Types and Liner Systems. Ohio State University:Ohio.

Metcalf and Eddy. (1993). Ingeniería de Aguas Residuales, vertido y reutilización. Mc Graw Hill. Ciudad de México.

Pineda S. (1998). Manejo y disposición de residuos sólidos urbanos. Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Bogotá.

Tchobanoglous G., Theisen C., Vigil S. (1994). Gestión integral de residuos sólidos. Mc Graw Hill. Madrid.

Villalba D. (2002). Especial textiles técnicos: geotextiles y productos relacionados. Eurogrus S.L. Madrid.

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA FUNCIONAL de las aplicaciones informáticas

Por: Dra. Sandra Cristina Riascos Erazo •

RESUMEN

La evaluación integral de las aplicaciones informáticas es un aspecto fundamental en el contexto de la auditoría de la eficiencia funcional de las aplicaciones informáticas¹, por tanto, se presenta a continuación la metodología que permite evaluar la eficiencia funcional de las aplicaciones informáticas, compuesta por tres niveles: características, subcaracterísticas y preguntas. Esta metodología permite realizar un proceso de valoración en forma exhaustiva y con considerable participación del usuario. La aplicación de la metodología en tres auditorías permitió evidenciar el grado de efectividad que tiene la misma.

ABSTRACT

The evaluation of data processing applications is an important aspect when checking for efficiency; therefore, we introduce the methodology to evaluate the functional efficiency of these applications. This is composed by three levels named as follows: characteristics, subcharacteristics and questions. This methodology allows us to carry out a process of appraisal with participation of the user. The degree of effectiveness was determined through three different methodology audits.

PALABRAS CLAVE

Eficiencia funcional, Calidad del software, Seguridad, Ingeniería del software, Auditoría de la eficiencia funcional de las aplicaciones informáticas.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia funcional se refiere básicamente a la satisfacción del usuario en cuanto al cumplimiento de las funciones que debe realizar la aplicación informática. La evaluación de la eficiencia funcional de una aplicación informática encierra un sinnúmero de actividades, razón por la cual es necesario realizar una valoración modularizada, que asegure la mayor objetividad posible.

En el aspecto de la eficiencia de las aplicaciones se tiene como principal fundamento la evaluación de los aspectos relacionados con el costo y beneficio de una aplicación hacia la organización, donde el costo hace referencia al hardware utilizado y el beneficio de la información procesada que se puede obtener de la aplicación. Aunque como afirma Alonso (1988), un sistema puede ser eficiente para resolver problemas del usuario, pero puede ser ineficiente y necesitar de un exceso de trabajo por parte del usuario. Resulta difícil vender un sistema que incrementa procedimientos. Este contexto nos permite deducir que la eficiencia no sólo hace referencia al costo como hardware, sino también a la satisfacción del usuario final.

La metodología para la evaluación de la eficiencia funcional de las aplicaciones informáticas pretende, por una parte, determinar si la aplicación cumple con los requisitos funcionales establecidos en la fase del análisis y diseño del sistema y, por otra, comprobar que la aplicación se adapta y satisface las necesidades del usuario.

• Doctora en Ingeniería Informática, Docente tiempo completo Programa de Ingeniería de Sistemas sriascos@yaho.es

¹ Investigación presentada en la III jornada de seguridad informática realizada en Bogotá - Colombia en el año 2003.

En el contexto de la auditoría de la eficiencia funcional de las aplicaciones informáticas es necesaria la implementación de una metodología que permita valorar la aplicación desde un punto de vista objetivo, lo cual implica la utilización de una estrategia adecuada para evaluar la eficiencia funcional de las mismas.

La metodología propuesta se fundamenta en la utilización de las normas ISO, en especial la ISO 9126 y el análisis sobre la calidad del software, las cuales han facilitado al auditor extraer algunas características que permiten realizar la evaluación de la eficiencia de las aplicaciones informáticas, además de las diferentes opiniones suministradas por auditores de reconocido prestigio.

A continuación se expone la composición y la estructura de la metodología que permite evaluar la eficiencia funcional de las aplicaciones informáticas, compuesta por: características, subcaracterísticas y preguntas.

2. Evaluación de la eficiencia funcional de las aplicaciones informáticas

Según O'Regan (2002) el propósito del proceso de evaluación de software es evaluar la integridad del mismo y verificar que satisface los requerimientos, lo cual implica que en la evaluación se realice una corroboración del cumplimiento de las normas a través de la definición de determinadas características.

La evaluación de las aplicaciones tiene por objetivo verificar si éste funciona correctamente e identificar algunos defectos que pueda tener. Una evaluación exitosa de una aplicación proporciona confianza en el sentido de que ésta puede ser utilizada por los usuarios potenciales (O'Regan, 2002).

La confianza de una aplicación hace referencia al cumplimiento de diferentes características como por ejemplo: la integridad, la eficiencia, la fiabilidad, la funcionalidad y muchas otras que pueda determinar el evaluador. En esta investigación nos hemos dedicado a saber cómo podemos determinar si una aplicación es eficiente funcionalmente o no.

La eficiencia de una aplicación informática según COBIT (1998), se refiere a la provisión de información a través de la utilización óptima (más productiva y económica) de recursos; la norma ISO 9126 la define como el

conjunto de atributos que respaldan la relación entre el nivel de ejecución del software y el monto de los recursos utilizados bajo condiciones establecidas; y Weber (1999), afirma que es la mínima utilización de recursos para lograr los objetivos requeridos. Las anteriores definiciones nos permiten comprender una vez más, que la eficiencia sólo se la relaciona con el costo de los recursos de la aplicación aunque como afirmaba. Alonso (1988), la eficiencia no sólo es el costo, también influye la satisfacción que puede tener el usuario, lo cual nos lleva a concebir otras características para la evaluación de la eficiencia funcional de las aplicaciones informáticas.

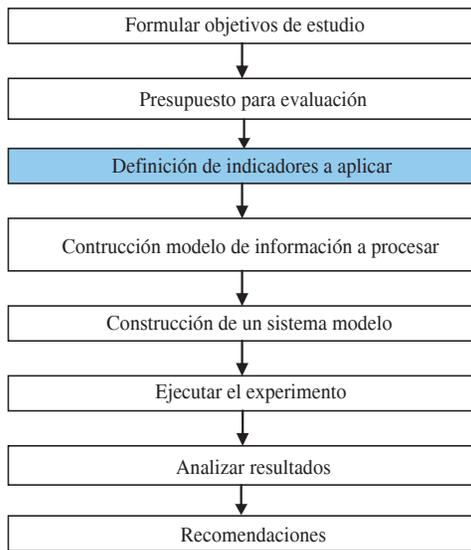
Las aplicaciones eficientes funcionalmente son aquellas que cumplen las funciones para las cuales han sido creadas, incluyendo satisfacer al usuario, como también lo afirma Madurga (2001) cuando determina que: "una aplicación informática debe:

- Registrar fielmente la información considerada de interés en relación a las operaciones llevadas a cabo por una determinada organización.
- Permitir la realización de cuantos procesos de cálculo y edición sean necesarios a partir de la información registrada, así mismo se puede, por tanto, almacenar automáticamente más información que la de partida, aunque siempre basada en aquélla.
- Facilitar, a quienes lo precisen, respuesta a consultas de todo tipo sobre la información almacenada, diseñada en contenido y forma para dar cobertura a las necesidades comunes constatadas.
- Generar informes que sirvan de ayuda para cualquier finalidad de interés en la organización, además presentar la información adecuada, para lo cual: se aplica – según convenga – criterios de organización, selección, recuento y totalización por agrupamientos, cálculo de todo tipo, desde estadísticos comunes (media, desviación típica, valor mínimo, máximo, primero y último, etc.) hasta los más sofisticados algoritmos.

En las aplicaciones informáticas se debe cumplir la eficiencia funcional al enfocar la funcionalidad como un atributo que corrobora la existencia de propiedades seguras y funciones que satisfacen las necesidades del usuario (Rakitin, 1997).

En el proceso de evaluación de la eficiencia de las aplicaciones informáticas presentado por Weber (1999) es necesario resaltar la etapa de definición de indicadores a aplicarse: en nuestro caso lo llamamos características, que se utilizará para la evaluación, (ver figura 1).

FIGURA 1. Proceso de evaluación de la eficiencia de las aplicaciones informáticas (Weber R., 1999)



Para la evaluación de la eficiencia funcional de la aplicación se ha propuesto una serie de características y subcaracterísticas (ver figura 2) de acuerdo con el análisis realizado de los criterios del COBIT (1998), la evaluación

de la calidad de software a través de la norma ISO 9001 e ISO 9126 y diferentes autores como Kan (1995) que presenta una relación de los atributos del software CUPRIMDA constituida por capacidad, usabilidad, funcionamiento, fiabilidad, instalabilidad, mantenibilidad, documentación y disponibilidad.

Weber (1999) expresa una forma de evaluar la eficiencia compuesta de cuatro indicadores a saber: a) Menor tiempo empleado, b) Cantidad de información procesada, c) Utilización y d) Fiabilidad. Fenton (1991) indica un modelo de software de calidad (ver figura 3). Por otra parte Lucero (2001) muestra un modelo extendido de la norma ISO 9126, incrementándole algunas características (ver figura 4).

Los anteriores modelos representan las diferentes características que permiten realizar la evaluación de la calidad del software, de los cuales se ha extraído las características y subcaracterísticas presentadas (figura 2) para realizar la evaluación de la eficiencia funcional de las aplicaciones.

Teniendo en cuenta los indicadores propuestos por Weber (1999) para medir la eficiencia de una aplicación y con base en la teoría presentada por Alonso (1988), se considera que las características para evaluar la eficiencia funcional de la misma son las siguientes:

- Durabilidad del proceso.
- Cantidad de información procesada.
- Utilización.
- Fiabilidad.
- Usabilidad

FIGURA 2. Modelo propuesto para la evaluación de la eficiencia funcional de las aplicaciones informáticas

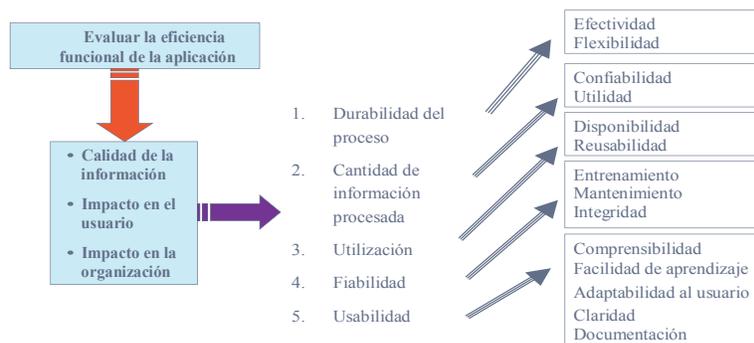


FIGURA 3. Modelo de características de software de calidad (Fenton N, 1991)

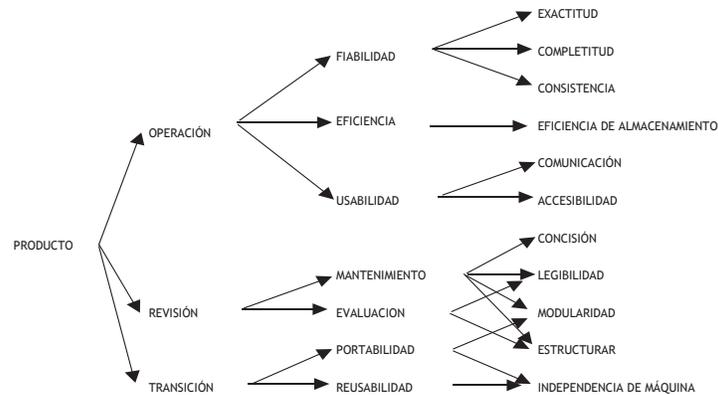
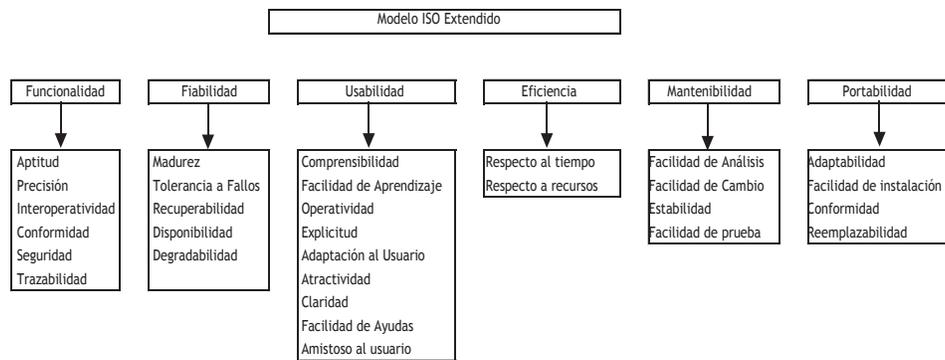


Figura 4. Modelo extendido de la norma ISO 9126 (Lucero M, 2001)



La usabilidad se estima como otra característica, dado que un sistema puede ser eficiente para resolver problemas, pero puede ser ineficiente y necesitar un exceso de trabajo por parte del usuario.

