

**REVISIÓN DE HERRAMIENTAS EDUCATIVAS EN EL USO DEL AGUA
SUBTERRÁNEA, SUGERENCIAS PARA BUCARAMANGA**

**MARY ALEXANDRA GONZALEZ BURGOS
RODRIGO PATIÑO MESA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2005

**REVISIÓN DE HERRAMIENTAS EDUCATIVAS EN EL USO DEL AGUA
SUBTERRÁNEA, SUGERENCIAS PARA BUCARAMANGA**

**MARY ALEXANDRA GONZÁLEZ BURGOS
RODRIGO PATIÑO MESA**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Civil**

**Director
SULLY GÓMEZ ISIDRO
Ingeniera Civil PhD**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2005

*A Dios, a mi madre, a mis hermanos y a
mis sobrinos por ser el motor en ésta etapa.
A mis amigos que de alguna forma
contribuyeron para alcanzar ésta meta.*

Rodrigo

*A Dios y a mis padres por brindarme
su apoyo y comprensión.*

*A mis amigos por mantenerse a mi
lado en todo momento.*

Mary Alexandra

AGRADECIMIENTOS

A nuestra directora, Ing. PhD Sully Gómez Isidro, por su orientación, apoyo y respaldo.

A la dirección de Investigaciones de la Universidad Industrial de Santander por la colaboración que nos prestó para la planeación y el diseño del video educativo.

A la CDMB por permitirnos utilizar su personal y sus instalaciones en la etapa de producción del video Conociendo el Agua Subterránea en Bucaramanga.

A la Licenciada Gloria Rey por su disposición y colaboración para la realización de la encuesta utilizada en la medición del impacto del video educativo.

A CENICAFÉ, Jardines La Colina y Lavadero Súper Éxito por permitirnos utilizar sus instalaciones en la etapa de producción del video educativo.

Al Grupo en Predicción y Modelamiento Hidroclimático (GPH), por todo el apoyo brindado; especialmente al Ing. Msc Jorge Guzmán por su participación en el video Conociendo el Agua Subterránea en Bucaramanga.

Al Ing. Iván Gustavo Blanco G. Especialista en preservación y conservación de recursos hídricos por sus orientaciones y participación en el video.

A nuestras familias por brindarnos toda su comprensión y apoyo sin los cuales no hubiésemos podido culminar éste proyecto.

A nuestros amigos que estuvieron incondicionalmente a nuestro lado ofreciéndonos su colaboración y compañía.

CONTENIDO

1.	GENERALIDADES DEL AGUA SUBTERRÁNEA	16
1.1	CANTIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL MUNDO	16
1.2	CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	18
1.3	USOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA	18
1.3.1	Consumo Humano	19
1.3.2	Uso Agrícola	20
1.3.3	Uso Industrial	21
1.3.4	Otros Usos	21
1.4	BENEFICIOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA	22
1.5	EFFECTO ANTRÓPICO SOBRE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	23
1.5.1	Sobreexplotación de las Aguas Subterráneas	23
1.5.2	Contaminación del Agua Subterránea	27
1.6	LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN COLOMBIA	29
1.7	LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN BUCARAMANGA	30
2.	IMPORTANCIA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE	33
2.1	EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN AGUAS SUBTERRÁNEAS	36
2.2	LAS ZONAS DE RECARGA Y LA SOSTENIBILIDAD	37
3.	REVISIÓN DE HERRAMIENTAS EDUCATIVAS PARA EL USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA	46
3.1	HERRAMIENTAS INTERNACIONALES	46
3.2	HERRAMIENTAS NACIONALES	53

4.	HERRAMIENTA EDUCATIVA EN EL USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA BUCARAMANGA.....	57
4.1	DISEÑO HERRAMIENTA EDUCATIVA.....	57
4.1.1	Aspectos Generales.....	58
4.1.2	Ejes Temáticos.....	59
4.1.3	Guión Literario.	60
4.1.4	Actividades.....	64
4.1.5	Ficha Técnica del Video Educativo.....	64
4.2	DISEÑO DE LA ENCUESTA PARA MEDICIÓN DEL IMPACTO.....	66
4.2.1	Objetivos.....	66
4.2.2	Indicadores De Logro.....	67
4.2.3	Cuestionario.....	68
4.2.4	Prueba Piloto.....	74
5.	IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS.....	77
5.1	ACTIVIDAD DE IMPLEMENTACIÓN.....	77
5.2	MEDICIÓN DEL IMPACTO.....	81
5.2.1	Análisis De Resultados.....	81
6.	CONCLUSIONES.....	103
7.	RECOMENDACIONES.....	105
	BIBLIOGRAFÍA.....	107
	ANEXOS.....	110

LISTA DE FIGURAS

Figura No. 1 Disponibilidad de Agua en el Mundo	17
Figura No. 2 Cantidad de Agua Subterránea en el Mundo	17
Figura No. 3 Uso del Agua Subterránea en el Mundo.....	19
Figura No. 4 Intrusión Marina.....	25
Figura No. 5 Identificación De Zonas De Recarga.....	38
Figura No. 6 Zona de Recarga 1	39
Figura No. 7 Línea de Flujo Zona de Recarga 1	40
Figura No. 8 Zona de Recarga 2.....	41
Figura No. 9 Línea de Flujo Zona de Recarga 2	42
Figura No. 10 Zona de Recarga 3.....	43
Figura No. 11 Línea de Flujo Zona de Recarga 3	44
Figura No. 12 Prueba Piloto	74
Figura No. 13 Actividad de Implementación Fase 1.....	78
Figura No. 14 Actividad de Implementación Fase 2.....	79
Figura No. 15 Actividad de Implementación Fase 3.....	80
Figura No. 16 Actividad de Implementación Fase 4.....	80

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. CUANTIFICACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA EXTRAÍDA EN LAVADEROS DE CARROS Y ESTACIONES DE SERVICIO EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.	111
ANEXO B. GUIÓN TÉCNICO UTILIZADO PARA EL VIDEO EDUCATIVO	114
ANEXO C. ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES PARA LA MEDICIÓN DEL IMPACTO DEL VIDEO CONOCIENDO EL AGUA SUBTERRÁNEA EN BUCARAMANGA	120
ANEXO D. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA ACTIVIDAD DE PRUEBA PILOTO.	123

RESUMEN

TÍTULO: REVISIÓN DE HERRAMIENTAS EDUCATIVAS EN EL USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA, SUGERENCIAS PARA BUCARAMANGA.*

AUTORES:

Mary Alexandra González Burgos
Rodrigo Patiño Mesa **

PALABRAS CLAVES: Herramientas didácticas, Herramientas educativas, agua subterránea, educación ambiental, video agua subterránea

DESCRIPCIÓN:

La educación sobre el tema del agua subterránea es fundamental para la comunidad de la ciudad de Bucaramanga ya que es un hecho que en la ciudad el recurso hídrico subterráneo no sólo existe, sino que además es utilizado por una parte de la población y está expuesto a efectos de contaminación y de sobreexplotación.

El objetivo de éste proyecto es la realización de una herramienta didáctica que pueda contribuir a educar a la comunidad para que ésta reconozca la importancia que tiene tanto el cuidado como la preservación del agua subterránea. Mediante una investigación tanto nacional como internacional de herramientas de tipo educativo, didáctico y técnico existentes, se pretende conseguir una orientación sobre los principales parámetros a tener en cuenta a lo largo de los procesos de diseño, implementación y difusión de la herramienta didáctica a desarrollarse para la ciudad de Bucaramanga. Como resultado de ésta investigación se obtuvo el video de catorce minutos "*Conociendo el agua subterránea en Bucaramanga*" donde se hace una breve descripción de la problemática del recurso hídrico subterráneo en la ciudad, con enseñanzas sobre los cuidados que se deben tener para evitar su contaminación y para aprovecharlo de manera inteligente. Se realizó una actividad de implementación para mostrar el material diseñado a la comunidad educativa, obteniendo buenos resultados según lo revelado en la encuesta para medición de impacto aplicada a los estudiantes.

Se espera que se sigan realizando proyectos de tipo educativo utilizando herramientas audiovisuales que puedan ser mostrados a la comunidad y además que logren la vinculación de entidades como las autoridades ambientales, las prestadoras de servicio o directamente del estado.

* Proyecto de Grado

** Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas.
Ing. PhD. Sully Gómez Isidro

ABSTRACT

TITLE: REVISION OF EDUCATIONAL TOOLS IN THE USE OF THE GROUNDWATER, SUGGESTIONS FOR BUCARAMANGA.

AUTHORS:

Mary Alexandra González Burgos
Rodrigo Patiño Mesa **

KEYWORDS:

Educational and didactic tools, groundwater, environmental education, video groundwater.

DESCRIPTION:

The education on the theme of the groundwater is fundamental for the community of the city of Bucaramanga since is a fact that in the city the subterranean water resource does not only exist, but besides it is utilized for a part of the population and is exposed with the object of contamination and of excessive exploitation.

The objective of this project is the execution of a didactic tool that can contribute to educate to the community so that this recognize the importance that has so much the care as the preservation of the groundwater. By means of a so much national as international investigation of tools of didactic, educational type and existing technician, intends to obtain an orientation on the main parameters to keep in mind along the processes of design, implementation and diffusion of the didactic tool to be developed for the city of Bucaramanga. As a consequence of this investigation was obtained the video of fourteen minutes "Knowing the groundwater in Bucaramanga" where is done a brief description of the problematic one of the subterranean water resource in the city, with teachings on the cares that should have to avoid their contamination and to take advantage of intelligent way. An activity of implementation was carried out to show the material designed to the educational community, obtaining good results according to it revealed in the survey for measurement of impact applied to the students.

It is expected that they continue carrying out projects of educational type utilizing audiovisual tools that can be shown to the community and besides that achieve the linking of companies as the environmental authorities, the that they lend of service or directly of the state.

* Project of Grade

** Faculty of Physical-Mechanical Engineerings, School of Civil Engineering
Directora: PhD. Sully Gómez Isidro

INTRODUCCIÓN

Hasta ahora la educación ambiental en Colombia no ha cobrado la importancia suficiente, la falta de apoyo y de recursos por parte del estado ha limitado la investigación en éste campo donde hasta el momento no se han desarrollado proyectos de tipo educativo que puedan llegar a las comunidades en forma efectiva, sin embargo es claro que en otros países los resultados obtenidos tras el diseño de herramientas didácticas y educativas han sido excelentes y por lo tanto son un ejemplo a seguir. En nuestro país el agua subterránea se enfrenta a serios problemas de sobreexplotación y contaminación con el agravante de que la comunidad desconoce esta situación, por lo tanto pensamos que una de las formas de enfrentar ésta problemática es trabajar en la realización de herramientas didácticas que eduquen e integren a la comunidad como parte de la solución.

Específicamente en la ciudad de Bucaramanga sabemos que el recurso hídrico subterráneo existe, actualmente está siendo utilizado por un sector de la población y es una posible fuente de abastecimiento alternativo, es por eso que se hace necesaria la creación de herramientas didácticas de tipo educativo que puedan llegar hasta la comunidad. Concientes de ésta necesidad, el Grupo en Predicción y Modelamiento Hidroclimático de la Universidad Industrial de Santander ha comenzado a trabajar en la rama de la educación ambiental. El presente proyecto es el primero de lo que puede ser una línea de investigación encaminada a socializar con la comunidad temas relacionados con el medio ambiente a través de propuestas de herramientas didácticas.

Esperamos que el video "*Conociendo el Agua Subterránea en Bucaramanga*", resultado de nuestra investigación, pueda contribuir de alguna manera a mejorar las condiciones del recurso hídrico tanto superficial como subterráneo despertando así el interés en las entidades administradoras del recurso y autoridades ambientales.

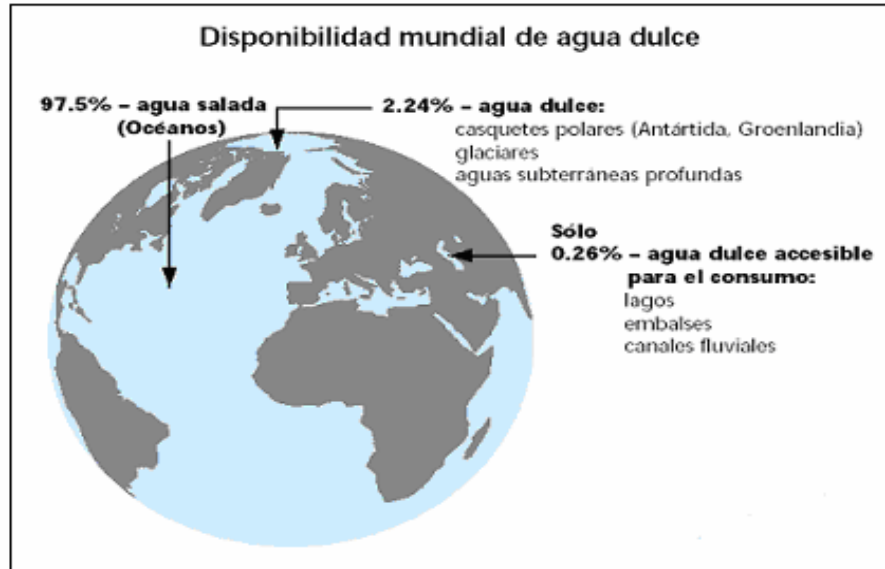
1. GENERALIDADES DEL AGUA SUBTERRÁNEA

El agua forma parte de todos los ecosistemas. De su existencia y conservación depende un sinnúmero de recursos naturales, así como todas las actividades humanas desde la subsistencia básica hasta su desarrollo. El agua promueve o desincentiva el crecimiento económico y el progreso social de una región por lo que también afecta los patrones de vida y de cultura regionales. Es así como el agua subterránea no es tan solo una fuente alternativa de abastecimiento, sino que en algunas regiones del mundo es el único recurso hídrico con el que se cuenta y aprovechándolo de una manera adecuada se convierte en un factor indispensable en el proceso de desarrollo mundial.

1.1 CANTIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL MUNDO

El agua en el planeta genera una percepción de abundancia, sin embargo, el 97.5% es salada; el 2.24 % es agua dulce congelada en los casquetes polares, glaciares y aguas subterráneas profundas y solo el 0.26 % es agua dulce accesible para el consumo y de éste 0.26% un 95% es subterránea, es decir que del total de agua existente en el mundo aproximadamente el 0.25% es agua subterránea (Organización Meteorológica Mundial, 1997). No obstante, por sus condiciones de disponibilidad y de calidad, no se aprovecha equitativamente o simplemente es inútil para algunos usos por su grado de contaminación.