Por otra parte, los indicadores presentados por Weber (1999) no tienen ninguna aclaración adicional que permita al auditor determinar con claridad una metodología para realizar la evaluación de la eficiencia; por lo tanto se ha determinado unas subcaracterísticas, basadas en los criterios para la evaluación de la calidad del software, dentro de los cuales se ha adicionado la integridad y flexibilidad que son tomados de las características del software declarados por Londensteijn (2000) y las subcaracterísticas de documentación, el entrenamiento y el mantenimiento tomados de Perry (1991).

A continuación se explica cada una de las características y se indica las subcaracterísticas relacionadas.

1. Durabilidad del proceso: En esta característica se mide cómo una aplicación es capaz de proveer al usuario con la salida requerida en el menor tiempo. Tiempo desde la entrada del primer carácter hasta la salida del primer carácter (Weber, 1999). A este se le ha adicionado las subcaracterísticas siguientes:

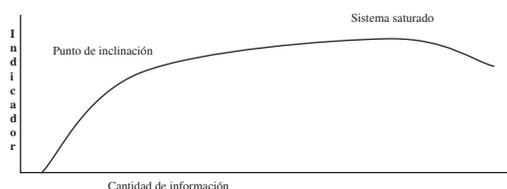
1.1 Efectividad: La efectividad es un aspecto muy importante que proporciona muchas pistas para el juicio sobre el desarrollo de un sistema y su calidad. La efectividad debe ser demostrada, por ejemplo: con la presentación de un plan de acciones que satisfacen al usuario, aumento de productividad, aumento de la satisfacción del usuario

y reducción de costos (Schmauch, 1995). Por lo tanto se refiere a que la información relevante sea pertinente para el proceso del negocio, así como a que su entrega sea oportuna, correcta, consistente y útil (COBIT, 1998). También se relaciona con el derecho de funcionalidad al mínimo costo (Lodensteijn, 2000).

1.2 Flexibilidad: La flexibilidad de una aplicación conlleva a agilizar el tiempo para el desarrollo de los procesos que debe hacer el usuario. McCall y otros (1977) afirman que la flexibilidad se relaciona cuando el sistema se acomoda con facilidad a las circunstancias en las cuales se encuentre. Esfuerzo necesario para modificar una aplicación que está en explotación.

2. Cantidad de información procesada por unidad de tiempo: Significa cuánto trabajo es realizado por el sistema en un periodo de tiempo, como se indica en la figura 5 (Weber, 1999). Este aspecto es complementado con las siguientes subcaracterísticas:

FIGURA 5. Relaciones típicas entre tiempo y cantidad de información procesada



2.1 Confiabilidad: Se distingue principalmente la seguridad de los datos que debe existir en la aplicación, como, la veracidad de los mismos. La confiabilidad se refiere a la provisión de información apropiada para la administración con el fin de operar la entidad y para ejercer sus responsabilidades de reportes financieros y de cumplimiento. Así mismo, como la protección de información sensible contra divulgaciones no autorizadas (COBIT, 1998). También se puede definir como el conjunto de atributos que respaldan la capacidad del software para mantener un desempeño, bajo ciertas condiciones en un periodo de tiempo (ISO, 9126). Según Shneiderman (1998) se puede asegurar la privacidad, seguridad e integridad de los datos; dado que la seguridad puede ser afectada por los accesos injustificados, la destrucción involuntaria de datos y ataques maliciosos.

2.2 Utilidad: La información entregada por la aplicación es utilizada de forma satisfactoria y por lo tanto, es suficiente para el éxito del proceso.

3. Utilización: Significa la proporción de tiempo en que un sistema permanece ocupado, o en el que se está utilizando el procesador. (Weber, 1999).

3.1 Disponibilidad: Se refiere a la disponibilidad de la información cuando ésta es requerida por el proceso de negocio ahora y en el futuro. También hace referencia a salvaguardar los recursos necesarios y capacidades asociadas (COBIT 1998). Al respecto Rakitin (1997) afirma que la disponibilidad es el grado en el cual el software permanece operable sin la presencia de fallos. Por lo tanto, se relaciona con los procesos no interrumpidos del procesamiento de información (Lodensteijn, 2000).

3.2 Reusabilidad: Hace referencia a que se puede instalar en cualquier plataforma. La norma ISO 9126 la define como el conjunto de atributos que respaldan la posibilidad de que el software sea usado en otro dominio. También es aceptada la idea de la posibilidad de que el software o una parte de él pueda utilizarse en otras aplicaciones como lo afirman McCall y otros (1977). Por su parte, Rakitin (1997) define la reusabilidad como el grado en el cual el software puede ser reutilizado en aplicaciones diferentes a la aplicación original (Rakitin, 1997).

4. Fiabilidad: significa la disponibilidad o aseguibilidad de la aplicación para procesar el trabajo del usuario, o sea, la ausencia de fallos o errores en el procesamiento. Por lo tanto se podría decir que la aplicación es fiable; y se complementa con la definición de McCall y otros (1977), quienes señalan la probabilidad de que el software opere durante un determinado periodo de tiempo de acuerdo con lo previsto en un cierto entorno. En este sentido, y teniendo en cuenta que a Rakitin (1997), nos conlleva a definir la fiabilidad como un atributo que corrobora la capacidad del software en mantener el nivel de utilización bajo el estado de condiciones por un periodo de tiempo.

Desde el punto de vista del usuario la aplicación debe cumplir con aspectos como: a) los comandos deben hacer una función específica, b) presentar datos que reflejen el contenido de las bases de datos y, c) la actualización debe ser aplicada correctamente (Shneiderman, 1998).

Madurga (2001) afirma que para comprobar que una aplicación funciona con garantía de exactitud y fiabilidad es conveniente observar cómo algún usuario hace uso de aquellas transacciones más significativas, ya sea por su volumen o por su riesgo, lo cual puede ayudar a detectar que aunque el resultado final sea bueno y, por lo tanto los controles establecidos sean efectivos, la eficiencia no está en el nivel óptimo, no es infrecuente que un auditor experimentado identifique mejoras en este tipo de observaciones.

4. Para la fiabilidad se ha considerado las siguientes subcaracterísticas:

4.1 Entrenamiento: El entrenamiento es un aspecto que ayuda a lograr un alto grado de fiabilidad; es un criterio que relaciona al usuario final como principal agente que interactúa con la aplicación. Se refiere a preparar a un grupo de personas para que realicen una labor, en este caso para el manejo de la aplicación. La importancia del entrenamiento no se puede sobre enfatizar. Todas las partes afectadas deben ser entrenadas en los objetivos, utilización y operación del sistema. A menudo, las aplicaciones informáticas ocasionan cambios de alguna forma en el comportamiento de los empleados, aspecto que es normal en los mismos, por ejemplo: resistirse a cambios en su lugar de trabajo. El entrenamiento efectivo puede reducir la tensión asociada a la introducción de un nuevo sistema. Parte del entrenamiento es familiarizar al usuario con la aplicación para lograr una suave transición y minimizar la resistencia al cambio (Vallabhaneni, 1990).

4.2 Mantenimiento: Se refiere al conjunto de cuidados que son necesarios para que algo se mantenga o siga funcionando con normalidad; según la ISO 9126 se define como un conjunto de atributos que respaldan el esfuerzo requerido para especificar las modificaciones. Grado de dificultad para identificar y arreglar un error en el software. En este punto es interesante resaltar algunas afirmaciones de Weber (1988) así: a) el historial de reparaciones y mantenimiento del programa indica la calidad de la lógica existente en un programa, el mantenimiento correctivo frecuente significa un diseño inapropiado, o deficiencia en la planeación realizada (inexperiencia de programadores, inadecuada supervisión); b) Las modificaciones de programa ocurren por dos razones principalmente: el diseñador formuló incorrectamente las especificaciones del programa, consecuentemente

las especificaciones cambian y la lógica del programa es alterada o los requerimientos del usuario pueden cambiar y, por lo tanto el programa debe cambiar para satisfacer las necesidades del usuario.

La ISO 9000-3 clasifica al mantenimiento en: a) resolución de problemas (corrección de software no conforme); b) modificación de interfaces (cambios en el software de acuerdo a los cambios del hardware); c) expansión funcional (cambios en el software para expandir o mejorar una función existente o incrementar su utilización).

4.3 Integridad: La integridad es un aspecto que complementa la confiabilidad de las aplicaciones refiriéndose a la seguridad; además se relaciona con la validez de la información que debe proporcionar el sistema. El COBIT (1998) la define como la precisión y suficiencia de la información así como su validez de acuerdo con los valores y expectativas del negocio. También se considera como la capacidad de controlar el acceso al software y a los datos por personal no autorizado. Según Alonso (1988) es la condición de suficiencia para cumplir los objetivos. Ha de ser, por tanto, exacta y debe corresponder con las necesidades del usuario de esa información definición que corrobora Lodensteijn (2000) y adiciona conformidad con la realidad.

5. Usabilidad: Según Vallabhaneni (1990) se refiere a una aplicación amigable u hostil dependiendo del punto de vista del usuario final; se puede encontrar la diferencia entre una aplicación que funciona satisfactoriamente y otra que tiene dificultades. La usabilidad debe tener los siguientes lineamientos:

- El diseño debe tener un balance entre el superdiseño y pobre diseño, lo cual significa que se debe tener en cuenta las aptitudes, experiencia, habilidades, limitaciones, comportamientos, preferencias y niveles de formación del usuario final que facilite la utilización del sistema; en resumen, para usuarios sofisticados se requiere un sistema con un diseño sofisticado; para usuarios inexpertos se debe tener un diseño más simple.
- La presentación de errores debe ser clara, de tal forma que cuando haya un error el usuario comprenda en donde está, qué está haciendo el programa para solucionarlo y qué debe hacer el usuario.

- Es aconsejable obtener un reporte sobre las estadísticas de los errores para realizar las actividades correspondientes; este reporte debe ser preferiblemente por tipo de error, por departamento, por persona, por tipo de transacción, por planta, por oficina y por compañía.
- La usabilidad de las aplicaciones es la percepción que un usuario o grupo de usuarios tiene de la calidad, facilidad de utilización del software, su eficiencia y efectividad (O'Regan, 2002).
- La relación que existe entre usabilidad y eficiencia es muy notoria, tal y como la presenta la norma ISO 9241 (ISO, 1996) que define la usabilidad como la forma en la cual un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar metas como efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado. Montero y otros (2003) realizan un análisis de la definición de usabilidad y encuentran que, junto al término usabilidad, se presenta los conceptos de satisfacción y eficiencia.

En la usabilidad se tiene en cuenta las siguientes subcaracterísticas:

5.1 Comprensibilidad: Susceptible de ser aprendido, asequible, accesible. Además se refiere al diseño que debe tener la aplicación, sobre todo a la particularidad de que sea fácil de entender por cualquier tipo de usuario.

5.2 Facilidad de aprendizaje: No impone esfuerzo o es susceptible de ser aprendido o hecho con poco esfuerzo, como lo ratifican McCall y otros (1977) quienes afirman que la facilidad de aprendizaje implica esfuerzo necesario para aprender su manejo, preparar los datos e interpretar los resultados.

5.3 Adaptabilidad al usuario: Se refiere a la adaptación de las necesidades particulares de los usuarios finales que tendrán que interactuar con la aplicación; se tiene en cuenta las diferentes discapacidades que el usuario pueda tener.

5.4 Claridad: Equivale a la legibilidad y se califica en una escala de bueno a malo. También podemos considerar que una aplicación es clara en el grado en que ésta puede ser entendida sin dificultad.

5.5 Documentación: Conjunto de documentos. Existen diferentes tipos de documentación de aplicaciones como por ejemplo: sistema de flujo gramas (gráficas que representan la secuencia de las operaciones en un programa); sistema narrativo (proporciona explicaciones sobre los gráficos, puntos de control e interfaces); código fuente (las líneas de programación con las cuales se construyó la aplicación); manuales de usuario (instrucciones escritas para quienes interactúan con la aplicación a nivel de: programadores, operadores, personal técnico y usuarios básicos); pantallas y diseño de reportes (EDPAA CISA Review Manual, 1991). La documentación proporciona una comprensión preliminar de la aplicación.

III. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

Para comprobar la efectividad de la metodología propuesta fueron realizadas tres auditorías de la eficiencia funcional de la aplicación de gestión académica en tres centros educativos, teniendo en cuenta la opinión del usuario final e incluyendo en este grupo al servicio de informática encargado del mantenimiento de la aplicación, el personal administrativo encargado de procesos generales como: matrículas, certificados y planes de estudio entre otros, alumnos y profesores, estos últimos como usuarios eventuales de la aplicación. El proceso metodológico consistió en la aplicación de la metodología propuesta para evaluar la eficiencia funcional de las aplicaciones, como parte del proceso de auditoría realizado. Como herramientas para la recolección de la información se utilizó: cuestionarios dirigidos a los usuarios relacionados con la aplicación, observaciones y entrevistas.

El análisis se realizó mediante la evaluación de las características y subcaracterísticas planteadas en la metodología, que consistió en:

- Estimación de las preguntas que permiten evaluar cada subcaracterística, teniendo en cuenta que cada una puede tener mayor influencia en la subcaracterística evaluada; por lo tanto se realizó una determinada ponderación.
- Estimación de las subcaracterísticas que permitan evaluar cada característica, ponderadas de acuerdo con la importancia que tenga cada subcaracterística en la característica evaluada.

- Por último, para determinar la eficiencia funcional de las aplicaciones de gestión académica se ponderó las características de acuerdo a la importancia e influencia dentro de la eficiencia funcional.

IV. RESULTADOS

Las evaluaciones realizadas permitieron obtener una visión panorámica de la eficiencia funcional de la aplicación de gestión académica, no sólo desde el punto de vista del centro educativo, sino también desde la perspectiva del usuario final, quien interactúa en forma constante con la aplicación. La eficiencia funcional de una aplicación implica que ésta cumpla con sus funciones, las cuales deben satisfacer en un porcentaje considerable las necesidades del usuario.

Las evaluaciones realizadas con la utilización de la metodología planteada permitieron observar y corroborar una vez más que: "una aplicación técnicamente eficiente y bien desarrollada, deberá considerarse fracasada si no sirve a los intereses del usuario que la solicitó. La aquiescencia del usuario proporciona grandes ventajas posteriores, ya que evitará reprogramaciones y disminuirá el mantenimiento de la aplicación" (Álvarez, 2000).

De igual forma, la aplicación de esta metodología facilitó que el informe de auditoría presentado a la administración de cada uno de los centros educativos se constituyera en un documento objetivo, dado que permitió conocer la estimación de la eficiencia no sólo desde el punto de vista de los recursos, sino también, desde la perspectiva del usuario final, ya que estas evaluaciones se basaron en las opiniones de los usuarios, considerando la apreciación de Derrien (1994): "Los usuarios tienen en sus manos los medios de detectar la gran mayoría de fallos de un software, cuyo origen se encuentra en un error de programación o en una mala utilización del sistema".

V. CONCLUSIONES

La unificación de las características que se debe tener en cuenta para la evaluación de la eficiencia funcional de las aplicaciones, de acuerdo con los aspectos relacionados como son: calidad y satisfacción del usuario, permiten determinar cuán eficiente funcionalmente es una aplicación informática.

Después del análisis realizado se puede decir que la satisfacción del usuario, entendida como el cumplimiento de todos sus requerimientos, es el punto esencial para determinar cualquier característica del software, sea ésta la eficiencia, calidad, efectividad, flexibilidad, confiabilidad, etc.

Finalmente, una valoración objetiva de la eficiencia funcional de la aplicación informática auditada, minimiza el riesgo inherente en un proceso de la auditoría, lo cual se evidencia en la satisfacción de la organización auditada.

VI. REFERENCIAS

Alonso G. (1988). "Auditoría Informática", Ediciones Díaz de Santos, Madrid.

Álvarez D. (2000). "Auditoría Informática", http://www.geocities.com/diana_m_alvarez/generalidades.htm, 2002.

Barrio T. L. (1998), Auditoría interna en universidades: Situación actual y perspectivas de futuro de la función de auditoría interna en la universidad española, Instituto de Auditores Internos de España, Madrid.

COBIT (1998) COBIT, Resumen ejecutivo. 2ª. Edición. Comité Directivo de COBIT y la Información Systems Audit and Control Foundation.

Derrien Y (1994), Técnicas de la auditoría, traducción de Ribamar José. Marcombo S.A., Barcelona.

EDPAA CISA Review Manual (1991). EDP Auditors Foundation.

Fenton N. (1991) Software Metrics A Rigorous Approach. Chapman & Hall Great Britain.

Hernández, G. A. (2001) "La informática como herramienta del auditor financiero", en Piattini M. y Del Peso E. (Coordinadores y Coautores) Auditoría Informática, un enfoque práctico. Ediciones Ra-Ma 2ª. Edición. Madrid.

Kan S. (1995) Metrics and Models in software Quality Engineering. Addison – wesley Publishing Company. Massachusetts.

Londensteijn B. V. (2000) "Auditing Quality is Quality Auditing" en Piattini M. Auditing Information Systems Idea Group. Hershey.

Lucero M J. L. (2001) "Auditoría de la Calidad", en Piattini M y Del Peso E. (Coordinadores y Coautores) Auditoría Informática, un enfoque práctico. Ediciones Ra-Ma 2ª. Edición. Madrid.

McCall J.A, Richards PK, Walters GF, (1977). Factors in software quality, Vols. I, II, III. US Rome Air Development Center Reports.

Madurga J.M. (2001) "Auditoría de las Aplicaciones", en Piattini M. y Del Peso E. (Coordinadores y Coautores) Auditoría Informática, un enfoque práctico. Ediciones Ra-Ma 2ª. Edición. Madrid.

Martínez, M. (2002) "Auditoria Informática", http://www.unlar.edu.ar/html/nuestras-carreras/grado/cátedras/info_dato/informática/2002/apunte/htm/u4_apu04.htm, 2002.

Montero F., Lozano M. D y Gonzáles L P. (2003) "Calidad en interfaces de usuario", en Piattini M y García F. (Coordinadores y Coautores) Calidad en el desarrollo y mantenimiento del software. RA-MA editorial. Madrid.

O'Regan G. (2002) A practical approach to software quality. Springer – Verlag. New York.

Perry W. (1991) A Standard for Auditing Computer Applications. Auerbach , Corp. Boston.

Rakitin S (1997) Software Verification and Validation. A practitioner's Guide. Artech House, Boston.

Schmauch (1995) ISO 9000 for software developers. ASQC Quality Press, Wisconsin.

Shneiderman, Ben (1998). Designing the user interface : strategies for effective human-computer interaction. Addison-Wesley. Massachussets. 3a. Edición.

Vallabhaneni R.S. (1990) Auditing Software Development: A Manual with Case Studies. John Wiley & Sons. New York.

Weber R. (1988) EDP auditing: conceptual foundations and practice. McGraw-Hill. New York.

Weber, R. (1999). Information Systems Control And Audit. Prentice Hall.

ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN VISUAL URBANA, el caso de la Comuna Uno, San Juan de Pasto (Nariño)

Por: Mery Liliana López Martínez ••
Diego Ernesto Jurado Portilla •

RESUMEN

Este artículo presenta el estado de la composición visual urbana de la Comuna Uno de San Juan de Pasto. Para lograr este fin en primera instancia se hizo un levantamiento de información en campo, del grado de contaminación visual generado por la publicidad exterior visual de los locales comerciales de esta zona. En un segundo momento, y recolectada la información, se creó una base de datos y se espacializó en Sistemas de Información Geográfica, para finalmente realizar un análisis de espacialización visual que tuvo como referente la identificación de los niveles de saturación existente en la comuna.

La publicidad exterior es uno de los medios publicitarios más efectivos y que goza de una gran popularidad. Sin embargo, dicha popularidad ha causado que en los últimos tiempos haya surgido una proliferación de los mismos, que ha traído como consecuencia que en el centro de la ciudad de Pasto el medio publicitario se haya convertido en un agente contaminante visual.

La aparición de formas, texturas y colores, ajenos al espacio natural, genera un impacto que será mayor cuanto mas grande sea la magnitud de la alteración y el grado de conservación del medio.

ABSTRACT

This article studies the urban visual composition of the "Comuna 1" in Pasto. It was necessary to gather information regarding the level of visual contamination due to the amount of publicity found in this area, in order to create the corresponding database with systems of geographical information to finally analyse levels of saturation.

Banners are one of the most popular advertising means, however, this has caused a rising proliferation in downtown Pasto along with the visual contamination. The use of different textures and colors makes such an impact in the surrounding.

PALABRAS CLAVES

Contaminación Visual, Salud Pública, Paisaje, Publicidad Exterior Visual, SIG.

INTRODUCCION

Hablar de contaminación del suelo, el agua o el aire es mucho más cotidiano que hablar de contaminación visual. El pensar que existen formas perjudiciales de agresión visual que puedan llegar a causar efectos al sistema nervioso central a través de la visión es para muchos un tipo de contaminación desconocida, o tal vez irrelevante. Pues bien, la contaminación visual existe y teóricamente se define como una alteración visual de la imagen y fisonomía del entorno urbano causada por acumulación de materia prima, productos, desechos, abandono de edificaciones y bienes materiales, así como violación en las densidades y características físicas de publicidad, cuyas acciones, obras o instalaciones sobrepasen, en perjuicio temporal o permanente del paisaje. Ante esto, es evidente que usted puede estar habitando un medio contaminado visualmente, recibiendo cada uno de los efectos pero

* Profesora Ingeniería Ambiental - Universidad Mariana.

** Profesor Ingeniería de Sistemas - Universidad Mariana.

desconociendo las causas. Además, y en términos de paisaje urbano, una configuración visual en desequilibrio, puede provocar deterioro de la calidad de vida urbana que ofrece una ciudad.

El objetivo del grupo de investigación sobre la contaminación visual del programa Ingeniería Ambiental de la Universidad Mariana es proponer y validar una alternativa metodológica para la evaluación de la contaminación visual urbana, en relación directa con el paisaje y la salud ambiental de la población humana lo que se pretende con este artículo es dar a conocer el estado de la composición visual urbana de la Comuna Uno de San Juan de Pasto, como primera fase de la investigación.

METODOLOGÍA

Política y administrativamente, la ciudad de San Juan de Pasto se divide en doce comunas, de las cuales la comuna uno corresponde al centro de mayor dinámica comercial, empresarial y bancaria de la ciudad. Dentro de su jurisdicción se encuentran los barrios: San José Obrero, Las Américas, Marcos de la Rosa, El Portalito, El Parque, Bomboná, San Agustín Centro, San José, Santiago, Los Dos Puentes, Avenida Santander, Caracha, El Churo, El Cilindro, Hullaguanga, La Panadería, y San Andrés. Para abarcar la totalidad del área de la Comuna Uno, la metodología aplicada contempló tres fases secuenciales:

FASE UNO. CARACTERIZACIÓN: Una vez sectorizada aleatoriamente la Comuna Uno, se procedió al levantamiento de información que correspondió al

diligenciamiento de fichas técnicas, específicamente para publicidad exterior visual, y la toma de material fílmico y fotográfico.