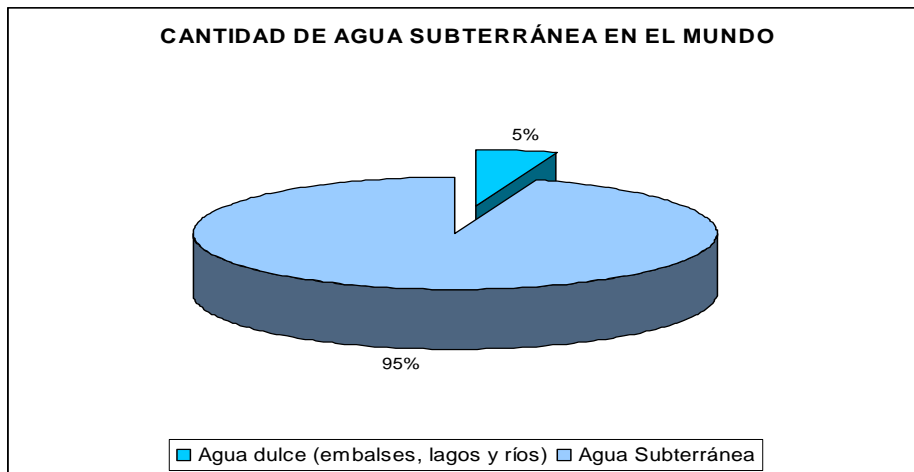
Figura No. 1 Disponibilidad de Agua en el Mundo



Fuente: Organización Meteorológica Mundial, 1997.

En países en desarrollo, aproximadamente 50% del agua proviene de mantos subterráneos, lo que significa que más de 1500 millones de personas utilizan el agua subterránea, se estima que éstas abastecen a la mitad de la población mundial (Llamas, 2001).

Figura No. 2 Cantidad de Agua Subterránea en el Mundo



Fuente: Organización Meteorológica Mundial, 1997.

1.2 CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

La calidad de un agua se define por su composición físico-química y por el conocimiento de los efectos que puede causar cada uno de los elementos que contiene o el conjunto de todos ellos, permitiendo establecer las posibilidades de su utilización, clasificando así su destino para consumo humano, usos agrícolas e industriales entre otros, el agua pura no existe en la naturaleza, debido a su gran potencial como solvente, tiene la capacidad de mezclarse rápidamente con sustancias de todo tipo, lo cual la hace susceptible a los efectos nocivos de su entorno. El agua subterránea es aún más vulnerable, ya que presenta una mayor facilidad de disolver materiales y enriquecerse en minerales debido a la posible interacción roca – agua, a las bajas velocidades a las que circulan y las condiciones de presión y temperatura a las que se someten, además presentan concentraciones salinas mayores que las aguas superficiales por su facilidad de disolver el CO₂ del suelo no saturado.

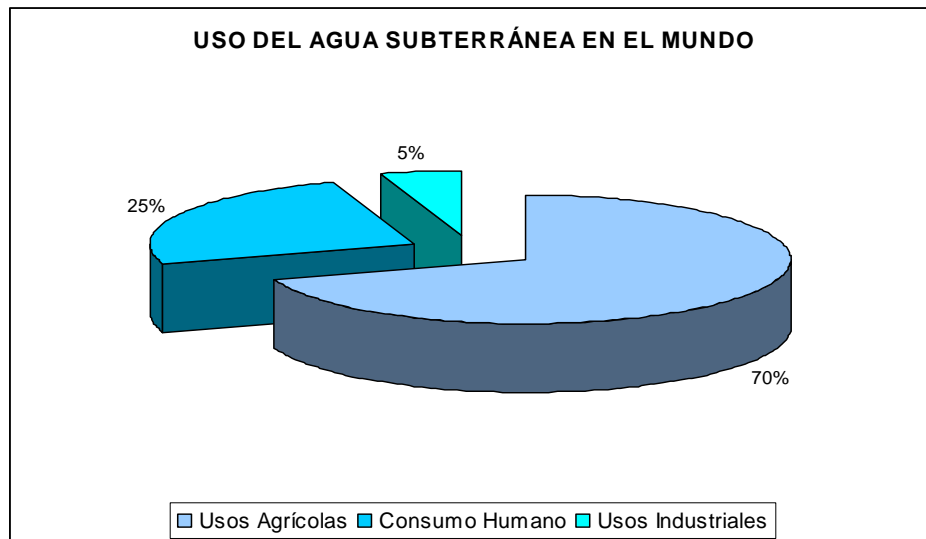
En términos generales se puede afirmar que las aguas subterráneas son de buena calidad siempre y cuando no tengan fuentes de contaminación cercanas, sin embargo los acuíferos, en diferentes áreas del continente están sujetos a impactos por la exagerada explotación de los pozos y la ocupación no planificada del suelo, lo cual pone en riesgo la calidad natural de las aguas subterráneas.

1.3 USOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Hoy en día, el volumen de agua subterránea extraída a escala mundial se estima en torno a los 600 -700 km³/año, de los que aproximadamente el 70% están destinados a usos agrícolas, el 25% a usos urbanos, y un 5% a usos industriales. Las variaciones son, lógicamente, muy grandes de unos países a otros. Aunque su utilización es predominante en el regadío, su uso para satisfacer la demanda de

agua potable es esencial en muchas regiones (L. Martínez Cortina, N. Hernández-Mora y M.R. Llamas, 2002).

Figura No. 3 Uso del Agua Subterránea en el Mundo



Fuente: L. Martínez Cortina, N. Hernández-Mora y M.R. Llamas, 2002

1.3.1 Consumo Humano

En términos ambientales, el tema del agua es una de las grandes crisis que desafía Latinoamérica. Debido a que del agua dulce disponible en el mundo un 95% es subterránea (Organización Meteorológica Mundial, 1997), se evidencia que la importancia de los recursos hídricos subterráneos para el abastecimiento de agua es incuestionable, de hecho las experiencias en las grandes capitales como Ciudad de México, Buenos Aires, Santiago y Lima confirman que los recursos subterráneos son una alternativa viable de abastecimiento de agua y lo más importante es que potencia su uso en comunidades pequeñas o áreas rurales.

El uso de las aguas subterráneas aumentará en los próximos años, tanto por las necesidades que impone la concentración demográfica, como por la expansión económica y por sus relativas ventajas sobre las aguas superficiales como por

ejemplo su calidad y su gran volumen de almacenamiento entre otras. La situación de la exploración es todavía crítica debido a la visión a corto plazo del uso del recurso, y a la falta de control y carencia de mecanismos legales y normativos.

El acceso a las aguas subterráneas ha permitido a una buena parte de la población mundial disponer de agua potable, principalmente en áreas rurales dispersas y pequeños núcleos de población, y de forma especialmente importante en regiones donde es la única fuente de agua disponible.

1.3.2 Uso Agrícola

La utilización intensiva de las aguas subterráneas en sistemas de riego ha permitido la producción de alimentos, garantizando la subsistencia en muchas regiones del mundo. Así, el agua subterránea ha constituido y constituye uno de los factores más importantes para el alivio de la pobreza, principalmente en países con clima árido y semiárido, asegurando el abastecimiento en aquellas poblaciones que utilizan al menos en parte el agua subterránea para abastecer la demanda en cultivos evitando los problemas producidos en poblaciones que cuentan únicamente con aguas superficiales.

Además de que el uso del agua subterránea en el sector agrícola alivia el problema de la escasez en temporadas de sequía, genera una mayor productividad en los regadíos debido a que los usuarios asumen los costos totales de la captación, bombeo y distribución del agua, lo que les obliga a buscar cultivos más rentables y a usar el agua más eficientemente (Llamas, 2001).

Actualmente en países desarrollados donde se ha logrado un uso intensivo del agua subterránea como es el caso de España, el volumen de agua subterránea extraído para ser usado en regadío es de aproximadamente 480.000 m³ al año.

El regadío con aguas subterráneas representa un modelo de gestión mucho más eficiente que el de las aguas superficiales (Arrojo, 2000), aún cuando se piense

que el bajo precio del agua subterránea no incentiva su uso racional, además la mayor garantía de suministro que proporciona el agua subterránea, prácticamente inmune a las sequías impulsa a los agricultores a implantar cultivos de alto valor, sin el riesgo de perder inversiones importantes en períodos climatológicos secos.

1.3.3 Uso Industrial

La utilización de aguas subterráneas ha generado importantes beneficios económicos para distintos sectores productivos en numerosas regiones del mundo. Para usos industriales, el agua subterránea supone una fuente de suministro confiable y continuo, evita los riesgos de corte de suministro en tiempo de sequías, y es más económica, tiene gran importancia como factor productivo generador de riqueza y empleo, principalmente en países áridos y semiáridos.

Entre los beneficios económicos derivados del uso de las aguas subterráneas, vemos como éstas han permitido la existencia de la industria de las aguas envasadas debido a las ventajas naturales que tienen desde el punto de vista de la calidad y la composición química.

1.3.4 Otros Usos

Una mayor utilización de las aguas subterráneas también puede suponer una alternativa viable para la construcción de grandes obras hidráulicas, evitando así el enorme costo social como los conflictos o el desplazamiento de poblaciones, frecuentemente asociado a estas grandes obras (Comisión Mundial de Represas - WCD, 2000).

En ocasiones, la utilización de aguas subterráneas tiene ventajas económicas que causan un beneficio para toda la colectividad. Con frecuencia, costosas infraestructuras hidráulicas realizadas para aguas superficiales, podrían evitarse con una adecuada planificación que tuviera en cuenta a las aguas subterráneas y su gestión conjunta con las aguas superficiales.

1.4 BENEFICIOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA

- **HIDROLÓGICOS**

Desde el punto de vista del balance hidrológico, uno de los beneficios potenciales de la explotación de las aguas subterráneas es el incremento de los recursos renovables del sistema. En acuíferos libres, el descenso del nivel piezométrico que aparece como consecuencia de los bombeos, puede traducirse en una reducción de la evapotranspiración y de la parte de precipitación directa que era rechazada en condiciones naturales.

Por otra parte, el descenso de niveles piezométricos puede producir también que el acuífero deje de transmitir agua a ríos y lagos en tiempos de sequía y en cambio que la recarga del acuífero provenga de éstas corrientes de aguas superficiales. En este caso, el aumento de la recarga indirecta procedente de los cauces superficiales no implica, al menos en cantidades importantes, un aumento del recurso total renovable en el conjunto de la cuenca, pues supone, en grandes cifras, una transformación en escorrentía subterránea de lo que antes se producía como escorrentía superficial. No obstante, este cambio sí supone una regulación hídrica conseguida de forma natural, producto de un mayor almacenamiento de agua en los acuíferos.

- **ECOLÓGICOS**

Cabe destacar que la consideración y utilización adecuada de las aguas subterráneas en la planificación hidrológica, implica un indudable beneficio ecológico. Así, una gestión conjunta bien planificada de las aguas superficiales y subterráneas puede, en muchos casos, evitar la construcción de nuevas infraestructuras hidráulicas que afectan el régimen natural de ríos y arroyos, contribuyendo así a mantener su integridad hidrológica y ecológica.

1.5 EFECTO ANTRÓPICO SOBRE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Los grandes problemas que afectan las aguas subterráneas pueden ser de calidad o de cantidad originados principalmente por la sobreexplotación y la contaminación a la que se someten los acuíferos, sin embargo, en cualquiera de los dos casos la política más adecuada a usar es aquella que se plantea con fines preventivos. Debido a que las actividades humanas producen una gran cantidad de desechos que perturban el normal funcionamiento del ciclo hidrológico es de esperar que se produzca contaminación y que ésta a su vez tenga grandes repercusiones en la calidad de aguas tanto superficiales como subterráneas, en las que el problema se hace mas grande debido a que no se encuentran a la vista, su explotación es muy distribuida y una vez que se percibe su contaminación en la mayoría de casos ya no es posible tomar medidas para lograr la recuperación de los acuíferos.

1.5.1 Sobreexplotación de las Aguas Subterráneas

Los acuíferos pueden considerarse como embalses subterráneos en los cuales se debe controlar tanto su abastecimiento como su explotación para lograr un equilibrio que permita un adecuado y permanente funcionamiento del sistema. Sin embargo cuando éste control no se realiza eficientemente y se extrae agua de los acuíferos de manera indiscriminada los problemas que se pueden generar son múltiples, entre ellos están:

- **Descenso de los niveles piezométricos.** Si el descenso en el nivel producido en el acuífero aumenta continuamente sin encontrar un estado de equilibrio, se puede producir desde la disminución de los caudales extraídos hasta la sequía completa del pozo, lo cual originaría grandes costos debido a que la captación se tendría que profundizar más para lograr extraer el agua. En términos estrictamente económicos, la importancia del descenso de niveles varía mucho de unas zonas y países a otros. En

países desarrollados y dependiendo de las zonas y tipos de cultivos, es normal que el incremento de los costos de explotación causado por descensos de los niveles piezométricos, tenga una pequeña influencia en el beneficio económico de los usuarios. Por otra parte, también pueden encontrarse casos, principalmente en países pobres, o en acuíferos pequeños, en los que el aumento de los costos debido a la extracción de agua a mayor profundidad, haga económicamente inviable la explotación de los pozos.

- **Degradación en la calidad del agua.** El problema del deterioro de la calidad del agua suele tener consecuencias más importantes que el descenso de los niveles piezométricos. Aunque las aguas subterráneas son menos vulnerables a la contaminación que las aguas superficiales, hay que tener en cuenta que la descontaminación de un acuífero suele ser un proceso largo y costoso, y a veces prácticamente inviable. De ahí la importancia de que los acuíferos estén protegidos de forma adecuada. No obstante, los factores que pueden producir un deterioro en la calidad del agua subterránea, no están en la mayor parte de los casos relacionados con la extracción del recurso, sino que suelen deberse a causas como la aplicación de productos químicos en la agricultura, o las filtraciones de residuos de actividades urbanas, industriales y mineras. En los casos en que el deterioro es ocasionado por la extracción de aguas subterráneas, el problema suele deberse a una inadecuada ubicación de las captaciones, y no necesariamente a la cantidad de agua subterránea extraída. Esto suele suceder en zonas costeras de regiones áridas o semiáridas, en las que el cambio de gradiente hidráulico debido a los bombeos puede originar la intrusión de agua salina.