El formato de las fichas técnicas para la recolección de la información fue elaborado por la Alcaldía Municipal de Pasto con base al Decreto 088 del 2003, contempló aspectos como: Número de publicidad exterior visual por cada predio, Forma del aviso, Ubicación del aviso, Tipo de aviso, Dimensión del aviso con respecto a la fachada, material en el que está fabricado el aviso e Invasión del espacio público.

FASE DOS. ESPACIALIZACIÓN Y BASE DE DATOS:

Toda la información recolectada con las salidas de campo se clasificó y caracterizó en una base de datos, bajo el programa Excel con la entrada de 3321 fichas que corresponden a la totalidad de los establecimientos comerciales de la Comuna Uno. De igual manera y bajo los programas Autocad y Arcgis se estableció un sistema de espacialización de resultados que permita el acceso a la base de datos del Sistema de Información Geográfica (SIG).

FASE TRES. ANÁLISIS ESPACIAL: Para llevar a cabo esta fase se tuvieron en cuenta los resultados del inventario de la publicidad exterior visual en la Comuna Uno, partiendo de la georeferenciación en el plano existente (Mapa base POT). Se utilizó la base de datos y se realizó el análisis de espacialización visual que tuvo como referente la identificación de los niveles de saturación existente en la comuna.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



En esta primera fase de investigación, se dan a conocer los resultados más relevantes de la caracterización de la composición visual urbana de la Comuna Uno, respecto a la publicidad exterior visual, entendida según la Ley 140 del 23 de Junio de 1994 como “el medio masivo de comunicación destinado a informar o llamar la atención del público a través de elementos visuales como leyendas, inscripciones, dibujos, fotografías, signos o similares, visibles desde las vías de uso público o dominio publico, bien sean peatonales o vehiculares, terrestres, fluviales, marítimas o aéreas”, considerando aspectos como número, fijación, material, tipo de aviso y ocupación del espacio público y relación con la normatividad vigente en la Alcaldía Municipal de Pasto.

Un factor determinante, para el área comercial de la Comuna Uno, es la existencia de publicidad exterior visual que afecta las condiciones de infraestructura básica, en el espacio público, las condiciones ambientales, el ordenamiento territorial y la convivencia. Actualmente esta comuna, presenta un 97% de establecimientos comerciales con publicidad exterior visual, de donde el 41% de los establecimientos, utilizan un aviso publicitario para promocionar sus productos o servicios, y el 59% restante poseen más de dos avisos (Figura 1).

En cuanto al número de avisos por establecimiento comercial, la mayoría de estos incumplen con el Artículo 2 del Capitulo 6 del Decreto N° 088 del 2003 en el que se establece que cuando las edificaciones contengan 2 o más fachadas se autorizará un aviso publicitario por cada una de ellas. El problema de la existencia de un exceso de avisos publicitarios se da porque en un solo local se vende más de un producto, y los comerciantes publicitan cada uno de ellos.

Respecto a la forma en que se encuentra fijado el aviso publicitario en el local (Figura 2), se encontró que el 79% de lo locales comerciales, tienen los avisos adosados en el inmueble; por tanto, existe cumplimiento del Artículo 6 del Capitulo 2 del Decreto 088 del 2003 en el cual se dice que los avisos deben adosarse a la fachada del inmueble, sin sobresalir de la misma mas de 12 cm. y dejando totalmente libre los elementos arquitectónicos del inmueble. Sin embargo el 21 % de los avisos, es decir, 688, no cumplen con la norma, puesto que sobresalen de la fachada en forma triangular, perpendicular o circular.

FIGURA 1. Numero de avisos publicitarios por establecimiento comercial

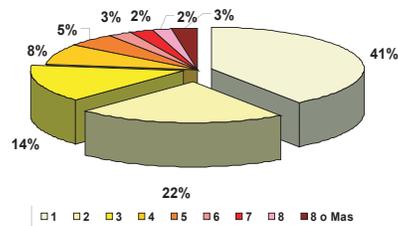
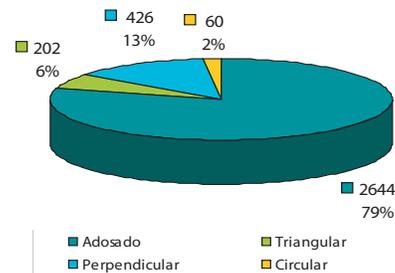
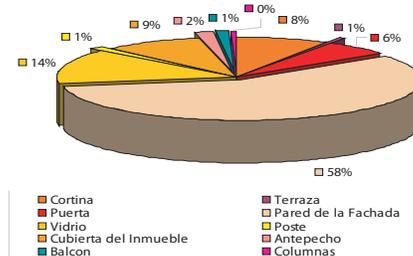


FIGURA 2. Forma en que se encuentra fijado el aviso publicitario al local comercial



Respecto a la preferencia de ubicación, los dueños de los establecimientos comerciales ubican sus avisos publicitarios en aquellos lugares donde se les facilite la visibilidad, el mantenimiento y manipulación del mismo, que en este caso es la pared de la fachada. De igual manera, por el desconocimiento de la normatividad los propietarios, priorizan la ubicación del aviso publicitario. Ante esto, el 58% de los establecimientos comerciales de la Comuna Uno tienen ubicados sus avisos en la pared de la fachada (Figura 3), seguidos en su orden por el vidrio, la cubierta del inmueble y la cortina. Pero, es importante resaltar que el porcentaje de establecimientos que incumplen con el parágrafo donde se hace referencia a que los avisos no pueden ser incorporados a las ventanas y puertas de la edificación, es relativamente bajo.

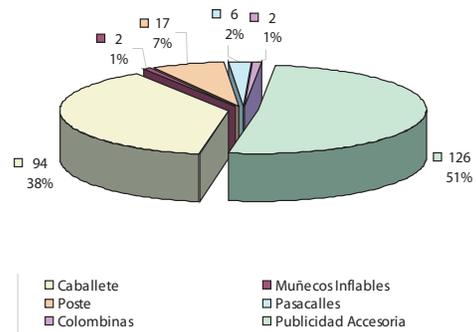
FIGURA 3. Ubicación del aviso publicitario por cada establecimiento



En la normatividad vigente para avisos publicitarios, se establece que el aviso ubicado en un establecimiento comercial, no puede tener una dimensión mayor al 10% del área total de la fachada del inmueble donde éste funcione. En la Comuna Uno se pudo observar que la mayoría de los avisos publicitarios tienen una dimensión menor a la establecida en la norma, cumpliendo con el Acuerdo 007 del 2000 y los Decretos reglamentarios. Sin embargo, la diferencia no es muy significativa, debido a que la publicidad utilizada es en su mayoría directamente proporcional al tamaño del inmueble. Además, no se está teniendo en cuenta la publicidad accesoria ubicada en diferentes partes de la fachada del inmueble que aumentan considerablemente el grado de contaminación visual.

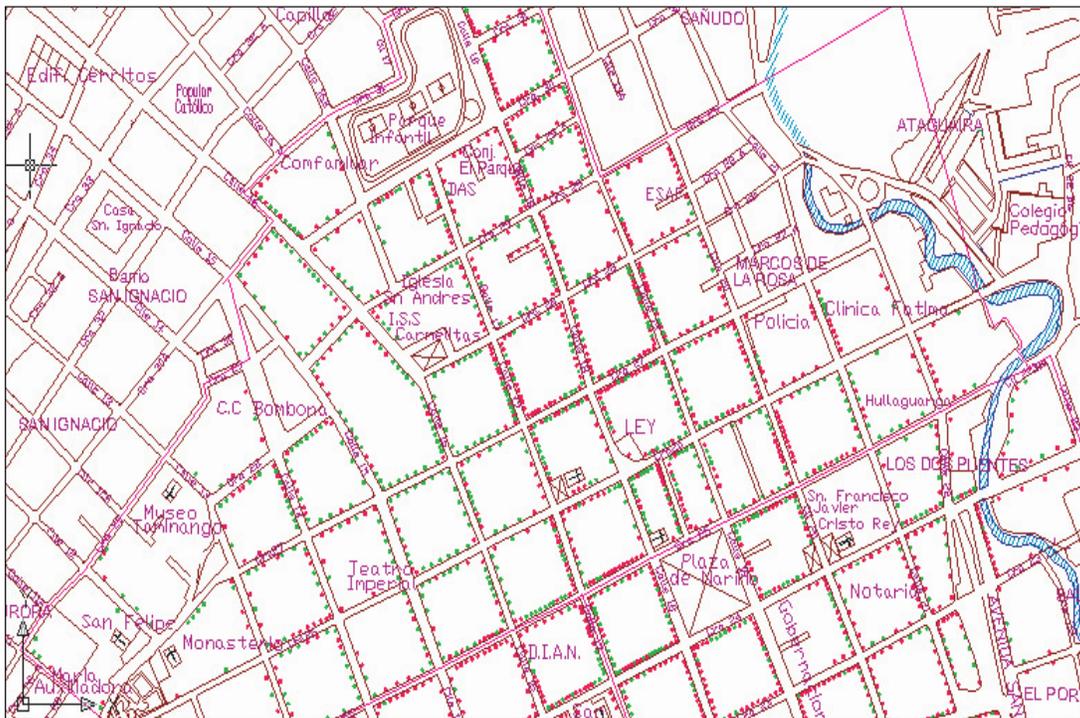
Finalmente, y respecto a la ocupación del espacio público, se tuvo que el 92% de los establecimientos comerciales no ocupan espacio público con los anuncios publicitarios. Así, se registraron 247 avisos que ocupan el espacio público; del total de estos avisos, el 51% lo hacen con la publicidad accesoria, es decir, cualquier otra forma de publicidad exterior (Figura 4).

FIGURA 4. Ocupación del espacio público



En lo referente a la espacialización, se ordenó toda la información recolectada con las salidas de campo, se clasificó y caracterizó en una base de datos, bajo el programa Excel con la entrada de 3.321 fichas que corresponden a la totalidad de los establecimientos comerciales de la Comuna Uno. De igual manera, y bajo los programas Autocad y Arcgis, se estableció un sistema de espacialización de resultados que permita el acceso a la base de datos del sistema de información SIG.

FIGURA 5. Gráfica de Autocad con los puntos verdes y rojos de la comuna uno



Por otra parte, basados en la información recolectada y al tiempo digitalizada en el programa Excel, apoyándose en el mapa existente de División Política Administrativa Urbana de la ciudad suministrado por la Alcaldía Municipal, se ubicó cada uno de los locales comerciales en las cuadras identificados con puntos diferenciados con colores. Para determinar el número de locales comerciales que cumplen en su totalidad con la norma se les asignó la coloración verde y aquellos que no cumplen en uno o más aspectos se les asignó el color rojo. Los resultados obtenidos presentan el siguiente comportamiento espacial, respecto a toda la comuna uno.

Si se observan las condiciones de distribución espacial, al interior de la comuna Uno las áreas más críticas por número de puntos se extienden entre las calles 17, 18 y 19 y la carrera 25, como se observa en la Figura 6.

FIGURA 6. Grado de concentración visual locales comerciales Calle 17 y 18



La Figura 7 indica la existencia de un nivel de saturación visual alto, que está estrechamente relacionado con las estrategias publicitarias implementadas por los comerciantes para la atracción de sus consumidores y, de esta manera, incrementar sus ganancias.

Se observa que a partir del tipo de producto que se ofrece en cierto local comercial, la concentración de avisos publicitarios se incrementa de manera progresiva, sin un debido control. Su forma y su ubicación juegan un papel importante para destacarse en medio de tanta competencia; esto se relaciona con la calidad de productos y el reconocimiento del establecimiento comercial.

FIGURA 7. Actividad comercial de locales





FIGURA 8. Establecimientos comerciales ligados al cumplimiento de la norma



En algunos establecimientos comerciales no se tiene en cuenta la normatividad Colombiana existente, es por esta razón que al exceder los tamaños, formas, colores, ubicación y dimensión de los avisos publicitarios se puede estar atentando de manera involuntaria con la salud de la población en general que frecuenta el sector.

Al analizar el comportamiento de la figura 8, observamos claramente que en un sector residencial existe un cumplimiento del decreto en cuanto a los avisos publicitarios, esto hace que exista una conformación paisajística urbana armoniosa que favorece la calidad de vida de la población.

Para la construcción del sistema de información geográfica entendido como una herramienta clave que nos ofrece la oportunidad de tomar los números y las palabras de las filas y columnas de bases de datos y de las hojas de cálculo para ubicarlas en un mapa, la creación de un SIG nos permite la posibilidad de realizar consultas con resultados inmediatos, relacionar toda la información de las bases de datos partiendo de la idea de una interpretación de los resultados más certeros. A continuación, se presenta una muestra de las consultas convenientes para el análisis espacial relacionado con la contaminación visual de la Comuna Uno.

La base de información permite adquirir las consultas para el análisis de información: tales como número de locales comerciales, número de locales que respetan la norma, número de avisos, dimensión de los avisos, tipo de material etc. Las Figuras 9,10 y 11 muestran la forma como el programa Arcview presenta los resultados que permiten comprender la versatilidad e importancia del SIG.

FIGURA 9. Locales comerciales con tres avisos publicitarios

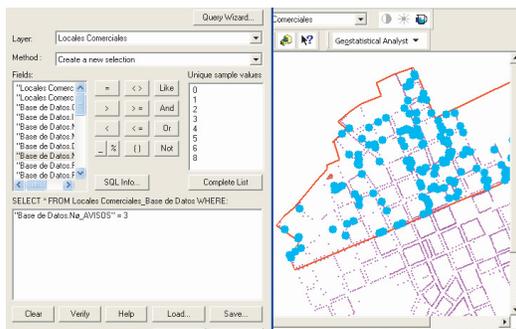


FIGURA 10. Locales comerciales con avisos ubicados en la cortina

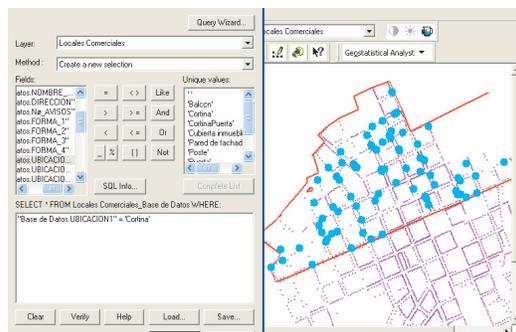
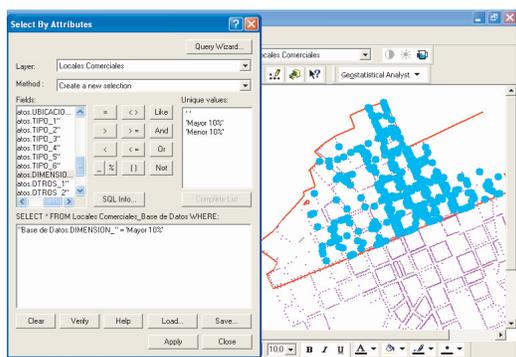


FIGURA 11. Locales comerciales de dimensión mayor al 10 %.



Los dueños de los establecimientos comerciales de la Comuna Uno de San Juan de Pasto, desconocen en su mayoría la normatividad existente en cuanto a la publicidad exterior visual, que conlleva a un deterioro del paisaje urbano. El gremio de comerciantes realiza dicha publicidad a su conveniencia sin tener en cuenta la reglamentación en cuanto a este aspecto.

El afán de los establecimientos comerciales de ofrecer sus bienes y servicios llevan y la ocupación del espacio público llevan a obstaculizar el libre tránsito de peatones, incumpliendo con el Decreto 088 del 5 de marzo del 2003.

La aparición de formas, texturas y colores, ajenos al espacio natural, genera un impacto que será mayor cuanto más grande sea la magnitud de la alteración y el grado de conservación del medio. Por tal razón, la mayoría de la publicidad exterior visual que se presenta en la Comuna Uno provoca deterioro de la calidad visual del ambiente urbano.

La publicidad exterior sigue siendo uno de los medios publicitarios más efectivos y que goza de una gran popularidad. Sin embargo, dicha popularidad ha causado que en los últimos tiempos haya surgido una proliferación de los mismos, que ha traído, como consecuencia, que en el centro de la ciudad de Pasto el medio publicitario se haya convertido en un agente contaminante visual.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Mariana quién financió en su totalidad el proyecto de investigación presentado en la convocatoria del año 2005.

BIBLIOGRAFÍA

ARCILA RAMÍREZ, Gonzalo. Psicopedagogía para una ecología de la mente. Santafé de Bogotá: Cooperativa editorial magisterio, 1998.

CANTER, Larry W. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la Elaboración de Estudios de Impacto. Madrid España: McGraw – Hill, 1998.

CERON SOLARTE, Benhur. Economía y Crecimiento Urbano de San Juan de Pasto a partir de 1930 En: Manual de Historia de Pasto tomo III.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN,
Ciudades Dentro De La Ciudad. La Política Urbana y El
Plan De Desarrollo En Colombia, Bogota: Tercer Mundo,
1974.

Hacia un futuro libre de contaminación. Disponible en
Internet. <http://http://www.ecoweb.com> . 22 de agosto
de 2005.

Lo que gira entorno a la contaminación visual. Disponible
en Internet. <http://www.greenpeace.org>. 17 de agosto de
2004.

MORA, Mónica y Paz, Karol. Alternativa de solución
ante el deterioro de la calidad visual del paisaje urbano,
ocasionado por la publicidad exterior del sector comercial
de la comuna uno en San Juan de Pasto (Nariño). 2005.
112p. Trabajo de grado (Ingeniera Sanitaria y Ambiental).
Universidad Mariana.

NAVARRO GARCÍA, J. AYUGA TÉLLEZ F. Las Nuevas
Construcciones ante la Conservación del Paisaje
Tradicional: Un Acercamiento a su Estudio, caso particular
del Páramo Leonés. Disponible en. [http://cederul.unizar.
es/revista/num01/pag32.htm](http://cederul.unizar.es/revista/num01/pag32.htm). Septiembre 20 de 2005

PLAN DE GESTION AMBIENTAL. 2001-2003. Municipio
de Pasto

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. Pasto 2012.
Realidad Posible.

VILLOTA GUSTIN, Martiza Leney. Evaluación del grado
de contaminación visual generado por avisos publicitarios
en la zona comercial de la comuna dos del municipio de
San Juan de Pasto. 2005. 69p. Trabajo de grado (Ingeniera
Sanitaria y Ambiental). Universidad Mariana.

Constitución Política de Colombia.

Decreto 088 del 2003.

Ley 140 de 1994.

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS provenientes de establecimientos dedicados a la actividad turística en La Playa del Morro – Tumaco (Nariño)

Por: Javier F. Santander Delgado•

RESUMEN

Las playas son los destinos preferidos por los turistas y como tales tienen gran demanda en época de vacaciones o verano. Sin embargo el manejo inadecuado que reciben los residuos sólidos generados por esta actividad ocasiona la degradación del medio natural, afectando a las personas que viven de la actividad turística y a los visitantes.

La playa del Morro es el principal sitio turístico con el que cuenta el Municipio de Tumaco, y a la vez se ha convertido en albergue de volúmenes considerables de residuos sólidos que son dispuestos ahí sin ningún tipo de consideración por los propietarios de hoteles, restaurantes, bares, vendedores ambulantes y por los propios turistas.

Esta evaluación¹ estudió de manera especial el manejo de los residuos sólidos en la playa del morro y el impacto ambiental que estos ocasionan en el uso turístico de la playa, con el ánimo de plantear soluciones que mitiguen las posibles implicaciones que su inadecuado manejo causa.

ABSTRACT

The beaches are the top preferred destination when it comes to going on vacation in the summer. Unfortunately, the inadequate management given to the solid residues generated by this activity causes degradation of the environment, affecting the people who make a profit out of it as well as the tourists.

“El Morro” is the main tourist place in Tumaco, and it has become a source of considerable volume of solid residues that are left there without any type of consideration by hotel owners, restaurants, bars, traveling salesmen and by the very tourists.

This evaluation studies the management of the solid residues in “El Morro” and its environmental impact caused by the use of the beach for tourist purposes, in order to diminish the possible implications because of inadequate management.

PALABRAS CLAVES

Protección del medio ambiente, Control ambiental, Contaminación, Productos de residuos, Comercio turístico

INTRODUCCIÓN

En la playa del Morro del municipio de Tumaco – Nariño (mapa), se hace evidente día a día el deterioro que están sufriendo los recursos naturales, ocasionado por el mal manejo de residuos sólidos generados en los establecimientos comerciales.

• Profesor Ingeniería Ambiental – Universidad Mariana.

¹ Investigadoras: Lency Oriana Angulo Domínguez y Beiby Jaqueline Viveros Cabezas, estudiantes de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Universidad Mariana - Pasto.

MAPA DEL MUNICIPIO DE TUMACO



Durante las temporadas altas de turismo de los meses de diciembre, febrero y junio, principalmente, se disponen grandes volúmenes de residuos sólidos sobre la playa y debido a la falta de planificación en el manejo de los mismos, ocasionan total alteración del uso de la playa e impiden mostrar un lugar atractivo para propios y extraños.

La falta de asignación de recursos financieros por parte de las Administraciones Municipales para la solución de problemas de saneamiento básico, especialmente los de recolección y disposición final de residuos sólidos, agudizan aún más esta situación, afectando de manera directa la calidad de vida de las personas que se benefician de la actividad turística en el Municipio.

Así mismo, la ausencia de políticas municipales dirigidas a la concientización ambiental de los actores del escenario turístico y la carencia de legislación nacional en el tema de playas para este uso específico, dificultan la aplicación de medidas de control en estas zonas.

Ante tal panorama, se optó por determinar la situación actual del impacto ambiental ocasionado por el manejo de los residuos sólidos generados en los establecimientos dedicados a la actividad turística, identificando y cuantificando el tipo de residuos sólidos que son dispuestos en la playa, para luego plantear alternativas adecuadas de manejo.

METODOLOGIA

El proceso metodológico utilizado consistió en la realización de un conteo directo del número de establecimientos asentados en la playa del Morro, a quienes se les tomaron muestras de residuos sólidos generados en temporada alta y baja para cuantificarlos y caracterizarlos.

Posteriormente utilizando encuestas, formatos de campo y fichas de resultados se analizaron los impactos sociales y ambientales generados por la disposición de los residuos sólidos en la playa.

Con la aplicación de la matriz de importancia se evaluaron los impactos, para finalmente plantear alternativas de solución para el manejo de los residuos sólidos generados en los establecimientos de la playa del Morro.

RESULTADOS

El número total de los establecimientos asentados en la playa del Morro es de 46, a los cuales se les cuantificó y caracterizó la generación de residuos sólidos, en temporada alta (mes de diciembre) y en temporada baja (mes de enero).

El cuadro 1 describe los principales tipos de residuos que se encontraron durante los muestreos de los residuos sólidos de acuerdo a su composición física

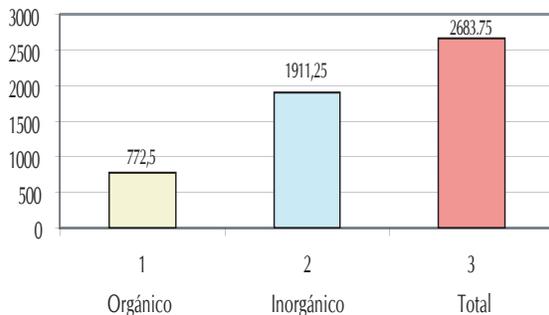
CUADRO 1. Composición física de los residuos sólidos

CATEGORÍAS DE RESIDUOS	TIPOS DE RESIDUOS
Materia Orgánica	Cáscaras de naranja, mango, coco, ciruelos, etc. Caparazones de crustáceos, residuos de comida, manipulación, cocción y consumo de comidas.
Papel y Cartón	Papel no utilizable, cartón, periódico, revistas, empaque de bebidas, etiquetas, cajas de empaques de alimentos.
Plástico	Botellas de refrescos, agua y aceite vegetal, bolsas de leche, agua, pitillos, vasos y platos desechables.
Vidrio	Botellas de licor y refrescos.
Otros	Ropa, pañales y toallas desechables.