Figura No. 4 Intrusión Marina





Fuente: LOPEZ, Juan, FORNÉS, Juan, RAMOS, Gerardo y VILLARROYA Fermín.2001.

- **Descenso de la superficie del terreno.** La extracción no controlada de agua subterránea puede originar cambios en las fuerzas de algunos tipos de suelo produciendo un hundimiento del mismo, éste tipo de casos se han registrado en sitios como Ciudad de México, Venecia y Murcia.
- **Efecto sobre cursos de agua conectados al acuífero.** La explotación de aguas subterráneas puede modificar sustancialmente el funcionamiento hidrogeológico de un sistema. En ocasiones, descensos del nivel piezométrico hacen variar el sentido de una posible conexión entre un acuífero y un río, entonces las zonas en las que el río era alimentado por la descarga del acuífero se convierten en áreas en las que es el acuífero el que recibe la recarga del río el cual puede llegar a secarse completamente excepto durante periodos húmedos o de invierno.
- **Efectos Ecológicos.** Uno de los problemas producidos por el uso intensivo de las aguas subterráneas, es el posible impacto ecológico cuando hay ecosistemas acuáticos asociados al acuífero. El descenso de niveles puede

producir efectos de distinto grado en áreas de notable importancia medioambiental. Los efectos negativos pueden ser de varios tipos: reducción de caudal o secado de manantiales, desaparición parcial o total de humedales conectados al acuífero, e incluso cambios microclimáticos debidos a la reducción de la evapotranspiración.

1.5.2 Contaminación del Agua Subterránea

Las acciones antropicas son el principal factor por el cual se puede ver afectada la composición natural de las aguas subterráneas. Una vez contaminado un acuífero, su recuperación no solo es difícil y lenta sino además costosa, esto en el caso de que sea viable, es aquí donde radica la importancia de proteger las aguas subterráneas de la contaminación sin importar de qué tipo sea. Las aguas subterráneas pueden sufrir una contaminación directa si el contaminante alcanza la zona saturada sin haber atravesado otro medio físico o diferida si ha circulado por la zona no saturada.

- **Contaminación Agrícola.** Los abonos agrícolas pueden ser minerales u orgánicos, en los dos casos, la contaminación producida es principalmente debida al aporte de nitratos. La aplicación excesiva e incorrecta de abonos y las prácticas de riego poco eficientes, favorecen el lavado de nitratos y su incorporación al acuífero. Además los plaguicidas agrícolas o compuestos químicos utilizados en el control y destrucción de plagas y enfermedades de las plantas entre los que se encuentran insecticidas, herbicidas, acaricidas y fungicidas son compuestos de una gran resistencia a la degradación, si la recarga se realiza lentamente a través del terreno no saturado, existen posibilidades de retención y de una cierta degradación química o por acción biológica, pero si llegan directamente al acuífero, su eliminación por acciones biológicas es muy lenta o nula.

- **Contaminación por Actividades Industriales.** El sector industrial produce una variedad de sustancias orgánicas e inorgánicas que cuando se vierten de modo incontrolado o mal regulado, pueden dar lugar a contaminaciones importantes en las aguas subterráneas. Son especialmente peligrosas las contaminaciones con metales pesados procedentes de la industria metalúrgica, de la cerámica y curtidos. El origen de la contaminación está entre otros, en el inadecuado almacenamiento y transporte de materias primas, en zonas de ocupación industrial y en estaciones de servicio de combustibles, en la eliminación de residuos en cauces, zanjas, cuevas o fosas sépticas mal construidas, y en los vertidos incontrolados en pozos.
- **Contaminación por Disposición de Desechos Sólidos.** La actividad humana produce residuos sólidos de variada naturaleza que producen una gran cantidad de lixiviados los cuales podrían infiltrarse y contaminar los acuíferos. Los residuos se pueden clasificar en tres grandes grupos: los residuos inertes, tales como tierras que no presentan una elevada peligrosidad, los residuos urbanos o asimilables como los domésticos y comerciales que pueden ser potencialmente contaminantes y deben ser vertidos con precauciones y por último los residuos industriales que tienen un elevado potencial contaminante. Debido al inadecuado tratamiento que se le realiza al suelo donde se depositan las basuras los lixiviados producidos pueden infiltrarse y ponerse en contacto con el nivel freático. La cantidad de lixiviados que se produce en éstos depósitos de basura, depende del volumen de infiltración que reciban y de aportes menores como el de escorrentías cercanas, por lo tanto es fundamental el adecuado tratamiento no sólo del suelo sobre el cual se depositan los desechos, si no también del suelo que se usa para cubrir las basuras.
- **Contaminación por Actividades Ganaderas.** La contaminación que puede provocar la actividad ganadera puede ser biológica, orgánica o

mineral originada por la deficiente disposición de los desechos que provocan como por ejemplo los pozos sépticos o negros, el vertido de grandes cantidades de aguas de letrinas en establos o mataderos y las purinas usadas en granjas porcinas y avícolas entre otras. Por ser precisamente de origen animal, éste tipo de contaminación suele ser muy intensa y afecta con mayor agresividad los acuíferos.

- **Contaminación por Pozos mal construidos o abandonados.** Los pozos con entubaciones rotas o corroídas en niveles con aguas de mala calidad son potencialmente contaminantes debido a que permiten fácilmente entrada de aguas superficiales que pueden contener sustancias que afecten la composición del agua, además los pozos abandonados a los que no se les realiza un adecuado sellamiento pueden emplearse como depósitos de desechos.

1.6 LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN COLOMBIA

Aunque el suministro de agua en algunas áreas urbanas y rurales de Colombia, dependen totalmente de las aguas subterráneas, el bajo conocimiento del potencial de este recurso ha sido una de las principales causa para que únicamente un 19.5% de las fuentes de abastecimiento corresponda a las aguas subterráneas (Manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos subterráneos en América Latina - Proyecto Regional del OIEA - RLA/8/031. 2001).

Debido al déficit en la oferta de aguas superficiales y su progresivo deterioro, en los últimos años en el país se ha incrementado significativamente la explotación de las aguas subterráneas para diferentes usos. Este aprovechamiento que la mayoría de las veces se hace sin ninguna evaluación y control del recurso, ha generado en algunas áreas una serie de impactos ambientales negativos sobre el

recurso, ocasionados por su explotación intensiva y por la disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos principalmente de origen urbano.

A nivel nacional, el Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear (INGEOMINAS), adscrito al Ministerio de Minas, tiene como función la exploración y evaluación de las aguas subterráneas, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) es responsable de su gestión, coordinación y manejo ambiental, y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) es el responsable de fijar políticas y de coordinar el Sistema Nacional Ambiental (SINA). A escala regional, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR's) son responsables de la protección de los recursos hídricos, de la implementación de políticas, planes y programas del MMA, y de la coordinación y elaboración de los planes y proyectos para el desarrollo ambiental en sus áreas de jurisdicción, actualmente las más activas e integradas con el manejo del agua subterránea son la Corporación Autónoma del Valle del Cauca (CVC), la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA), Corporaciones Autónomas Regionales de Sucre, Guajira y Risaralda: CARSUCRE, CORPOGUAJIRA Y CARDER.

1.7 LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN BUCARAMANGA

- **CANTIDAD**

En la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana, el uso del agua subterránea es innegable, aunque hasta ahora no se ha realizado una cuantificación precisa de éste recurso, una estimación general del caudal extraído en la zona urbana podría estar por encima de los 20 lps, ya que éste valor sería tan sólo un promedio del consumo de estaciones de servicio y lavaderos de carros que se abastecen con agua subterránea, aproximadamente una estación de servicio o lavadero de carros consume 600 m³ al mes (Acueducto Metropolitano de Bucaramanga). En la ciudad, de los 205 lavaderos y estaciones existentes,

12 extraen agua subterránea y la combinan con sistemas de recirculación, acueducto y recolección de aguas lluvias para prestar sus servicios, mientras que en otras 36 el agua utilizada es exclusivamente de origen subterráneo (Rueda, Jesús David 2004). Además de estos establecimientos, se tienen ubicados 9 pozos donde se extrae el agua subterránea no solo para usos comerciales sino también domésticos. Ver Anexo A

- USOS

Como ya se mencionó uno de los principales usos del agua subterránea en la ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana es el que se le da en los lavaderos de carros y estaciones de servicio. El gran caudal extraído para abastecer éstos establecimientos nos da una percepción de la riqueza hídrica con que cuentan los acuíferos localizados en la meseta. Además de estas captaciones, otros pozos ubicados en la ciudad prestan un servicio a la comunidad ya que el caudal extraído de algunos de ellos es aprovechado para consumo y otros usos domésticos.

- CALIDAD

Hasta el momento, las investigaciones orientadas a conocer acerca de las aguas subterráneas de la ciudad de Bucaramanga se han encaminado especialmente a la localización y cuantificación del recurso, por lo tanto aún no se cuenta con la información necesaria para establecer la condición real de los acuíferos de la meseta en cuanto a calidad se refiere, sin embargo se podría afirmar que la exposición de éstos a la contaminación es alta debido a la gran cantidad de actividades comerciales de la región.

Un potencial contaminante es el mismo sector de estaciones de servicio y lavaderos de carros que no tienen adecuado control en el manejo de sus desechos, la gran mayoría no cuenta con sistemas de tratamiento para las aguas desechadas ni para los residuos lubricantes que se manipulan.

Los rellenos sanitarios son otra fuente de contaminación tanto para las aguas superficiales como para las subterráneas, Debido a la alta producción de lixiviados es deficiente el tratamiento que se les realiza por la baja capacidad de las plantas destinadas para éste fin, lo cual hace que la parte de los lixiviados que se canaliza pero no logran ser tratados son mezclados con los que salen de la planta de tratamiento y desechados posteriormente a quebradas cercanas. Además de éstos lixiviados que afloran a la superficie se debe contar con aquellos que se infiltran en el suelo y contaminan directamente los acuíferos al igual que sucede con las fugas en las redes de alcantarillado.

2. IMPORTANCIA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Hasta hace poco, las preocupaciones ambientales se centraban en problemas que afectaban regiones y comunidades específicas, y sólo hasta la mitad del siglo XX, se empezó a notar que los efectos de las actividades humanas han adquirido un carácter global que ha convertido “la situación del mundo” en objeto directo de preocupación. En el presente capítulo se explicará el porqué la educación ambiental y el desarrollo sostenible son importantes, y cómo las aguas subterráneas a nivel mundial y local se involucran en éste tema.

Vivimos en una época de grandes cambios y de preocupación creciente por cómo éstos están afectando a la humanidad y, en general, a toda la vida en el planeta. Esa preocupación por el estado del mundo debe tener una resonancia clara en la educación de los ciudadanos y que éstos tengan una percepción más adecuada de la actual situación de emergencia planetaria y de las medidas que se deben adoptar. Cuando hablamos de educación ambiental nos centramos casi exclusivamente en los problemas de contaminación que se sufre en todo el planeta, pero adicionalmente se debe tener en cuenta otro efecto antrópico de gran importancia: El agotamiento de recursos.

A pesar de que la Hidrogeología es hoy día una ciencia claramente establecida, las aguas subterráneas son a menudo tratadas con cierta reserva. Hay un desconocimiento general sobre la importancia de las aguas subterráneas en cuanto a sus valores medioambientales, a la producción de alimentos o a la garantía del agua para consumo humano. Por otro lado, en gran parte de la población están asentadas una serie de ideas erróneas relacionadas con las aguas subterráneas o con los recursos hídricos en general, entre estos conceptos pueden destacarse por ejemplo la idea de que el uso de las aguas subterráneas

no es fiable, pues existe un gran riesgo de que al cabo de cierto tiempo, los pozos se sequen o se salinicen. Esto sucede sólo en casos específicos y se trata generalmente de aprovechamientos no planificados convenientemente, o la idea de que extraer agua subterránea representa robar agua de forma instantánea a una masa de agua superficial más o menos próxima, por lo que no tiene sentido plantear su aprovechamiento.

Este equivocado planteamiento desconoce las características específicas de los acuíferos, cuyo tamaño e inercia hace que, en muchos casos, funcionen como grandes embalses con volúmenes almacenados muy superiores a la recarga anual que reciben; adicionalmente, la sobrestimación de las supuestas demandas futuras de agua, a escala mundial (Gleick, 1998) no consideran adecuadamente los ejemplos, cada vez más abundantes, de cómo las mejoras en la gestión del agua conducen a unos menores consumos, a pesar del aumento de población, el crecimiento de la actividad industrial o el desarrollo económico, éstos ejemplos se pueden notar con claridad en Estados Unidos (Solley et al., 1998; Wood, 1999), California (CDWR, 1998), Almería (Pulido y Pulido, 1999), Madrid y Murcia (MIMAM, 2000).

El balance negativo entre los términos recurso hídrico disponible y el de la demanda estimada está muy condicionado por ir asociado al costo casi gratuito del agua, lo que no supone ningún estímulo para el ahorro del recurso.

Para aclarar muchos de estos conceptos, es importante una labor educativa que permita transmitir un conocimiento adecuado de los valores del agua, del ciclo hidrológico, y más específicamente, del funcionamiento y características de las aguas subterráneas. Este conocimiento debe partir de programas de educación que traten de abarcar a todos los sectores de la población, desde la educación primaria y secundaria, hasta los usuarios y los responsables de grupos organismos directamente relacionados con la gestión del recurso. Es igualmente fundamental facilitar una información adecuada en todos los aspectos y datos

relacionados con los recursos hídricos en general, y con las aguas subterráneas en particular, para transmitir una idea real sobre la importancia hidrológica, social, económica y medioambiental que tienen las aguas subterráneas.

Estas labores de educación e información pueden canalizarse a través de numerosas vías: difusión de publicaciones, postres y folletos, videos, conferencias y mesas redondas, cursos y seminarios, centros de información e interpretación. Especialmente importantes son las posibilidades de difusión que ofrece la utilización de una herramienta como Internet.

Además, deben considerarse algunos aspectos como el importante papel que pueden desarrollar los expertos en comunicación; la consideración de los estudiantes de primaria y secundaria como destinatarios preferenciales; la importancia de dotar a profesores de material de enseñanza y conocimientos adecuados; y la necesidad de hacer un esfuerzo en facilitar a los medios de comunicación, dado su papel crucial, datos veraces e información objetiva sobre estos temas.

Como se ha indicado anteriormente, la gestión sostenible de las aguas subterráneas requiere la participación de todos los sectores afectados por su uso o implicados de una u otra forma en dicha gestión. Pero esta participación sólo será real y efectiva si todos aquellos que participan en el proceso de toma de decisiones tienen la información necesaria, lo que exige desarrollar programas eficaces de información y educación. Es necesario alcanzar una fase en la que las entidades gestoras pasen de informar y recibir información del público a decidir con él (Delli Priscoli, 1998).

2.1 EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN AGUAS SUBTERRÁNEAS

Es un hecho que el recurso hídrico subterráneo es de gran importancia para contrarrestar el problema de demanda que existe actualmente, debido a ésta situación la educación ambiental juega un papel esencial en la adecuada conservación de la calidad del agua que contienen nuestros acuíferos, manteniendo la atención en los efectos nocivos que consideramos más relevantes como son los que causa la contaminación.

Los tipos de contaminación que principalmente afectan las aguas subterráneas son:

- La generada por el sector industrial debido a los vertimientos de residuos no controlados y a las grandes emisiones de humos y gases que provocan la lluvia ácida.
- La contaminación agrícola producto de fumigaciones
- La contaminación ganadera
- La contaminación urbana

Es evidente entonces que éste tipo de efectos nocivos no son más que producto del mal manejo que el mismo hombre le da a los recursos, y por lo tanto la educación ambiental es el medio preciso para que en las comunidades se preparen y aprendan a convivir con su entorno de la mejor manera posible.

Además de los problemas de contaminación, no podemos dejar de lado el desarrollo sostenible, entendiéndolo como la explotación inteligente de los recursos con los que cuenta la comunidad. Si bien es cierto que debemos proteger el recurso hídrico con el que contamos ahora, también lo es el hecho de que es posible que garanticemos su existencia futura con una debida investigación y planeación.

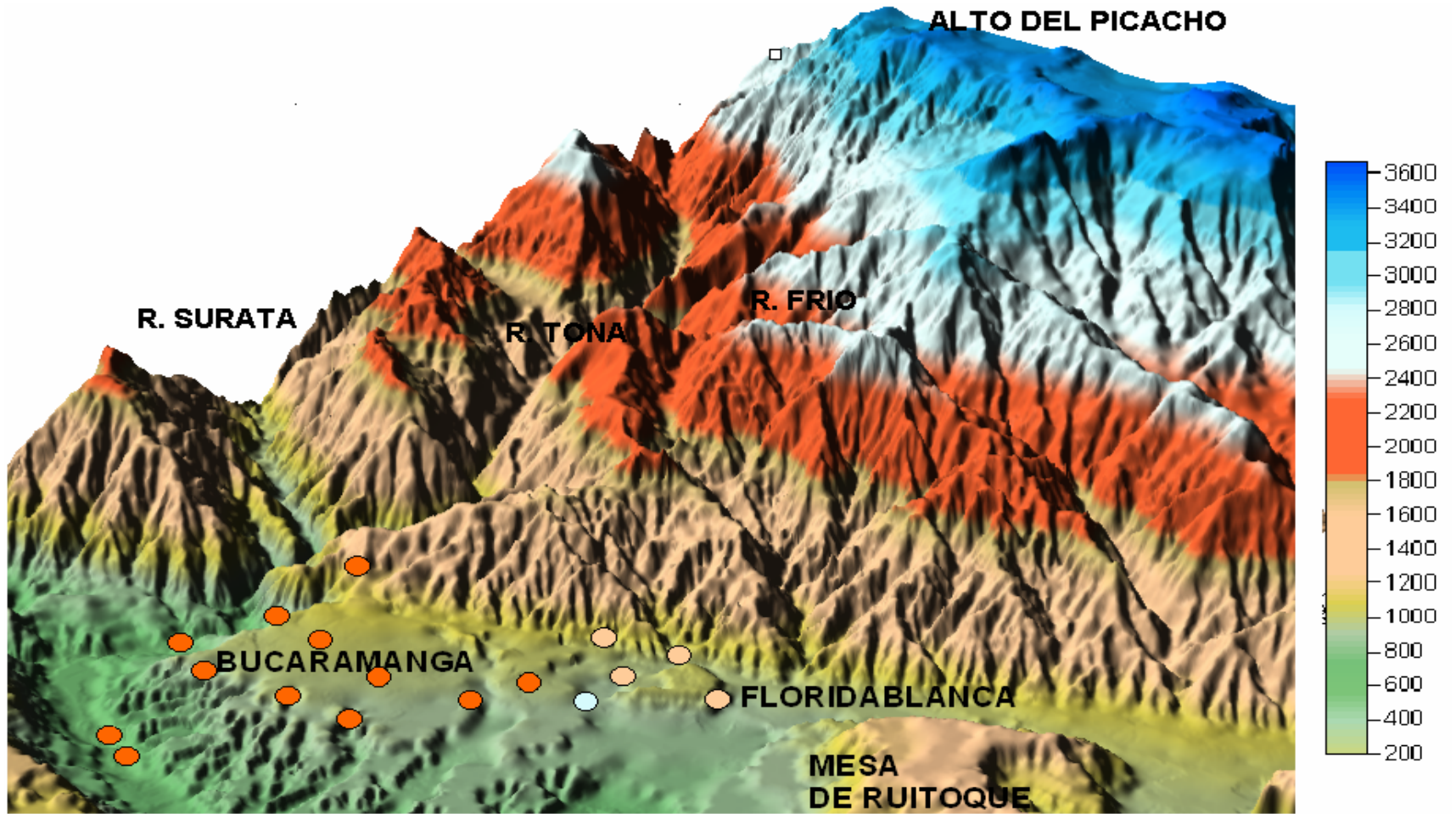
2.2 LAS ZONAS DE RECARGA Y LA SOSTENIBILIDAD

Como parte del ciclo hidrológico, un porcentaje de la precipitación se infiltra en el terreno, dependiendo de su intensidad y duración, y del tipo y humedad del terreno. El agua infiltrada primero empapa el suelo y después percola lentamente a través de la zona no saturada dando lugar a la recarga de la zona saturada (escorrentía subterránea), entonces la recarga es la parte del agua infiltrada que alcanza la zona saturada.

El establecimiento de las zonas de recarga para los acuíferos resulta de gran importancia cuando hablamos de sostenibilidad del agua subterránea, ya que una vez localizada dicha zona se pueden tomar las medidas necesarias para protegerla y permitir que los acuíferos puedan explotarse permanentemente sin disminución de sus recursos y si es posible también la creación de reservas.

Actualmente la posible localización de las zonas de recarga para los acuíferos existentes en la meseta de Bucaramanga se determinó tras un programa de muestreo con la utilización de técnicas isotópicas, de las cuales se dedujo que podrían existir no una sino varias zonas de recarga ubicadas sobre el Macizo de Santander que alimentan los acuíferos presentes en la región. (Interacción entre sistemas hidrogeológicos para el estudio del fenómeno de recarga en el Macizo de Santander e identificación de acuíferos 2002).

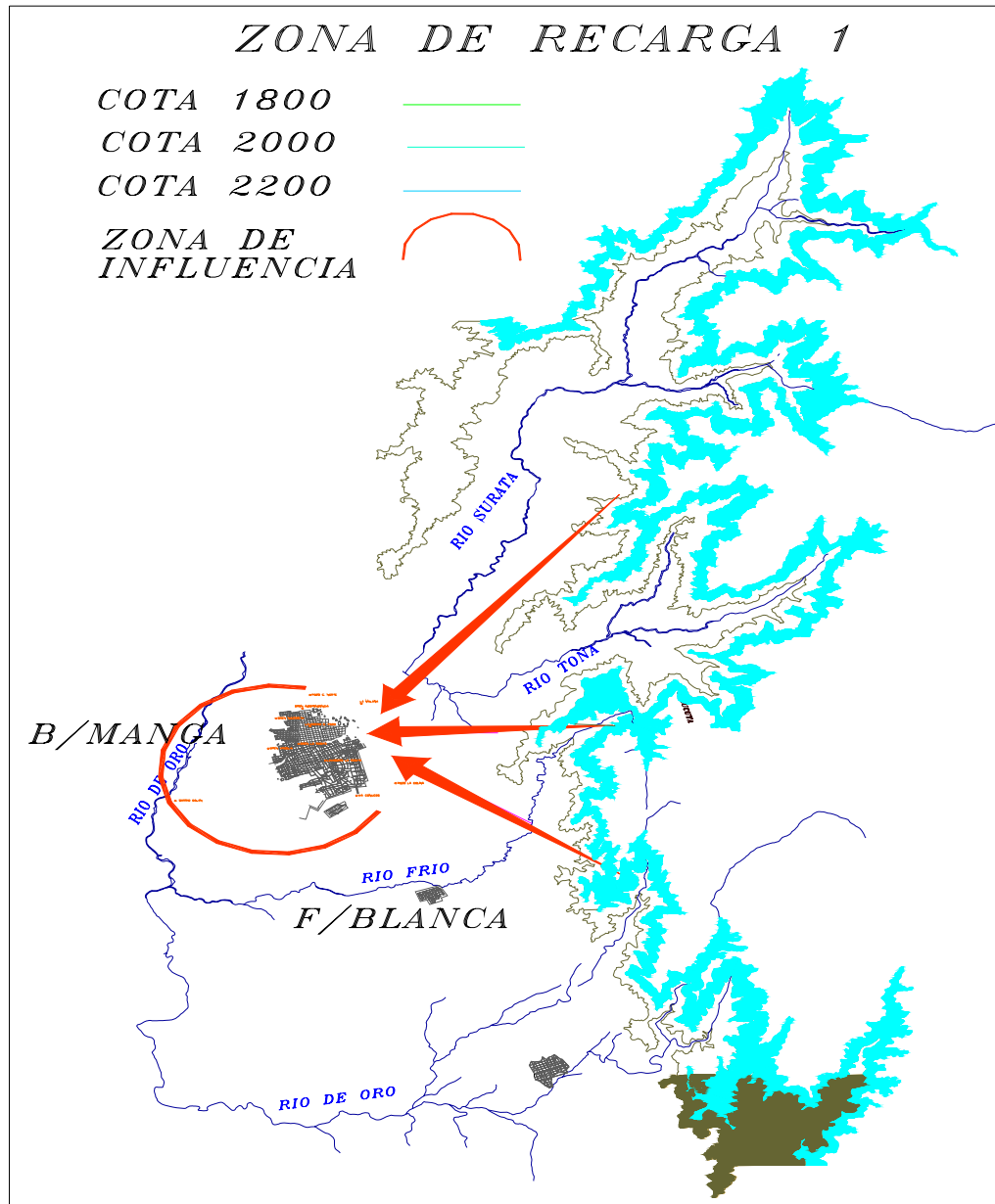
Figura No. 5 Identificación De Zonas De Recarga



Fuente: Interacción entre Sistemas Hidrogeológicos para el Estudio del Fenómeno de Recarga en El Macizo de Santander e Identificación de Acuíferos

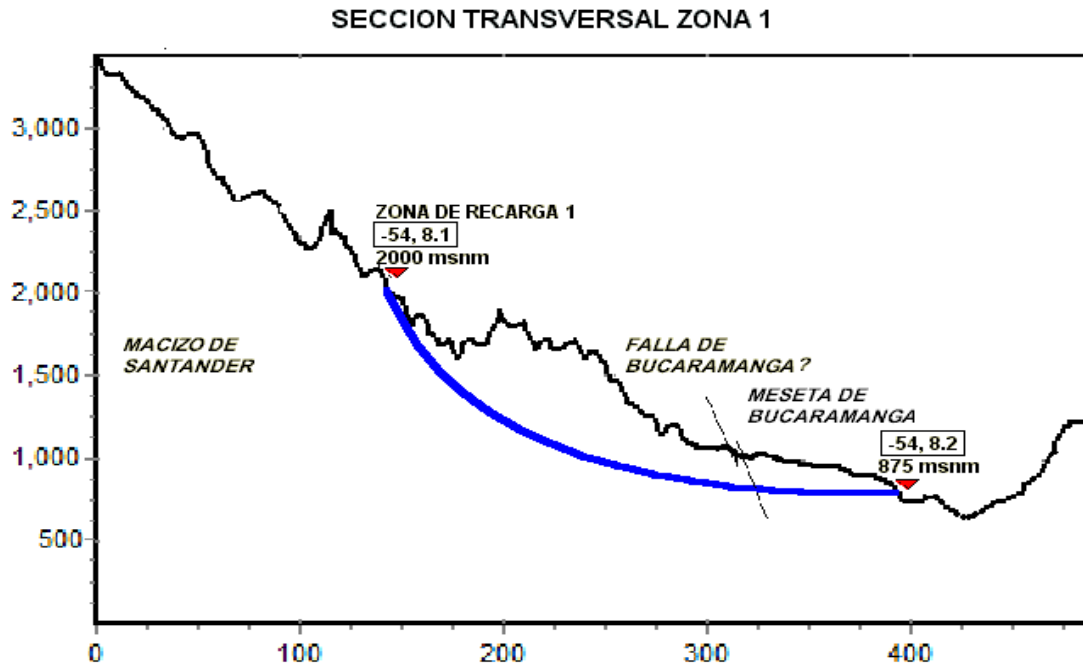
Zona de Recarga 1. Compreendida entre los 1800 y los 2200 m.s.n.m para los acuíferos ubicados en la meseta de Bucaramanga y al occidente de ésta.

Figura No. 6 Zona de Recarga 1



Fuente: Interacción entre Sistemas Hidrogeológicos para el Estudio del Fenómeno de Recarga en El Macizo de Santander e Identificación de Acuíferos.