Fuente: esta investigación, 2005

En la cuantificación y caracterización de la temporada alta de turismo se encontró que 772.5 kg corresponden a residuos orgánicos y 1911.25 Kg a residuos inorgánicos de los cuales 392.5 kg corresponden a papel y cartón, 264 kg a plástico, 1108.9 kg a vidrio, 146.25 kg a otros; para un total 2683.75 Kg, tal como se observa en la gráfica 1.

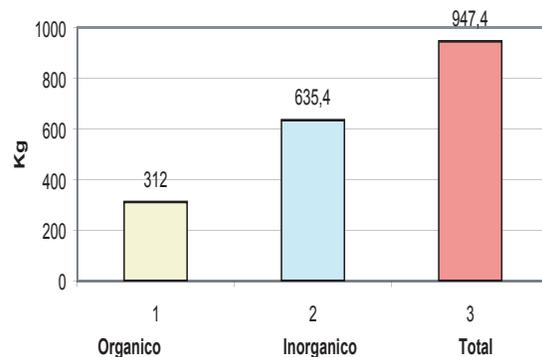
GRÁFICA 1. Cuantificación y caracterización promedio de los residuos sólidos en la temporada alta.



Fuente: Esta investigación, 2005

En la temporada baja se encontró que 312 kg corresponden a residuos orgánicos y 635.4 Kg a residuos inorgánicos, de los cuales 143.3 kg son papel y cartón, 103.5 kg de plástico, 341.5 kg de vidrio y 47.1 kg de otros; para un total 947.4 Kg tal como se puede observar en la gráfica 2.

GRÁFICA 2. Cuantificación y caracterización de los residuos sólidos para la temporada baja



Fuente: esta investigación, 2005

A través del muestreo también se puede observar que la producción per capita promedio de los residuos generados en los establecimientos para la temporada alta fue de 0.6 kg/hab-día y para la temporada baja de 0.5 kg/hab-día. El volumen promedio de residuos en la temporada alta de turismo fue de 8998 litros y en la temporada baja fue de 3133.3 litros.

Para la categorización de los impactos ambientales más significativos se seleccionan los componentes y elementos ambientales que se describen en el cuadro 2.

CUADRO 2. Caracterización de indicadores ambientales

FACTOR AMBIENTAL	GENERACIÓN DEL IMPACTO	INDICADOR	UNIDAD DE MEDICIÓN	IMPACTO PROVOCADO
Agua	Disposición de los residuos en la playa y en contacto con el agua de mar	Grasas Aceites DBO DQO Temperatura Residuos flotantes en el agua Sólidos suspendidos en el agua Coliformes totales en el agua	Mg/litros Mg/litros Mg/litros Mg/litros °C kg mg/litros mg/litros	Alteración de las características biológicas y fisicoquímicas del agua marina
Aire	Generación de residuos por los establecimientos de la playa del morro	Producción de gases sólidos suspendidos	ppm	Proliferación de plagas y malos olores
Paisaje	Generación y disposición de los residuos por los establecimientos	Contaminación visual	Temporada alta de turismo	Destrucción de los recursos y belleza natural de la playa
Suelo	Disposición de los residuos en el suelo de la playa del Morro	Coliformes fecales en el suelo de la playa Residuos en el suelo de la playa	Mg/litros Kg/establecimiento-día	Alteración de las características físicas del suelo
Flora	Disposición de los residuos sólidos sobre la cobertura vegetal del suelo de la playa	Perdida de cobertura vegetal Aumento de zonas deforestadas Perdida de vegetación nativa	Observación directa Ha, m2 Observación directa	Alteración de las condiciones normales del factor suelo. Disminución de especies nativas Afectación del paisaje natural de la playa
Fauna	Vertimiento de residuos y en contacto con especies marítimas y terrestres	Muerte de peces Cambio de habitat de los animales Alteración de la cadena alimenticia	Observación directa Disminución de la cantidad de ciertas especies	Modificación total de las características de las especies presentes en la playa
Socio - económico	Acumulación de residuos sólidos en áreas publicas de la playa	Disminución del numero de turistas. Disminución de las ventas de los diferentes productos que se ofrecen en la playa. Bajo nivel de la calidad de vida de las personas. Presencia de enfermedades en los turistas.	Numero de turistas Almacenamiento de los productos en los estantes Ingresos Registro en centro de salud y hospitales	- Perdidas económicas que se ven reflejadas en la condición social de las personas que laboran en la playa y del municipio de Tumaco - Enfermedades de la piel, gastrointestinales

Fuente: esta investigación

Para la evaluación cualitativa de los impactos se tuvo en cuenta los siguientes atributos ambientales: la intensidad (IN) referida al grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa, la extensión (EX) referida al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, el momento (MO) que alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del tiempo considerado, la persistencia (PE) referida al tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras, la reversibilidad (RV) referida a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, la recuperabilidad (RC) referida a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, la sinergia (SI), atributo que contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, la acumulación (AC) que da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera, el efecto (EF) referido a la relación causa efecto y la periodicidad (PR) tomada como la manifestación del efecto bien sea de forma cíclica o recurrente y impredecible o constante en el tiempo.

Cuantitativamente los factores ambientales se evaluaron mediante la aplicación de la siguiente fórmula de la cual se obtiene una expresión o índice denominado "importancia del impacto" (I), expresión que confronta las acciones

que genera el proyecto y su influencia en cada uno de los factores ambientales.

$$(I) = \pm [3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RC]$$

De acuerdo con los resultados obtenidos de la evaluación del impacto ambiental en la matriz de importancia (Cuadro 3), el factor suelo fue el más afectado ya que los residuos sólidos son dispuestos directamente sobre esta sin ningún tipo de tratamiento o control. Después se encuentra el paisaje, impacto que se hace evidente por la total alteración de las condiciones normales de este. El factor socioeconómico se vio alterado totalmente por las diferentes acciones que se manifiestan en la playa, generando disminución del número de turistas, ventas e ingresos económicos.

El agua, en este caso, marina, se vio modificada de manera considerable por el manejo que se le da a los residuos sólidos ya que en el afán de deshacerse de ellos, los vierten sobre el mar sin ningún tipo de consideración de las implicaciones futuras que esto ocasiona. Los factores flora, fauna y aire recibieron una calificación menor en comparación con los mencionados anteriormente. Sin embargo, cualquier alteración de un factor ambiental merece especial cuidado, por la degradación del recurso natural que en este caso es un patrimonio del municipio de Tumaco y del departamento de Nariño.

En cuanto a las acciones que provocan impacto ambiental en la playa se destacan la acumulación, el vertimiento y la

CUADRO 3. Evaluación cuantitativa del impacto ambiental

FACTOR AMBIENTAL	ACCIONES					TOTAL
	Quema de residuos	Excavación para enterrar residuos	Vertimiento de residuos orgánicos	Vertimiento de residuos inorgánicos	Acumulación de residuos en la playa	
SUELO	31	81	60	75	65	312
AIRE	56	15	25	46	39	181
AGUA	22	35	42	44	56	199
PAISAJE	29	37	55	50	68	239
FLORA	37	22	40	42	50	191
FAUNA	33	31	37	40	45	186
SOCIOECONÓMICO	43	39	50	49	72	253
TOTAL	251	260	309	346	395	

Fuente : Esta investigación

mezcla con residuos orgánicos. En el afán desmesurado de deshacerse a cualquier precio y de cualquier forma de los residuos sólidos que generan los establecimientos, llegan en muchas ocasiones a alterarlos y aumentarlos de manera no técnica convirtiéndose estas acciones en elementos contaminantes del ambiente.

Debido a la gran complejidad del manejo de los residuos sólidos en la playa del Morro y a la falta de legislación nacional sobre este tema, fue necesario plantear alternativas que garanticen un adecuado manejo y a su vez se elimine el impacto ambiental que estos causan. Inicialmente, se ve la necesidad de implementar estrategias de capacitación para las personas que laboran en la playa donde se introduzca la cultura de la no basura, la cual busca cambiar el conjunto de costumbres y valores de la comunidad con el objetivo de reducir la cantidad de residuos generados por cada persona, aprovechando al máximo los residuos sólidos. Además, la cultura de la no basura incluye la adopción de medidas que minimicen los residuos sólidos que generan cada uno de los establecimientos de la playa, destacando entre otros: recibir menos bolsas plásticas o de papel en la compra de productos para la elaboración de alimentos, preferir productos retornables y no los desechables y reutilizar al máximo las bolsas plásticas de empaque de alimentos en bolsas para almacenar los residuos sólidos.

En cuanto a la separación y almacenamiento en la fuente se determinaron dos alternativas: la primera aprovechar los recipientes con los que cuenta cada establecimiento acondicionándolos para evitar la propagación de olores y vectores y la segunda adquirir compromisos serios con la administración municipal para que de manera periódica sean recogidos los residuos sólidos y evitar así que se almacenen volúmenes superiores a las capacidades de los existentes.

CONCLUSIONES

- En la playa del Morro se produce diariamente 2800.25 kg de residuos sólidos en temporada alta de turismo y 947.6 kg de residuos sólidos en temporada baja de turismo.
- Los residuos sólidos más representativos que se presentaron en los establecimientos tanto en la temporada alta como la baja de turismo fueron en su orden el vidrio, la materia orgánica, el papel y cartón y el plástico.

- Los factores ambientales más afectados de acuerdo a la magnitud e importancia fueron el suelo por la disposición directa de residuos sólidos, la atmósfera por la introducción de olores y emisiones de gases debida a la descomposición de la materia orgánica, el paisaje y el recurso agua por el contacto que tienen los residuos con el mar.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDÍA MUNICIPAL DE TUMACO. Tumaco sin basura. En: Revista Ecológica. (2003). P.8
- CANTER. Larry. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. México: Mc Graw Hill.
- DIVISIÓN DEL LITORAL E INVESTIGACIONES MARINAS DE LA DIRECCIÓN GENERAL MARÍTIMA. Índice de Calidad Ambiental en Playas Turísticas. En: Revista ACODAL No. 212 (2003); p. 21-25
- HERNANDEZ, Roberto y otros. Metodología de Investigación, México: Mc Graw Hill.
- POT del municipio de San Andrés de Tumaco.
- Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios. ley 142 de 1994, ley 143 de 1994, ley 226 de 1995, ley 286 de 1996. Santa fe de Bogotá, Noviembre de 1996.
- SAKURAI, Kunitoshi, Método Sencillo del Análisis de Residuos Sólidos. Disponible en www.cepis.ops.oms.org, 1981 2 de Marzo del 2003.
- SALAZAR ARIAS, Álvaro. Desecho Sólidos Generación Almacenamiento, recolección, disposición y reciclaje. Medellín: Sep. 1987. 209 p.
- TAMAYO, Mario. Metodología Formal de la Investigación Científica. Bogotá: Comes S.A. 1976
- TCHOBANOGLOUS, George y THELSEN, Hilary. Gestión Integral de RS. México: McGrawHill, 1997. 426 p.
- ZARAMA ORTIZ, Jairo. Ubicación geográfica de Tumaco Disponible en Internet: // www.tumaco-colombia.com/geografia.html. 14 de agosto 2004.

SMART & MOBILE DEVICES, el presente y el futuro de las aplicaciones móviles

Por: Jesús Homero Insuasty•
Alvaro Martínez••

RESUMEN

La computación ha llegado a niveles sorprendentes. Hoy en día las máquinas con capacidad de cómputo ya no son únicamente las PC's, se habla también de dispositivos inteligentes que permiten realizar proceso. Estos dispositivos son llamados "inteligentes" puesto que disponen de un microprocesador, memoria, unidades de almacenamiento secundario y por supuesto disponen de un sistema operacional. El presente artículo muestra una visión técnica y social sobre las aplicaciones de esta tecnología y plantea una discusión sobre las implicaciones dentro del campo profesional de nuestros estudiantes.

ABSTRACT

Computation has arrived at surprising levels, nowadays the machines with capacity of computation no longer are only the PC's; there are also intelligent devices that permit to make process. These devices are called "smart" because they have a microprocessor, memory, units of secondary storage and of course they have an operating system. The present paper shows a social and technical vision about the applications of this technology and presenting a discussion about the implications inside of the professional field of our students.

PALABRAS CLAVES

Aplicaciones móviles, Dispositivos desconectados, Smart, Aplicación escalable, Aplicación multinivel.

INTRODUCCIÓN

Es un hecho que los campos del desarrollo de software y las telecomunicaciones avanzan a un ritmo vertiginoso, sobre todo en el siglo en que estamos viviendo, acontecimiento que obliga a los profesionales, y en general a las personas que trabajan en estos dos campos, a mantenerse a la vanguardia de los nuevos descubrimientos. Por lo tanto el presente artículo pretende despertar el interés de los lectores por estas nuevas tendencias en tecnología informática.

Se abordará el tema de los Smart & Mobile Devices, desde cuatro perspectivas: en la primera se desarrolla un breve acercamiento sobre el surgimiento de este tipo de tecnología; en la segunda se profundiza sobre la nueva propuesta inteligente ahondando en sus principales características; como tercer aspecto se hace referencia al funcionamiento de los dispositivos "inteligentes" y móviles; y por último, se hace una invitación a re – pensar la forma en que se está produciendo soluciones informáticas en la región.

El panorama histórico

La informática ha evolucionado en diferentes campos, especialmente se ha desarrollado el área de las telecomunicaciones orientadas a aplicaciones móviles. En la actualidad, las necesidades de información crecen al ritmo de los negocios, se hace indispensable que los datos de una empresa estén disponibles sin importar el medio de comunicación que se emplee; es por eso que se trata

• Ingeniero de Sistemas, Integrante Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Software (LIDS), insuasty@umariana.edu.co

•• Álvaro Martínez, Ingeniero de Sistemas, Integrante Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Software (LIDS) amartinez@umariana.edu.co

de aprovechar los recursos hardware de los dispositivos cliente, que por lo general en su tiempo histórico fueron únicamente las clásicas computadoras personales.

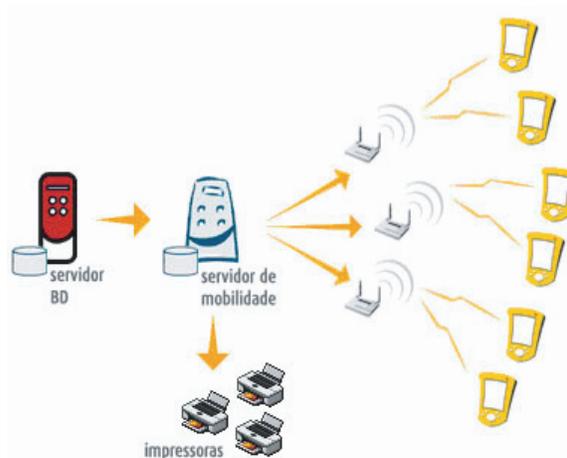
La década de los ochenta fue sin lugar a duda el momento tecnológico para el surgimiento de las microcomputadoras, aparatos que aún están gobernando el mundo de la informática. Paralelo a este hecho histórico se evidenció el desarrollo de las tecnologías para las comunicaciones, utilizando el Internet como pista de información, hecho que conlleva la creación de soluciones computacionales que aprovechen los recursos de los clientes unificados a través de la red.

La fiebre por los dispositivos desconectados aparece en la década de los noventa, cuando grandes empresas electrónicas construyeron aparatos móviles utilizando microprocesadores de vanguardia para la realización de tareas locales. Inicialmente las aplicaciones que se ejecutaban en estos dispositivos eran supremamente limitadas, teniendo en cuenta la capacidad de procesamiento y la capacidad de memoria, sin embargo, fue la plataforma de lanzamiento para la nueva generación de aparatos electrónicos portables de bolsillo, que le brindan al usuario la posibilidad de manipular información, todo esto gracias a la utilización de el Internet como medio de comunicación.

Una propuesta tecnológica “inteligente”

Con este nuevo enfoque, en la época del cambio de milenio se introduce a la tecnología un nuevo concepto denominado “Smart” cuyas características fundamentales son: la utilización del poder de procesamiento local, el consumo de servicios Web, el soporte a escenarios conectados y desconectados, múltiple adaptabilidad del dispositivo a diversas plataformas y, la facilidad automática de instalarse y actualizarse.

Pero la propuesta teórica inicialmente tuvo una serie de inconvenientes tales como: la dependencia de la red, la pobre experiencia del usuario, la complejidad del desarrollo y el difícil despliegue. Estas experiencias no fueron lo suficientemente fuertes para detener el avance revolucionario en tecnología de comunicaciones “hueso” que varias empresas internacionales al formular la propuesta teórica, se dieron cuenta de la necesidad de un nuevo hardware que permita hacer realidad estas ideas innovadoras.



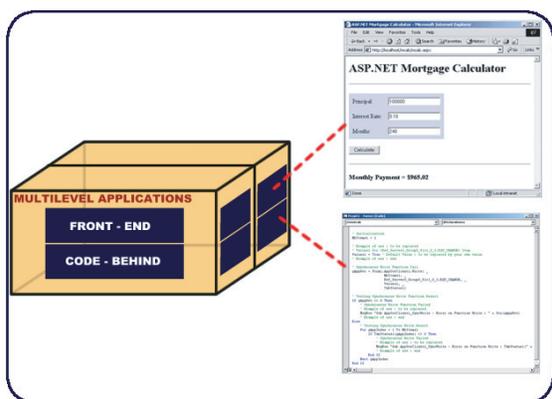
Cuando se habla de clientes Smart y de nueva tecnología se debe pensar en escenarios ideales cuyas características son: tarjeta interfaz del usuario, una alta respuesta a requerimientos y la baja volatilidad de los datos. Hasta el momento se ha hablado de las ventajas que tiene una aplicación ejecutada en estos ambientes, por otro lado existen aspectos que para la visión del desarrollador deben ser tenidas en cuenta, porque garantizan la simplicidad en el despliegue de aplicaciones y la actualización a cambios; además garantizan una atractiva interfaz de usuario a través de nuevos controles y lo más importante, enfatizan la productividad del desarrollador por medio de la simplificación del trabajo al momento de acceder a los datos, la utilización de pocas líneas de código y, el uso y explotación de marcos de trabajo redefinidos.

Un vistazo al interior de las aplicaciones Smart

Al momento de construir una aplicación para clientes Smart es muy importante tener en cuenta las nuevas orientaciones con respecto al desarrollo de software, esto es, la construcción de soluciones informáticas con una orientación hacia el desarrollo de eventos y procesos, tarea que permite el nacimiento de aplicaciones escalables, punto fundamental en la elaboración de software en la actualidad, puesto que garantizan un futuro crecimiento de sus aplicaciones mediante la incorporación de nuevos módulos que respondan a las nuevas necesidades de la entidad, sin necesidad de volver a construir toda la aplicación entera.

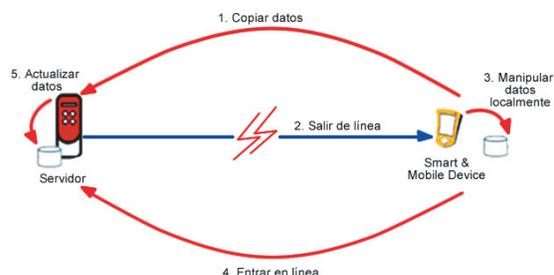
Éste enfoque lleva a las aplicaciones informáticas a tomar un nuevo rumbo, el de las aplicaciones multinivel, que nos

presenta un modelo de manejo de información estable y funcional cuando se mira a los sistemas informáticos estructurados a través de capas o niveles, a saber: el nivel de presentación que está orientando al diseño de la cara o fachada (front-end) del sistema, el nivel de la lógica del negocio (code-behind) que involucra el conjunto de algoritmos y, el procesamiento de los datos para generar la información necesaria y el nivel de acceso datos que necesariamente involucra: un almacén de información y en la actualidad, por lo general, se trata de un contenedor de base de datos o esquemas XML.



Una de las ventajas importantes que tiene el desarrollo de aplicaciones para dispositivos Smart es que frecuentemente el usuario requiere que los programas continúen funcionando mientras se encuentran desconectados de la red. Esta característica quizás fue el principal problema al que se enfrentaron los desarrolladores de la tecnología, puesto que antes de esta concepción todos los sistemas necesariamente tenían que estar conectados. La solución salomónica fue la creación de un marco de trabajo orientado a la prestación de servicios de programación que exploten todo el potencial de los dispositivos. En la actualidad se han establecido una serie de pilares para la construcción de software, y son: J2EE™ desarrollado por Sun Microsystems y .NET™ desarrollado por Microsoft. Las estrategias para el procesamiento de información fuera de línea se establecieron de la siguiente forma: primero el cliente copia los datos antes de pasar a un estado fuera de línea; luego, al estar fuera de línea, hace los cambios en los datos localmente en su dispositivo; posteriormente, y cuando el cliente logra estar en línea, se realizan los cambios elaborados por el cliente hacia el servidor. La consecuencia de esto es que las actualizaciones hechas en el servidor, también son datos del cliente.

PROCESAMIENTO DE INFORMACION FUERA DE LÍNEA



Dentro de los marcos de trabajo se establecen las mejores prácticas para el acceso a datos con estrategias fuera de línea: el uso de procedimientos almacenados si es posible, usar concurrencia optimista, para los datos fuera de línea es recomendable usar DataSets y así ayudar al trabajo con datos locales en el cambio sincronizado para volver al servidor.

Expectativas de los usuarios en un mundo de aplicaciones Smart

La proliferación de microchips: rápidos, redes de alta velocidad, consumo de baja energía, sistemas operativos incrustados nativamente y, protocolos abiertos de comunicaciones; han hecho el concepto de computadoras diminutas en toda clase de objetos de una forma más palpable.



Esto ha creado una clase de dispositivos digitales que toman pocas diferencias hacia la computadora personal tradicional. A pesar de no tener teclado ni ratón. El sector de la automatización de hogares ciertamente trabaja con las computadoras en las paredes de la casa para la realización de tareas comunes.

Los usuarios finales buscan integrar casi todas sus labores en la informática, la necesidad de estar "informado", sobre todo a cada instante, se ha hecho más evidente en los últimos años.

El desarrollo de aplicaciones en nuestro contexto regional:

Se puede evidenciar fácilmente que Nariño es un departamento en crecimiento tecnológico, característica que hace pensar a la comunidad académica relacionada

con la informática sobre las tendencias en el campo de desarrollo de software, más aún cuando ya existen en el municipio empresas como la que presta el servicio de venta de energía, en donde ya se aplica la tecnología Smart & Mobile en el proceso de toma de lecturas mediante dispositivos desconectados. Afortunadamente la Universidad Mariana ya cuenta con la infraestructura en software que le permite aplicar estos nuevos conocimientos, a través de la adquisición de la plataforma de desarrollo basada en tecnología: NET de Microsoft Corp.

Finalmente, es de vital importancia para el avance tecnológico de nuestro departamento, que los futuros profesionales del área de sistemas, consideren enfocar el desarrollo de software a los nuevos dispositivos y cambiar el concepto general de centralización de procesos. De esta forma se puede garantizar la distribución de tareas que aprovechan los recursos hardware de los clientes, teniendo en cuenta que hoy día, pueden ser dispositivos móviles inteligentes y, que ya son de fácil adquisición.

BIBLIOGRAFIA

Michael Juntao Yuan. "Enterprise J2ME: Developing Mobile Java Applications", Prentice Hall, 2006.

Sing Li, Jonathan Knudsen . "Beginning J2ME: From Novice to Professional, Third Edition (Novice to Professional) (Paperback)", Prentice Hall, 2006.