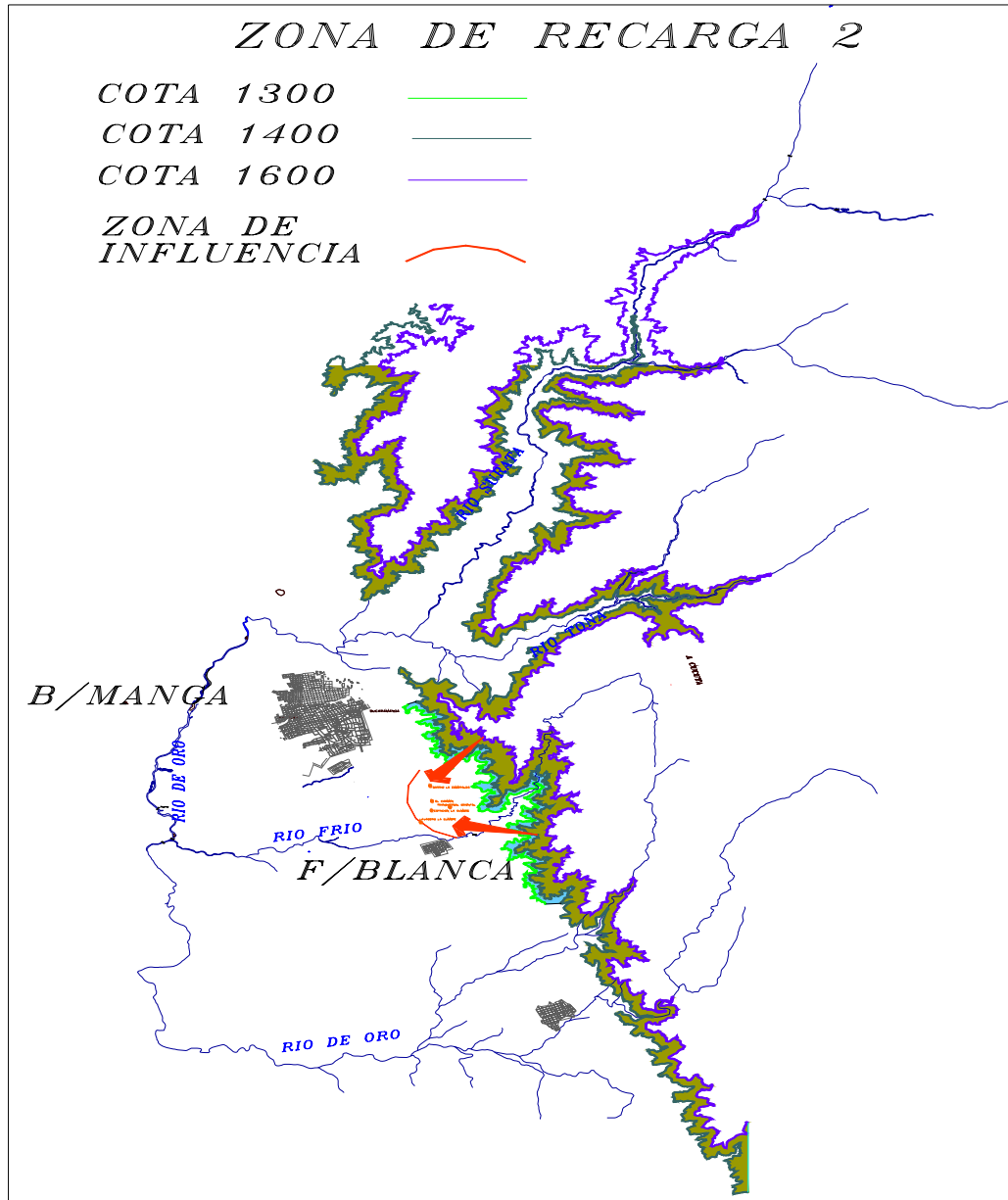
Figura No. 7 Línea de Flujo Zona de Recarga 1



Fuente: Interacción entre Sistemas Hidrogeológicos para el Estudio del Fenómeno de Recarga en El Macizo de Santander e Identificación de Acuíferos.

Zona de Recarga 2. Ubicada entre los 1300 y los 1500 m.s.n.m que alimenta los acuíferos del cerro de la Cumbre, EL Carmen, la formación Diamante y la transversal Oriental.

Figura No. 8 Zona de Recarga 2



Fuente: Interacción entre Sistemas Hidrogeológicos para el Estudio del Fenómeno de Recarga en El Macizo de Santander e Identificación de Acuíferos

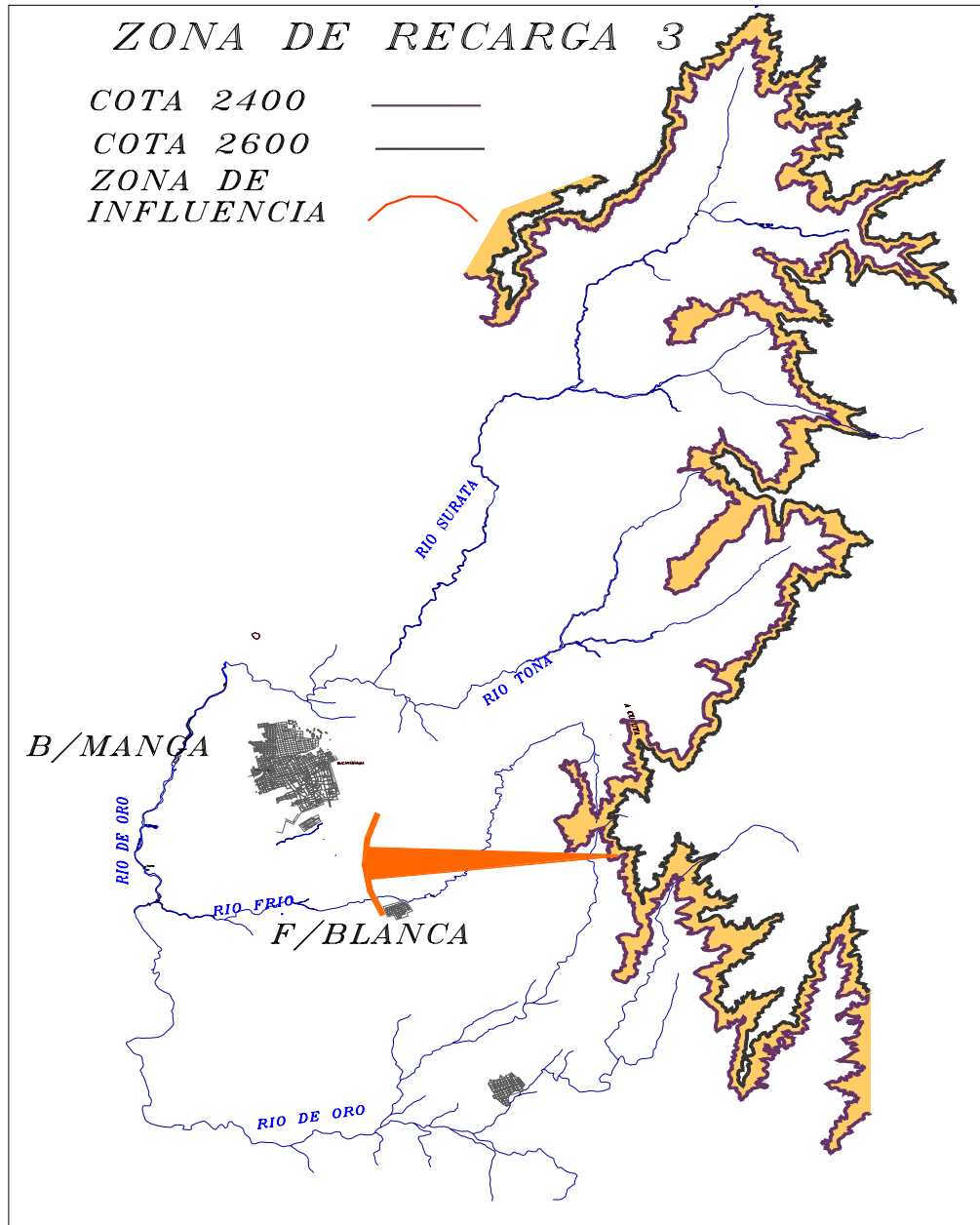
Figura No. 9 Línea de Flujo Zona de Recarga 2



Fuente: Interacción entre Sistemas Hidrogeológicos para el Estudio del Fenómeno de Recarga en El Macizo de Santander e Identificación de Acuíferos.

Zona de Recarga 3. Se localiza entre los 2300 y los 2700 m.s.n.m para los acuíferos de la zona sur occidental.

Figura No. 10 Zona de Recarga 3



Fuente: Interacción entre Sistemas Hidrogeológicos para el Estudio del Fenómeno de Recarga en El Macizo de Santander e Identificación de Acuíferos.

Figura No. 11 Línea de Flujo Zona de Recarga 3



Fuente: Interacción entre Sistemas Hidrogeológicos para el Estudio del Fenómeno de Recarga en El Macizo de Santander e Identificación de Acuíferos.

Debido a la naturaleza y funcionamiento de los acuíferos, las medidas de tipo preventivo son las únicas viables tanto técnica como económicamente para garantizar tanto cantidad como calidad del recurso, es decir las zonas de recarga se deben mantener como áreas protegidas en las cuales se restrinjan o prohíban las actividades de deforestación y contaminación tales como:

- Obras de infraestructura
- Actividades urbanas como la construcción de pozos sépticos, almacenamiento, transporte y tratamiento de residuos sólidos o aguas residuales.
- Actividades agrícolas y ganaderas como depósitos y distribución de fertilizantes o plaguicidas y riego con aguas residuales.

- Actividades industriales como almacenamiento transporte y tratamiento de productos químicos o farmacéuticos, industrias alimentarias y mataderos.
- Actividades recreativas como campamentos.

3. REVISIÓN DE HERRAMIENTAS EDUCATIVAS PARA EL USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA

La importancia de los recursos hídricos subterráneos para el abastecimiento de agua es incuestionable ya que sólo en Latinoamérica los ejemplos de países que utilizan el agua subterránea son muy claros. Éste capítulo se realizará una descripción de las principales herramientas educativas encontradas nacional e internacionalmente sobre el uso de las aguas subterráneas.

Al final de la década de los 80, más de 140 millones de personas de América Latina y el Caribe utilizaban las aguas subterráneas como fuente prioritaria (Herramienta Básica para la Protección del Recurso Hídrico Subterráneo, Comisión Estatal del Agua, México 2004). La educación ambiental para la protección de los recursos hídricos subterráneos ha sido de gran interés en varios países de Ibero América, lo cual ha generado una serie de herramientas educativas que no tienen otro objetivo más que contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

3.1 HERRAMIENTAS INTERNACIONALES

- **MÉXICO**

En México, el agua subterránea desempeña un papel importante en el abastecimiento de ciertas áreas, como en el caso del Distrito Federal, donde 1366 pozos captan agua de los acuíferos del Valle de México y de la cuenca del Lerma, aportando 85% del total consumido en la capital mexicana (Herramienta Básica para la Protección del Recurso Hídrico Subterráneo, Comisión Estatal del Agua, México 2004). El desarrollo de las actividades

humanas requiere por necesidad, que se realicen cambios en el medio ambiente; en el pasado, estos cambios nunca tomaron en cuenta las afectaciones a los recursos hídricos subterráneos, debido a que no existía conciencia de cómo podrían disminuir su calidad, razón por la cual el desarrollo se dio de forma no planificada, sin tomar en cuenta los efectos nocivos del crecimiento descontrolado.

- **Historieta Los Hidrokids.**



La Comisión Estatal del Agua de Guanajuato CEAG creó ésta historieta con el apoyo económico del Gobierno del Estado de Guanajuato de México, y realizó campañas, asesorías y capacitaciones educativas e informativas a instituciones del medio ambiente para dar a conocer el producto. Aunque el material se enfoca en enseñar a los niños la cultura del ahorro del agua en sus hogares y colegios, también tiene un enfoque ecologista y procura tocar temas de contaminación y protección de las aguas subterráneas en las aventuras de tres pequeños niños: Kike, Mundo y Clarita que luchan contra el malvado Gastón. El público al que está dirigido es principalmente infantil pero no se descarta alguna aceptación entre el público pre-adolescente gracias a la calidad usada en las animaciones del producto.

Hasta el momento uno de los grandes logros obtenidos con la historieta ha sido la vinculación del sector de los servicios públicos en la ciudad de México y el estado de Guanajuato, donde la intervención de éstas entidades ha sido fundamental para la difusión del material, mediante la distribución del mismo en jornadas de educación y en campañas que estimulan el pago oportuno de las facturas en las que se premia a las familias con números coleccionables, tarjetas y otros productos de Los Hidrokids.

- Material didáctico musical de Aguas Subterráneas.



La Universidad Nacional de México junto con el centro de GEOCIENCIAS, la Secretaría de Desarrollo Social Humano de Guanajuato, el Concejo para el Desarrollo Regional del Norte de Guanajuato CODERNORTE y el Concejo para el Desarrollo Regional NORESTE produjeron éste material didáctico bajo la dirección del maestro Sergio Arturo González, el cual contiene 10 temas musicales totalmente dedicados a informar sobre la situación de las aguas subterráneas y a promover iniciativas de cuidado y protección de los acuíferos.

- ESPAÑA

En España, aproximadamente la tercera parte de la población se abastece con aguas subterráneas, especialmente las poblaciones pequeñas en las que más del 70% del agua es de origen subterráneo y es utilizada para el suministro de pequeñas aldeas y viviendas unifamiliares. No obstante, el desarrollo que en las últimas décadas ha experimentado la utilización de las aguas subterráneas en España, ha sido llevado a cabo principalmente por particulares, con escasa participación del sector público. Este desarrollo ha dado lugar a importantes beneficios socioeconómicos, pero su escasa planificación ha ocasionado en algunos casos problemas significativos, debido a esto, es necesario educar a las comunidades para reducir los impactos producidos y garantizar el uso sostenible de las aguas subterráneas y de los recursos hídricos en general.

- **Las Aguas Subterráneas: Un tesoro que hay que conservar.**



El Gobierno de España impulsó éste CD interactivo como un programa infantil que explica de manera muy didáctica cuestiones sobre el tema del agua subterránea a través de una mascota llamada PLOPPY. El material fue creado por el Instituto Geológico y minero de España IGME, y se difunde a través de

su página Web con invitaciones a concursos infantiles. El objetivo del proyecto es fomentar la educación ambiental en materia de hidrogeología y aguas Subterráneas, es por esto que se planteó la realización de un CD avanzado e interactivo especialmente dirigido a población comprendida entre los 8 y los 16 años, sin embargo podrá ser utilizado por personas de cualquier edad y mediante él adquirirán un conocimiento intuitivo del funcionamiento de las aguas subterráneas. Este CD consiste en mostrar las características del ciclo hidrológico y cómo la acción del hombre lo ha venido deteriorando y aprovechando el interés que provoca la alta interactividad, se le enseña al niño en qué consiste el uso sustentable del agua y como alcanzar una situación óptima de uso de este recurso natural con respeto al medio ambiente. Para la difusión, se está usando el internet ya que con éste medio se puede llegar a una mayor cantidad de público.

- ARGENTINA – URUGUAY

En Uruguay y Argentina, las aguas subterráneas abastecen aproximadamente al 20% de la población total. A la fecha la Universidad de la República de Uruguay y la Universidad de La Pampa en Argentina han trabajado de manera conjunta y han realizado varios estudios para conocer el estado de los acuíferos de sus países en cuanto a calidad se refiere, desafortunadamente se han registrado índices de contaminación en las aguas subterráneas especialmente de las ciudades con mayor crecimiento poblacional.

Aunque en éstos países se han implantado iniciativas como la del Programa para el Manejo de Recursos Naturales y Desarrollo del Riego, en materia de Educación ambiental es poco lo que se ha logrado hasta ahora, por lo tanto se espera que la alianza entre las universidades de La República y de La Pampa sea el inicio de una nueva cultura para preservación del recurso hídrico subterráneo.

- **Guía virtual para la educación básica sobre protección del agua subterránea.**



La creación de éste material fue llevada a cabo por el Grupo de Hidrología Subterránea (GHS) del Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA) de la Facultad de Ingeniería en la Universidad de la República (U de la R) de Uruguay y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam) en Argentina con el apoyo del Programa Hidrológico Internacional de UNESCO, se encuentra publicada en la Biblioteca Virtual de la página web del PHI, contando actualmente con versiones traducidas al inglés, francés y portugués.

Esta Guía pretende ser un material de enseñanza básico sobre temas de aguas, y en particular sobre aguas subterráneas, acompañado de ideas sobre cómo introducir el tema a los alumnos, y experiencias a docentes vinculados. Todos los temas propuestos se tratan en un lenguaje cotidiano, con figuras y efectos explicativos que resultan atractivos a los alumnos con los últimos avances de animación gráfica. Se da al sector para docentes un carácter más técnico, con términos más precisos, de modo que tengan más elementos para transmitir a sus estudiantes.

El material será probado en las escuelas y colegios cumpliendo con la tarea de difusión y formación de niños y docentes. Estas experiencias serán realizadas en diversas instituciones educativas del país, (un área piloto se radicará en la ciudad de Rivera - Uruguay y la restante en Quemú-Quemú en La Pampa - Argentina. Se intercambiarán experiencias con traslado de docentes de ambas universidades a las áreas piloto.

El desarrollo de todas las actividades estará a cargo del equipo de trabajo del Grupo de Hidrología Subterránea (U de la R) y de la cátedra de Recursos Hídricos (UNLPam), bajo la dirección del Ing. Jorge de Los Santos y del Lic. Carlos Schulz, respectivamente. El plazo previsto es de seis meses. La actividad se extenderá por tres meses más en el nuevo período lectivo para medir el aprovechamiento de los alumnos sobre las nuevas temáticas introducidas. Se trabajará en tres niveles sobre la totalidad de los liceos (1º, 3º y 5º, con sus equivalentes en Argentina).

Por otra parte, se establecerá como herramienta de seguimiento de los resultados obtenidos la entrega semestral de las estadísticas de visitas a la página web generada, en conjunto con un breve informe acerca del efecto multiplicador de las experiencias de extensión generadas en el marco de este proyecto. Para esto último se buscará mantener una continuidad en las tareas de extensión aún después de terminado el proyecto. En los casos en que no sea posible, se mantendrá el contacto con los responsables de las instituciones de enseñanza con las que se haya trabajado, con el fin de determinar la inclusión de los temas vistos en el transcurso del proyecto en la actividad curricular, así como los materiales didácticos y la utilización de la web publicada.

3.2 HERRAMIENTAS NACIONALES

Aunque hasta la fecha se han realizado varias investigaciones y proyectos sobre el manejo y la protección del agua subterránea, las herramientas educativas diseñadas son pocas y están enfocadas a temas diferentes a las del recurso hídrico subterráneo. En su mayoría las investigaciones y proyectos están dirigidos a un público conocedor del tema que pueda manejar conceptos técnicos o especializados.

- **Guía Metodológica: Protección Integrada de Aguas Subterráneas.**



Con el fin de iniciar con la cultura del manejo integral de las aguas subterráneas la CVC, CORALINA e INGEOMINAS elaboraron éste proyecto para contribuir de manera eficaz como instrumento orientador de la gestión ambiental para la protección integrada de este recurso, haciendo uso de las metodologías y experiencias debidamente documentadas, adquiridas en las aplicaciones de los planes piloto para el manejo integral de las aguas subterráneas en San Andrés y en el Valle del Cauca, su aplicación pretendía lograr la formulación y posterior ejecución de planes para la protección integrada de este recurso en todas las Corporaciones Autónomas Regionales del país con énfasis en las áreas más críticas por problemas de escasez y/o contaminación. Este proyecto se inició en el año 1996, en dos áreas piloto en la isla de San Andrés y en el departamento del Valle del Cauca, pero fue hasta el 2002 cuando se elaboró la Guía. Lo novedoso del proyecto es que mediante

un enfoque interdisciplinario integra las diversas ciencias sociales y naturales tales como la hidrogeología, la sociología, la economía y los aspectos institucionales y legales. Además de hacer énfasis en la necesidad de asegurar la participación de la comunidad en la formulación de los planes de manejo de los acuíferos.

El manejo integrado del agua subterránea en Colombia permitirá aprovechar la oferta potencial del recurso, beneficiando directamente a toda la población con el suministro del agua requerida para desarrollar sus actividades vitales y productivas, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad. Uno de sus objetivos fue lograr que las autoridades ambientales, así como los entes territoriales y usuarios del recurso, tomaran conciencia de la importancia de la gestión integral del agua, se fortalecieran institucionalmente, formularan y ejecutaran estos planes; implementando instrumentos estratégicos de planeación y medidas económicas de protección, adquiriendo información básica sobre oferta - demanda y posibilidades de distribución, amenazas potenciales de contaminación y posibles impactos sobre la población; los resultados obtenidos fueron positivos ya que actualmente en los departamentos de Sucre, Guajira y Risaralda se llevan a cabo planes de réplica que continúan trabajando por un mejor manejo del recurso hídrico subterráneo.

- Proyecto de Protección Integrada de Aguas Subterráneas (PPIAS).

Aprovechando la experiencia obtenida durante el proyecto piloto de CORALINA y la CVC, y con el fin de asegurar su sostenibilidad, se formula el proyecto de réplica denominado PPIAS el cual se lleva a cabo actualmente en tres zonas de Colombia: departamento de Sucre (área del acuífero de Morroa), departamento de la Guajira (en el área urbana del municipio de Maicao) y el departamento de Risaralda (área rural del municipio de Pereira). El proyecto es ejecutado por las Corporaciones Autónomas Regionales de éstos tres departamentos: CARSUCRE, CORPOGUAJIRA Y CARDER. La coordinación

del proyecto está a cargo de INGEOMINAS; las tres CAR's ejecutoras cuentan con la asesoría técnica de INGEOMINAS, CVC y CORALINA.

La meta del proyecto es garantizar a largo plazo la oferta de agua subterránea en cantidad y calidad en las tres áreas de estudio y su objetivo general, es desarrollar e implementar una metodología socialmente equitativa, económicamente viable y ambientalmente aceptable para el manejo sostenible de las aguas subterráneas. De acuerdo con el problema a resolver en cada una de las áreas de estudio, se plantean como principales objetivos:

- a. Garantizar la oferta del agua subterránea del acuífero de Morroa, para el abastecimiento de la población de la zona en el sector de Sincelejo, Corozal y Morroa.
- b. Contar con una herramienta de planeación para el manejo del recurso de agua subterránea en Pereira.
- c. Determinar la calidad del agua subterránea en el área urbana del municipio de Maicao y contar con una herramienta de manejo para evitar su deterioro.

- **Material educativo relacionado con otras áreas.**

¿Cómo se formó Colombia? Esta cartilla educativa animada esta dirigida especialmente a los niños para que hagan un viaje a través de los eventos geológicos que han configurado el paisaje de nuestro país. El material consta de una secuencia de animaciones, que muestran los aspectos más importantes de la evolución del planeta tierra, y en especial las diferentes etapas que han llevado a la conformación actual del territorio Colombiano. Se presentan los aspectos de la evolución, tanto físicos, como biológicos, que muestran la manera en que se combinaron los elementos para formar las primeras moléculas, cómo se forman las estrellas, los planetas, cómo se han desplazado los continentes y además, cómo han ido surgiendo las diferentes especies

animales y vegetales, hasta la aparición del hombre.

Mediante controles interactivos es posible avanzar, retroceder o repetir las aproximadamente 70 diferentes secuencias, que se encuentran distribuidas en seis temas con los cuales se tiene la oportunidad de conocer más acerca de la geología del planeta.

Actualmente se requiere Internet Explorer para poder visualizar las diferentes animaciones, las cuales se pueden encontrar en la página web de INGEOMINAS www.ingeominas.gov.co

Cartilla Educativa de Volcanes. Ésta es una publicación didáctica animada orientada a los niños para que disfruten de una aproximación al conocimiento vulcanológico. Ilustrada a todo color, en 28 páginas se describen los aspectos más importantes del vulcanismo, con ejemplos de nuestro país. Al igual que la cartilla ¿Cómo se formó Colombia?, ésta consta de aproximadamente 70 secuencias animadas que pueden ser manejadas con los controles interactivos, y está disponible en la sección de Educación de la página web del INGEOMINAS www.ingeominas.gov.co

4. HERRAMIENTA EDUCATIVA EN EL USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA BUCARAMANGA

Una de las grandes dificultades que se presentan en la aplicación de planes y proyectos encaminados a la construcción de un desarrollo sostenible, es la falta de medios de comunicación apropiados y eficaces que permitan educar a las comunidades tanto urbanas como rurales para que mejoren sus condiciones ambientales y por consiguiente su calidad de vida.

4.1 DISEÑO HERRAMIENTA EDUCATIVA

Uno de los aspectos más notorios que se encontró en la revisión de las herramientas educativas, es que la mayoría de éstas están dirigidas a la población infantil, obviamente no se puede dejar de lado el resto de la comunidad, pero la prioridad en el diseño de casi todas las herramientas es captar la atención de los niños y despertar en ellos el interés por aprender cada vez más sobre la preservación de los recursos naturales, sin embargo a nivel nacional aunque existen herramientas educativas ninguna de ellas hasta ahora ha tocado el tema de las aguas subterráneas.

Para definir los aspectos relacionados con el diseño de la herramienta, fue indispensable la colaboración de una persona que manejara el tema de los medios de comunicación con el fin de realizar una propuesta con una buena acogida por parte de la comunidad, en nuestro caso la dirección de investigaciones de la UIS nos brindó asesoría con un comunicador social.

4.1.1 Aspectos Generales

- **Público.** Basados en las experiencias consultadas sobre la implementación de herramientas educativas en otros países, se concluyó que podrían obtenerse buenos resultados si la herramienta propuesta se diseñara para llegar a un público adolescente–joven oscilante entre los 13 y los 18 años de edad.
- **Tipo de herramienta.** De acuerdo al público al que estaría dirigido el material educativo, la herramienta a utilizar debía cumplir con varios requisitos como por ejemplo que fuese entretenida, entendible y sobre todo de fácil recordación para que tuviera mayor impacto entre la comunidad, por lo tanto se escogió trabajar un video que incluyera no sólo imágenes representativas de la ciudad sino también animaciones para lograr captar la atención del público.

El video educativo podrá ser utilizado con fines de aprendizaje y en prácticas educativas debido a que su función es básicamente informativa y motivadora. Dentro de sus características principales, el video cuenta con una estructura didáctica coherente que puede ser fácilmente integrada a proyectos de tipo educativo en niveles adecuados al público entre los 13 y los 18 años de edad.

- **Presupuesto.**

ACTIVIDAD	COSTO
PRODUCCIÓN Jornadas para grabación de imágenes	\$ 200.000
POST PRODUCCIÓN Jornadas para edición digital del video Copias finales en mini DV, VHS y DVD	\$ 400.000
SUMINISTROS PRODUCCIÓN Y POST PRODUCCIÓN CD's, DVD's, Casetes	\$ 50.000
REPRODUCCIÓN DEL MATERIAL	\$ 50.000
IMPLEMENTACIÓN	\$ 30.000
TRANSPORTES	\$ 200.000
TOTAL	\$ 930.000

4.1.2 Ejes Temáticos

- El Ciclo hidrológico. El conocimiento del ciclo hidrológico es básico para comenzar el estudio de cualquier tema relacionado con el recurso hídrico, de la comprensión del ciclo, dependerá en gran parte que el resto de la información contenida en el video se perciba adecuadamente.
- El agua subterránea en Bucaramanga. El tema central del video seductivo es el conocimiento de las aguas subterráneas en la ciudad de Bucaramanga, describiendo sus principales usos, formas de extracción, formas de contaminación y su zona de recarga.

- Reflexiones sobre el cuidado y preservación de las Aguas Subterráneas. En la creación de cualquier material educativo es fundamental incluir como parte final, ciertas conclusiones y reflexiones que sirvan como moraleja del tema explicado, para éste caso, el enfoque de la enseñanza es el cuidado de los acuíferos para evitar su contaminación y lograr que se conserven.

4.1.3 Guión Literario.

Conociendo el agua subterránea en Bucaramanga. A medida que nuestras comunidades crecen necesitamos mas agua para el consumo de las nuevas generaciones, para las industrias, para generar energía hidroeléctrica y para el regadío de nuestros campos.

Cuando las nubes se vuelven muy pesadas, el agua que contienen cae en forma de lluvia, nieve o granizo, por acción de la gravedad produciendo lo que conocemos como precipitación.

Parte se evapora en su caída y parte es interceptada por la vegetación, al poco tiempo regresa a la atmósfera en forma de vapor de agua, esta precipitación puede tomar varios caminos. Por la acción del sol el agua de la superficie de la tierra y de los organismos vivos pasa como vapor hacia la atmósfera. El vapor de agua que se eleva hacia la atmósfera se enfría y se junta en pequeñas gotas líquidas o cristales sólidos que forman las nubes.

Parte del agua que cae se infiltra hacia el suelo, una parte es retenida en los poros del suelo, y otra va a alimentar los acuíferos.

Los acuíferos son formaciones geológicas capaces de almacenar y transmitir agua en cantidades significativas de modo que pueda extraerse mediante obras de captación.