Costas Hadjisotiriou, Srinivasa Sivakumar, Matt Bu, "ASP.NET Mobile Controls: Tutorial Guide: Adaptive Web Content for Mobile Devices with the MMIT", Peer Information Inc, 2006

Y. Feng y J. Zhu, "Wireless Java Programming with Java 2 Micro Edition", SAMS, 2001

M. Morrison, "Sams teach yourself wireless Java with J2ME in 21 days", Sams, 2001

Content Masters, Ltd , "Building .NET Applications for Mobile Devices", Microsoft Press, 2002

Microsoft Corporation (2006) "What is Windows Mobile?" <http://microsoft.com/mobile>, 2006

LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS a la Educación Superior

Por: Fabián Parra Pay•
Robinson Jiménez Toledo ••

RESUMEN

Es importante resaltar que los procesos académicos se han visto invadidos por un sinnúmero de herramientas de índole informático, que han permitido que los educadores y educandos opten por nuevas formas de enseñar y aprender. Hoy día encontramos diversas alternativas, como las grandes y bien dotadas bibliotecas; el material educativo computarizado con sus llamativos contenidos basados en la multimedia, toda la información del mundo se encuentra al alcance de un clic a través de Internet. Los MECS e Internet forman parte de las bien conocidas Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación, herramientas que han ingresado en todas partes de nuestra cotidianidad, y por supuesto la educación en Colombia no podía ser la excepción.

ABSTRACT

It's important to emphasize that the academic processes has been influenced by a variety of technological tools that have allowed teacher and students to new ways of teaching and learning. Nowadays, we can find diverse alternatives, like great libraries which have computerized educational material with multimedia contents, you can find all the material in the world by using the internet. MECS is a part of the well known new technology for information and communication that is now becoming a part of education in Colombia.

1. EVOLUCIÓN EDUCATIVA

La continua evolución de la educación ha permitido que cada vez las personas deban ajustarse a estos cambios, desde la aceptación de la palabra como medio de enseñanza, la aparición de las escuelas y la creación de la imprenta, hasta el surgimiento de las nuevas tecnologías actuales de la información y la comunicación. Sin embargo, en forma paralela a estos grandes cambios también han evolucionado los modelos de enseñanza, dentro de los cuales se encuentra el modelo educativo tradicional, en el cual se afirma que el “aprendizaje se obtiene de manera intuitiva a través de los órganos de los sentidos, donde el profesor sigue un modelo conductista, donde se cree al estudiante como un ser humano que se lo puede moldear desde el exterior, dándole siempre la razón al docente”¹. Pero el desarrollo actual de la educación superior en Colombia se caracteriza por una mayor inclinación hacia lo social, para lograr la racionalidad, flexibilidad, calidad, pertinencia social y eficiencia en el sistema en su conjunto. Para ello surge entonces un nuevo modelo de tecnología educativa que se basa en las teorías constructivistas, en la cual la particularidad existente es que tanto el docente, como el estudiante salen del mismo contexto.

2 NUEVAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Las nuevas tecnologías de la información y comunicación (NTIC) es el nombre que se le ha dado de forma abreviada a los 25 componentes principales de carácter tecnológico que incluyen la televisión por cable; las grabadoras y los discos de video; los satélites; el telefax; las redes de

• Especialista en Docencia Universitaria, docente tiempo completo, Facultad de Ingeniería, Universidad Mariana.

•• Especialista en Docencia Problemática, docente programa de Ingeniería de Sistemas, Universidad Mariana.

¹ MOLINA Mónica. 1998.p150.

computadores; el procesamiento de información por computador; los interruptores digitales; la fibra óptica; el láser; la televisión de pantalla grande; la telefonía móvil; los nuevos procedimientos de impresión. Estos componentes son considerados como uno de los factores más importantes dentro de la sociedad tecnocrónica, de igual forma se les atribuye la potencialidad de generar un creciente aumento de la productividad y eficiencia en el trabajo. También son aceleradoras del proceso de automatización y descentralización de las actividades productivas.

Los cambios impuestos por la globalización y la aplicabilidad que han tenido las nuevas tecnologías, han hecho más dinámicas y variadas las exigencias de la educación. El empleo de este tipo de tecnología como contenido y como medio de enseñanza, como cultura y como recurso social, es una realidad y una necesidad social impuesta por el desarrollo tecnológico de la sociedad como lo dice González en su libro *Las nuevas tecnologías en la educación*.

Implementar las nuevas tecnologías en la educación, implica actualizarse en nuevos modelos de comunicación, nuevas formas de manejar la información a través de Internet y al mismo tiempo transmitirla por medio de dispositivos tecnológicos como el computador. Internet puede utilizarse como una herramienta didáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

3. LOS PROCESOS EDUCATIVOS APOYADOS EN LAS NTIC

Las implicaciones educativas para el presente y las expectativas futuras de las telecomunicaciones mediante Internet, son de incalculable magnitud. Esta tecnología dinámica posee el potencial de alterar radicalmente de manera positiva y efectiva la naturaleza tradicional de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Para los educadores y educandos el mundo virtual de Internet ofrece una herramienta valiosa. Internet representa el "salón de clase virtual" que traspasa las paredes físicas de las aulas de clase, y el cual puede ser utilizado prácticamente en cualquier momento y en cualquier lugar. Los educadores tienen en sus manos la oportunidad de entrar en este ciberespacio y encontrar una abundancia de riquezas intelectuales, que les podrá ayudar en la planificación e implementación de sus clases.

Al hablar del apoyo que reciben los procesos educativos, existe una gran variedad en cuanto a herramientas que apoyan los procesos de enseñanza y aprendizaje, una de ellas son los MEC(material educativo computarizado), que se ha convertido en las herramientas de aprendizaje más comunes

en las instituciones de educación superior. Los estudiantes los prefieren por su diseño, por su riqueza en medios como audio y video digital, hipertexto y animaciones, pero todo esto no sería nada sin un componente esencial llamado interactividad, de hecho es lo que permite la comunicación bidireccional entre el educando y el software educativo.

Otra herramienta importante es la educación virtual. Hoy día se habla mucho sobre este nuevo modelo educativo, su sistema está cambiando totalmente el modelo tradicional de la educación presencial y de la educación a distancia, se piensa que la educación virtual no es más que la misma educación a distancia, pero con las ayudas de las nuevas tecnologías de información y comunicación, aún cuando es mucho más que eso. La creación de un nuevo modelo pedagógico, basado en un modelo netamente constructivista donde el educando puede aprender de sus propias experiencias, encontrar problemas de su contexto social y aprender a través de la búsqueda de soluciones. Además, apropiarse del conocimiento que le servirá para su vida con el aprendizaje significativo y que pueda tener en cierto grado la responsabilidad para valerse por sí mismo, sin la ayuda del educador guía mediante el aprendizaje autónomo. Todo este andamiaje adjunto con las nuevas posibilidades de comunicación e informáticas, construyen los entornos virtuales para la enseñanza, donde los espacios físicos como el aula de clase desaparecen por completo.

4. CONTEXTO REGIONAL

En el ámbito regional se puede apreciar un lento crecimiento tecnológico. Si se compara con las principales ciudades del país, se podrá apreciar que se encuentra un gran desfase, tanto es así, que las posibilidades de comunicación se ven reducidas, comparadas con las de otras ciudades, ocasionando un acceso limitado a todas las posibilidades que ofrece esta gran plataforma de información denominada Internet. Posibilidades como la realización de seminarios y cursos en línea, descarga de medios en corto tiempo, visitas virtuales, entre otros.

Pero aún más que la deficiencia en materia tecnológica está el desconocimiento por parte de los estudiantes de la educación media: "los estudiantes de grado 11 del municipio de Pasto no están preparados para asumir de manera autónoma el reto de estudiar"². Los colegios

² Conclusión tomada de la investigación. Expectativas y niveles de acceso a herramientas computacionales enfocadas a una propuesta educativa virtual por los estudiantes de grado once en el municipio de Pasto. Fabian Parra y Jorge Guerrero. 2003.

rurales del municipio de Pasto tienen un mínimo acceso a los computadores, por lo cual existe desconocimiento del avance de las nuevas tecnologías informáticas, y de igual forma se puede evidenciar que son pocos los estamentos educativos, principalmente de carácter oficial, que tienen acceso a Internet. En cuanto a los programas de mayor utilización se encuentran las herramientas de ofimática.

Las universidades de la ciudad de Pasto, están adentrándose en las nuevas tecnologías, principalmente en el acceso a la gran plataforma de información que es Internet, y en la construcción de material interactivo y de autoaprendizaje por parte de los docentes, que servirán de apoyo para los estudiantes dentro de sus actividades académicas y curriculares.

Así pues, se hace necesario propender por la formación del personal docente y estudiantil en el manejo y aprovechamiento de herramientas basadas en las nuevas tecnologías de comunicación e información, ya que los procesos educativos pueden mejorar considerablemente si se cuenta con el apoyo de los recursos tecnológicos. De igual forma, las universidades del municipio de Pasto deben aprovechar estos recursos para estar a la vanguardia con las universidades del País.

5. CONTEXTO INSTITUCIONAL

La universidad Mariana ha sido promotora de la inclusión de las nuevas Tecnologías de la información y comunicación. Inicia con la participación en el proyecto maestro UNO promovido por el ICFES y la entidad Multimedia Service en la ciudad de Bogotá, con el cual se capacita a un grupo selecto de docentes de la institución, en herramientas multimediales para la construcción de material educativo computarizado. El objetivo de la capacitación estaba basado en la multiplicación de este saber hacia todos los docentes pertenecientes a la Universidad.

Posteriormente, se ha continuado el proceso de capacitación a docentes, a través de la realización de cursos de perfeccionamiento, con lo cual se busca que los profesores puedan realizar los denominados cuadernos docentes, tanto en forma impresa, como en forma multimedial.

Es importante resaltar la próxima participación en educación virtual, campo mediante el cual se verán beneficiados un sinnúmero de usuarios quienes, pese a sus deseos de continuar con su formación profesional, han visto frustrado sus sueños por varios factores como la distancia, escasez de tiempo, problemas de orden público, entre otros.

Si bien es notable que se está participando de este importante proceso de incluir las nuevas tecnologías de información y comunicación, es necesario que se promueva en mayor nivel las NTIC, en el desarrollo de los espacios académicos, en los cuales el educando pueda encontrar diversidad en la forma de aprender.

De igual forma contar con un material llamativo, dinámico e interactivo, donde se obtenga el apoyo necesario para complementar su formación en una determinada área. De igual forma impulsar cursos tanto internos como externos de perfeccionamiento para los docentes y educandos, en el área de aplicación de las nuevas tecnologías para la educación superior.

BIBLIOGRAFIA

AUIP, Tecnologías de la información en el nivel de formación superior avanzada. 1992

BULL, G y Otros. Preparándose para la revolución de Internet. Aprendizaje con tecnología, 1995.596P.

GONZALEZ, A. Las Nuevas Tecnologías en la Educación. EDUTEC'95. Barcelona (España).1996.400P

LERA, E y TIRADO, C. Los servicios de telecomunicaciones ante la futura sociedad de la información. Funesco, Madrid(España). 1996.320P

MOLINA ALICIA. Diálogo e interacción en el proceso pedagógico. México: SEP/Caballitos. 1998.320P

MARTINEZ, Francisco. Educación y Nuevas Tecnologías. EDUTEC'96, Barcelona (España).1996. 240P

PARRA Fabian y GUERRERO Jorge. Expectativas Y Niveles De Acceso A Herramientas Computacionales Enfocadas a Una Propuesta Educativa Virtual por los Estudiantes de Grado Once del Municipio de Pasto. 2003. Udenar

TÜNNERMANN, C. La Educación Superior En El Umbral Del Siglo XXI. McGraw Hill 1996. 350P

TOFFLER, A. El Shock del futuro, Octava edición. Edit. Plaza y Janés S. A. Barcelona (España). 1993

ALKOSTO

LO DICE TODO

Más de 25.000 ganadores en Nariño lo confirman

**En ALKOSTO
cada 50 clientes
un ganador de la
mitad de su compra.**

**Usted debe ser
el próximo GANADOR**



Nariñenses... "lo Máximo"