Un alto porcentaje de las aguas superficiales tienen su origen en las aguas subterráneas, éstas proceden principalmente de la recarga de las aguas de lluvia que hacen un cierto recorrido por los acuíferos y terminan en los ríos o en la superficie del terreno en manantiales y drenes.

Los sistemas más antiguos de extracción de agua subterránea son excavaciones de pozos realizadas a pico y pala, éstos con profundidades hasta de quince metros que en Santander son más conocidos como aljibes o cisternas.

En la actualidad ésta forma manual de abrir pozos ha sido sustituida por modernas máquinas perforadoras.

En Bucaramanga el agua subterránea ha sido aprovechada por una parte de la población, como en los lavaderos de carros y estaciones de servicio y en el sector rural para el abastecimiento en fincas y regadío de cultivos.

Contaminación Industrial. El sector industrial produce una variedad de sustancias orgánicas e inorgánicas que cuando se vierten de modo incontrolado o mal regulado pueden dar lugar a la contaminación de suelos y aguas subterráneas. Para el caso específico de la ciudad de Bucaramanga, uno de los grandes problemas de contaminación surge a partir de los lavaderos de carros y estaciones de servicio y por el sector industrial.

Contaminación Agrícola. Los abonos agrícolas pueden producir contaminación principalmente debido al aporte de nitratos. La aplicación excesiva e incorrecta de abonos y las prácticas de riego poco eficientes favorecen el lavado de nitratos y su entrada al acuífero. Igualmente los

plaguicidas agrícolas o compuestos químicos utilizados en el control y destrucción de plagas y enfermedades de las plantas, son una alta fuente de contaminación ya que tienen una alta resistencia a la degradación.

Contaminación Urbana. Son una importante fuente de contaminación los tanques enterrados, los depósitos de combustibles en estaciones de servicio, los pozos mal contruidos o abandonados con entubaciones rotas o corroídas en niveles con aguas de mala calidad, y aquellos que permiten la fácil entrada de aguas superficiales. A esto se suman los problemas generados en los rellenos sanitarios y botaderos de basura, ya que el tratamiento que se le da al suelo de soporte de los mismos no es suficiente para evitar la infiltración de los lixiviados.

Los lixiviados son líquidos que se generan por la descomposición de las basuras, su aspecto es negro, de olor fuerte y debido a que son fluidos pueden recorrer el subsuelo hasta encontrarse con los acuíferos contaminándolos.

La zona de recarga es aquella capaz de absorber y almacenar agua en el subsuelo durante los períodos de invierno, con el fin de cederla a otros acuíferos cercanos en época de verano o sequía.

Para la ciudad de Bucaramanga la zona de recarga tiene baja actividad agrícola, gran parte del terreno está comprendido por bosques, lo cual ha llevado a que una de las actividades comerciales del sector sea la explotación de la industria de la madera (Deforestación).

Solución a los problemas de contaminación. Como ya mencionamos, los vertidos industriales son un gran foco de contaminación para el agua subterránea, el uso de depósitos de seguridad para almacenarlos son una gran solución a éste problema.

Para controlar los efectos nocivos de las fumigaciones sobre el agua subterránea, es necesario utilizar dosis mínimas de plaguicidas y abonos agrícolas.

La mejor manera de evitar la contaminación de los acuíferos a causa de la infiltración de lixiviados es realizar una adecuada planeación al escoger la ubicación de los rellenos sanitarios y realizar un adecuado tratamiento del suelo donde se depositan las basuras.

Para Bucaramanga, la entidad reguladora de las normas sobre aguas subterráneas es la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB, la cual se encarga de controlar la exploración, aprovechamiento, preservación, prohibiciones y sanciones que garanticen el adecuado manejo del recurso hídrico subterráneo.

Otras actividades contempladas en el decreto 1541 de 1974 son:

- Adjudicación de permisos
- Supervisión Técnica
- Entrega de concesiones
- Especificaciones técnicas
- Visitas para control de operación
- Aplicación de sanciones como cierres y multas de pozos.

El agua subterránea en Bucaramanga es una alternativa complementaria tanto para el consumo humano como para actividades industriales y agrícolas. Nuestra responsabilidad es cuidarla, evitando su contaminación y haciendo un uso inteligente de ella.

El guión técnico del video se encuentra en el Anexo B.

4.1.4 Actividades

- PRODUCCIÓN: Locaciones para grabación de imágenes
 - Panorámicas de Bucaramanga: barrio la cumbre, aeropuerto, calles de la ciudad.
 - Servicentro Súper Éxito
 - Lubricentro San Martín
 - Jardines La Colina
 - Pozo norte – Padres Somascos
 - Drenes Nazareth
 - CENFER – Quebrada la Iglesia
 - Instalaciones CDMB – Parque Bolívar
 - Instalaciones UIS
 - Subestación experimental CENICAFÉ – Bucaramanga
 - Vía Bucaramanga – Cúcuta. Kms. 11, 18, 33

- Post Producción
 - Montaje final de imágenes
 - Narración
 - Musicalización
 - Graficación

4.1.5 Ficha Técnica del Video Educativo

Título: CONOCIENDO EL AGUA SUBTERRÁNEA EN BUCARAMANGA

Duración: 15 minutos

Sinopsis: Un breve recorrido por Bucaramanga que evidencia la existencia del agua subterránea en la ciudad, enseñándonos a protegerla de los efectos de la contaminación.

Créditos:

- Aporte al proyecto de grado: Revisión de herramientas educativas en el uso del agua subterránea, sugerencias para Bucaramanga.

- Autores: Mary Alexandra González Burgos
Rodrigo Patiño Mesa

- Director del proyecto: PhD. Sully Gómez Isidro

- Testimonios: PhD. Sully Gómez Isidro
Msc. Jorge Alberto Guzmán Jaimes
I.C. Iván Gustavo Blanco González

- Agradecimientos: Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la
Meseta de Bucaramanga. CDMB
Centro Nacional de Investigaciones del Café
CENICAFÉ
Dirección General de Investigaciones UIS
Estación de Servicio Súper Éxito
Jardines La Colina

- Realización: Luis Jorge Orcasitas P.

- Guión: Mary Alexandra González Burgos
Rodrigo Patiño Mesa
Samuel Ernesto Narváez

- Cámara: Samuel Ernesto Narváez

- Edición y musicalización: Luis Jorge Orcasitas P.

- Producción: Grupo en Predicción y Modelamiento Hidroclimático UIS

4.2 DISEÑO DE LA ENCUESTA PARA MEDICIÓN DEL IMPACTO

Con el fin de realizar una medición del impacto que se logre tener sobre los estudiantes a los que se les muestre el video educativo, es importante idear una metodología acorde tanto con el público como con el tipo de material que se desea enseñar. Para el caso del video “Conociendo el Agua Subterránea en Bucaramanga” la herramienta que se escogió para realizar dicha medición es una encuesta escrita de preguntas cerradas que abarquen tanto los temas contenidos en el video educativo como las opiniones de los estudiantes que puedan contribuir con el diseño de otros proyectos que conserven la línea educativa sobre aguas subterráneas.

Para el adecuado diseño de la encuesta se contó con la ayuda de la Licenciada Gloria Rey, catedrática de las escuelas de Historia y Trabajo Social de la UIS, quien brindó su orientación durante las etapas en las que se dividió la realización de la encuesta: demarcación de objetivos, fijación de indicadores de logros, redacción de las preguntas y finalmente prueba piloto.

4.2.1 Objetivos

- 1- Lograr que se reconozca tanto la existencia como la utilización de las aguas subterráneas en Bucaramanga.

- 2- Mostrar las principales afecciones a las que se encuentra expuesta el agua subterránea en la ciudad de Bucaramanga.

3- Plantear algunas de las posibles soluciones a los problemas de contaminación del agua subterránea en la ciudad de Bucaramanga.

4- Concientizar a la comunidad de la importancia que tienen las aguas subterráneas y la zona de recarga como fuente de abastecimiento alternativo para la ciudad de Bucaramanga.

5- Lograr un acercamiento con la comunidad alrededor del tema de las aguas subterráneas con el fin de abrir el espacio para próximos proyectos encaminados a mejorar las condiciones del recurso hídrico subterráneo.

6- Promover en la comunidad actitudes de responsabilidad y compromiso con el cuidado y preservación del agua subterránea.

4.2.2 Indicadores De Logro

1.1- Reconoce los principales usos que se le da al agua subterránea en Bucaramanga.

1.2- Reconoce la existencia del agua subterránea en diferentes entornos.

2.1- Asocia actividades cotidianas del campo y la ciudad con los problemas contaminación del agua subterránea.

2.2- Identifica el grado de contaminación al que se somete el agua subterránea por causa de diferentes actividades.

3.1- Identifica soluciones que puedan ayudar a contrarrestar el problema de contaminación del agua subterránea en Bucaramanga.

4.1- Reconoce la importancia que tienen las aguas subterráneas en Bucaramanga.

- 4.2- Establece la importancia del uso del agua subterránea en orden de prioridad como fuente de abastecimiento alternativo en Bucaramanga.
- 4.3- Reconoce el concepto básico de zona de recarga
- 5.1- Analiza y expresa su opinión sobre el video “Conociendo el agua subterránea en Bucaramanga”
- 5.2- Utiliza diferentes fuentes de información para adquirir conocimiento sobre el tema del agua subterránea.
- 5.3- Propone alternativas para el aprendizaje del tema de las aguas subterráneas.
- 6.1- Se identifica con la toma de decisiones responsables en el cuidado y aprovechamiento adecuado de las aguas subterráneas.

4.2.3 Cuestionario

Indicador 1.1

- Pregunta No. 1: Para usted en Bucaramanga el principal uso que se le da al agua subterránea es:
- Opciones de respuesta:
 - Regadío de cultivos
 - Consumo humano
 - Estaciones de servicio y lavaderos de carros
 - Actividades del sector industrial
 - Rellenos sanitarios
 - Todas las anteriores
- Condicionamiento: Marque sólo una respuesta

Indicador 1.2

- Pregunta No.2:Usted cree que tener acceso al agua subterránea es posible en:
- Opciones de respuesta: - La ciudad
 - El campo
 - Zonas de actividad industrial
 - Barrios de estrato alto
- Condicionamiento: Marque sólo una respuesta

Indicador 2.1

- Pregunta No. 3: De las siguientes opciones, cuál considera usted que es un posible foco de contaminación de agua subterránea
- Opciones de respuesta: - Pozos abandonados o mal contruidos
 - Rellenos sanitarios
 - Vertido de residuos industriales
 - Lavaderos de carros
 - Estaciones de servicio
 - Uso de abonos y pesticidas
 - Todas las anteriores
 - Ninguna de las anteriores
- Condicionamiento: Marque sólo una respuesta

Indicador 2.2

- Pregunta No. 4: Según su criterio, indique el grado de contaminación que produce sobre el agua subterránea cada una de las siguientes actividades:

Sector industrial, sector agrícola, lavaderos de carros y estaciones de servicio, rellenos sanitarios y depósitos de basura.

- Opciones de respuesta para cada actividad: - Alto
 - Medio
 - Bajo
 - Ninguno
- Condicionamiento: Marque solo una opción para cada actividad

Indicador 3.1

- Pregunta No. 5: Con el fin de disminuir la contaminación de las aguas subterráneas causada por los lixiviados y por lavaderos de carros y estaciones de servicio, usted propondría
- Opciones de respuesta: - Producir menos basuras y usar depósitos de seguridad en lavaderos y estaciones de servicio
 - Quemar las basuras y cerrar los lavaderos y estaciones
 - Fumigar en los rellenos sanitarios y reubicar las estaciones de servicio en zonas alejadas de la ciudad
 - Adecuar el terreno en los rellenos sanitarios y hacer tratamiento adecuado de residuos en lavaderos y estaciones de servicio
- Condicionamientos: Marque sólo una respuesta

Indicador 4.1

- Pregunta No. 6: En su opinión el agua subterránea es importante para Bucaramanga porque
- Opciones de Respuesta: - Satisface una necesidad de la comunidad
 - Es útil para el crecimiento de la industria

- No es importante
- Es un recurso inagotable
- Condicionamientos: Marque sólo una respuesta

Indicador 4.2

- Pregunta No. 7: En su criterio, organice del 1 al 4 según el grado de importancia el lugar que ocupa el uso del agua subterránea en Bucaramanga para las siguientes actividades: sector industrial, sector agrícola, consumo humano, lavaderos de carros.
- Opciones de Respuesta: - 1
 - 2
 - 3
 - 4
- Condicionamientos: 1 es la mayor importancia y 4 la menor

Indicador 4.3

- Pregunta No. 8: Por zona de recarga usted entiende que
- Opciones de Respuesta: - Es una zona adecuada para depositar basuras
 - Es una excavación para extraer agua subterránea
 - Es aquella donde se almacena agua subterránea para abastecer acuíferos
 - No sabe lo que es una zona de recarga
- Condicionamientos: Marque sólo una respuesta

Indicador 5.1

- Pregunta No. 9: Cómo describiría el video que acaba de ver?
- Opciones de respuesta: - Entretenido

- Aburrido
- Aporta algo a su conocimiento
- Interesante
- Difícil de comprender
- Fácil de comprender
- Condicionamientos: Marque máximo dos respuestas

Indicador 5.2

- Pregunta No. 10: Antes de ver el video “Conociendo el agua subterránea en Bucaramanga”, había oído nombrar algo sobre las aguas subterráneas?
- Opciones de respuesta: - Si
 - No
- Condicionamientos: Si su respuesta es si, pasa a la pregunta 10.a
- Pregunta No. 10.a: Ésta información la obtuvo de:
- Opciones de respuesta: - El colegio
 - Sus amigos
 - Su familia
 - Televisión
 - Periódicos
 - Libros
 - Otros, cuáles

Indicador 5.3

- Pregunta No. 11: Con el fin de aprender mas sobre aguas subterráneas, a usted le gustaría que le presentaran
- Opciones de Respuesta: - Más videos
 - Conferencias
 - Talleres
 - Cartillas y folletos

- Información por Internet
- Todas las anteriores
- No le interesaría tener más información
- Condicionamientos: Marque máximo dos respuestas

Indicador 6.1

- Pregunta No. 12: Usted cree que el agua subterránea
- Opciones de Respuesta:
 - Se debe gastar lo más que se pueda
 - No se debe extraer
 - Debe extraerse en cantidades moderadas
 - Se debe extraer sólo con supervisión técnica
- Condicionamientos: Marque sólo una respuesta

Indicador 6.1

- Pregunta No. 13: Una manera en la cual usted puede contribuir con el cuidado de las aguas subterráneas en Bucaramanga es
- Opciones de Respuesta:
 - Socializando el tema con su familia y amigos
 - Promoviendo campañas educativas sobre el tema
 - Buscando más información sobre las aguas subterráneas
 - Todas las anteriores
 - Otras, Cuáles

4.2.4 Prueba Piloto

La prueba piloto se realiza con el fin de aplicar la encuesta a un pequeño grupo y así realizar un diagnóstico del contenido de la misma en cuanto al lenguaje utilizado, la formulación de las preguntas y en general el formato de redacción de manera que éste sea claro y entendible por la población encuestada, en la prueba se detectan las principales falencias del material con el fin de corregirlos antes de realizar la implementación de la herramienta educativa con una población más numerosa.

- ***Aplicación de la Prueba Piloto***

Una vez terminada la etapa de post producción del video educativo el paso a seguir es mostrar el material a un pequeño grupo de personas que cumplan con el perfil del público para el cual fue diseñada.

Figura No. 12 Prueba Piloto



Para nuestro caso, la prueba piloto se realizó con 30 alumnos de grado décimo del Colegio Gimnasio Superior el día 13 de Octubre en las instalaciones del auditorio Luis A. Calvo de la UIS. La actividad se dividió en tres partes, la primera fue mostrar a los alumnos el video educativo “Conociendo el Agua Subterránea en Bucaramanga”, la segunda fue la realización de la encuesta para medición de impacto y la tercera fue mostrar a los estudiantes el CD interactivo “Las Aguas subterráneas: Un tesoro que hay que conservar” del Instituto Geológico y Minero de España en el cual se incluyó un juego en el que cuatro estudiantes de manera voluntaria ayudaron a Ploppy (La mascota del CD) a encontrar las mejores soluciones a los problemas de contaminación a los cuales se enfrenta el agua subterránea en el mundo, como premio cada uno de éstos cuatro estudiantes recibió el diploma que los acredita como defensores del agua y el medio ambiente por haber superado las pruebas contenidas en el CD interactivo sobre las aguas subterráneas. La actividad tuvo una duración total de 80 minutos.

- **Resultados**

La tabulación de los resultados de la encuesta aplicada durante ésta prueba se encuentran en el Anexo D. Durante la realización de la prueba piloto se pudieron realizar varias observaciones, entre ellas están:

- Se logró captar la atención de los estudiantes debido a que la actividad se realizó en orden.
- Es importante limitar el tiempo previsto para contestar la encuesta, se considera apropiado destinar 10 minutos para esta parte de la actividad.
- La actividad final de interacción que se realizó fue muy importante, debido a que los estudiantes se interesaron por participar y por escuchar atentamente las respuestas de sus compañeros, ésta es una buena

forma de llegar al público, y por lo tanto se decidió usarla también en la implementación final.

- Adicionalmente se dedicó un pequeño espacio para que los estudiantes expusieran sus opiniones acerca de la actividad, las reacciones fueron positivas debido a que la mayoría de los estudiantes manifestó haberse sentido a gusto con el material y en general con la actividad realizada.

- Finalmente se concluyó que la encuesta aplicada en la prueba piloto será la misma que se aplicará en la actividad de Implementación, debido a que los estudiantes no presentaron inconvenientes para comprenderla y contestarla adecuadamente.

El formato final de la encuesta que se presentó a los estudiantes se encuentra en el Anexo C.

5. IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS

La implementación de la herramienta educativa diseñada consiste en mostrar el video Conociendo el agua subterránea en Bucaramanga a estudiantes de diferentes colegios de la ciudad de los grados noveno, décimo y undécimo. Posteriormente se realizará la aplicación de una encuesta con preguntas encaminadas a conocer las impresiones de los estudiantes sobre la herramienta educativa y de ésta manera medir el impacto que se logró con el video.

5.1 ACTIVIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

La actividad de implementación para la herramienta educativa diseñada se hizo aprovechando la realización de la cátedra alternativa del agua, la cual consiste en una serie de tres conferencias dirigidas a estudiantes de colegios de la ciudad de los grados noveno y décimo para que conozcan más acerca del recurso hídrico tanto superficial como subterráneo. Ésta se realizó en la segunda fecha programada para las cátedras alternativas el día 20 de Octubre en las instalaciones del auditorio Luis A. Calvo de la UIS a las 10 a.m. Se contó con la asistencia de 4 colegios con un total de 239 alumnos.

COLEGIOS PARTICIPANTES	No. DE ALUMNOS	GRADO AL QUE PERTENECEN
Fundación Colegio UIS	42	Décimo
Gimnasio Superior	36	Noveno
Instituto Nal. De Comercio	125	Décimo
Colegio Nuestra Sra. Del Rosario	36	Décimo

La actividad se dividió en cuatro fases así:

Fase 1. Video: “Conociendo el agua subterránea en Bucaramanga”
Duración: 14 minutos

Figura No. 13 Actividad de Implementación Fase 1



Fase 2. Aplicación de Encuesta para medición de Impacto
Duración: 12 minutos

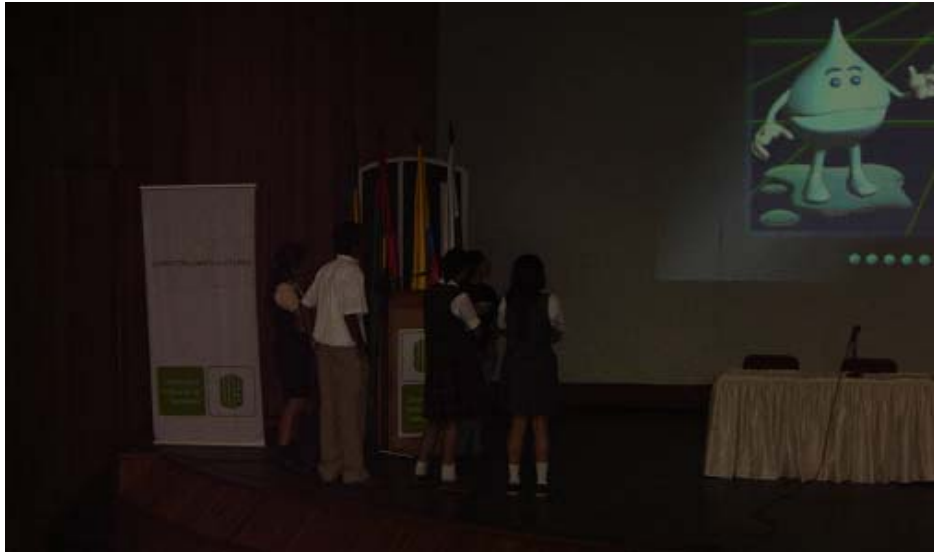
Figura No. 14 Actividad de Implementación Fase 2



Fase 3. Video “Las Aguas Subterráneas: Un Tesoro que hay que Conservar”

Duración: 15 minutos

Figura No. 15 Actividad de Implementación Fase 3



Fase 4. Actividad de juego Soluciona los Problemas con Ploppy

Duración: 10 minutos

Figura No. 16 Actividad de Implementación Fase 4





El diploma entregado a los estudiantes corresponde al CD interactivo Las Aguas Subterráneas: Un tesoro que hay que conservar, del Instituto Geológico y Minero de España.

Duración total de la actividad: 60 minutos.

5.2 MEDICIÓN DEL IMPACTO

Una vez realizada la actividad de implementación del video educativo “Conociendo el Agua Subterránea en Bucaramanga” se procedió a tabular los resultados de las encuestas aplicadas.

5.2.1 Análisis De Resultados

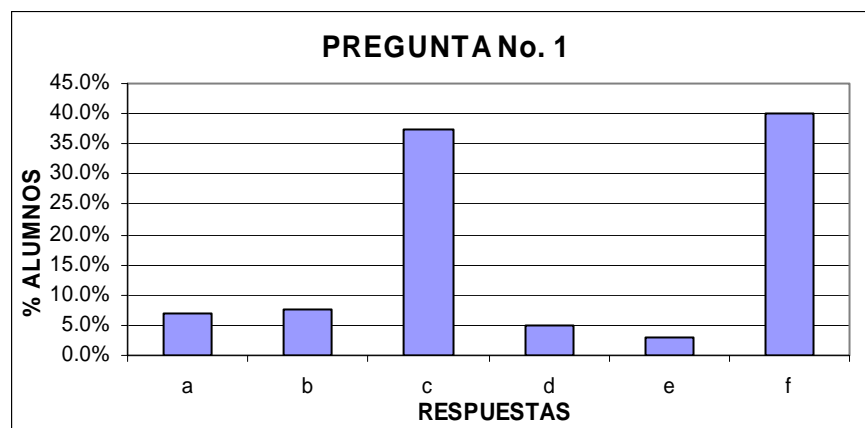
Pregunta No. 1:

Para usted en Bucaramanga el principal uso que se le da al agua subterránea es:

- Opciones de respuesta:
 - a. Regadío de cultivos

- b. Consumo humano
- c. Estaciones de servicio y lavaderos de carros
- d. Actividades del sector industrial
- e. Rellenos sanitarios
- f. Todas las anteriores

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	17	7.1%
b	18	7.5%
c	89	37.2%
d	12	5.0%
e	7	2.9%
f	96	40.2%



- **ANÁLISIS**

Aunque en el contenido del video se hizo énfasis en los usos actuales del agua subterránea en Bucaramanga, es decir en lavaderos de carros, estaciones de servicio y en el sector agrícola para el regadío de cultivos, vemos que los estudiantes reconocen las actividades del sector industrial y el consumo humano como posibles fuentes de uso de agua subterránea, sin embargo se presenta cierta confusión debido a que el 40.2% de los estudiantes que eligieron la respuesta f). Todas las anteriores incluye dentro de esta respuesta el uso en

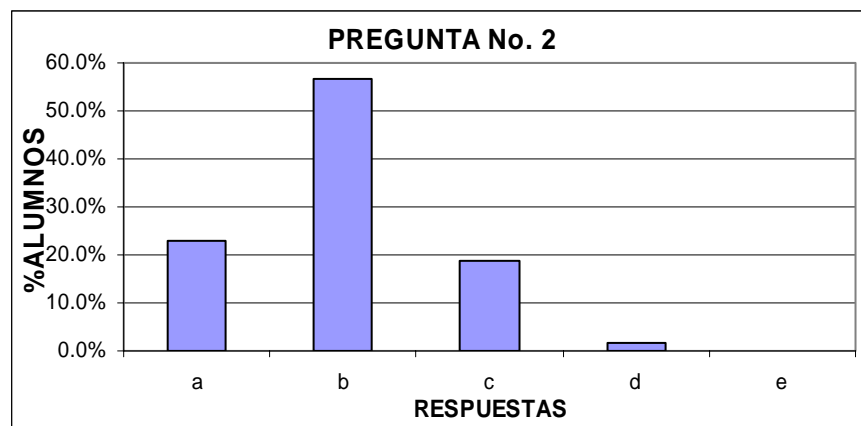
rellenos sanitarios, esto puede deberse a una asociación apresurada de los conceptos que se manejan para la pregunta. Se debe destacar que el 37.2% de los estudiantes marcaron la respuesta c). Lavaderos de carros y estaciones de servicio, lo cual muestra que consideran ésta actividad como una de las más importantes en el uso del agua subterránea para la ciudad de Bucaramanga.

Pregunta No.2:

Usted cree que tener acceso al agua subterránea es posible en:

- Opciones de respuesta:
- a. La ciudad
- b. El campo
- c. Zonas de actividad industrial
- d. Barrios de estrato alto

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	55	23.0%
b	135	56.5%
c	45	18.8%
d	4	1.7%



- **ANÁLISIS**

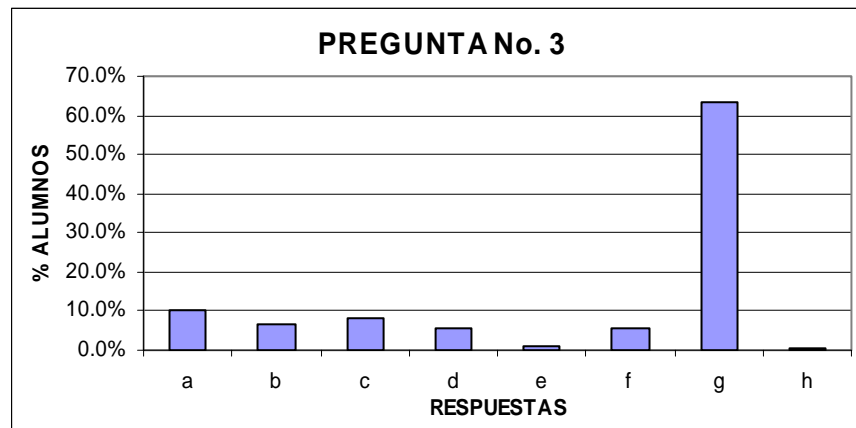
Con ésta pregunta se esperaba conocer la opinión de los estudiantes sobre los sitios en los que les parecía más asequible el agua subterránea, aproximadamente el 57% identifica las zonas rurales como aquellas en donde es mas fácil obtenerla mientras que el 23% opina que las zonas urbanas pueden permitir su extracción, éstos valores pueden obedecer al hecho de que perforaciones como aljibes o cisternas se encuentran por lo general ubicadas en fincas utilizándose para el regadío de cultivos y consumo humano, por lo tanto es más común asociar las zonas rurales con éste recurso. El porcentaje que se inclinó por la opción de la ciudad evidentemente relaciona lo visto en el video con su respuesta, debido a que éste hace énfasis en el uso que hace del agua subterránea el sector de los lavaderos de carros y estaciones de servicio.

Pregunta No. 3:

De las siguientes opciones, cuál considera usted que es un posible foco de contaminación de agua subterránea

- Opciones de respuesta:
 - a. Pozos abandonados o mal contruidos
 - b. Rellenos sanitarios
 - c. Vertido de residuos industriales
 - d. Lavaderos de carros
 - e. Estaciones de servicio
 - f. Uso de abonos y pesticidas
 - g. Todas las anteriores
 - h. Ninguna de las anteriores
- Condicionamiento: Marque sólo una respuesta

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	24	10.0%
b	16	6.7%
c	19	7.9%
d	13	5.4%
e	2	0.8%
f	13	5.4%
g	151	63.2%
h	1	0.4%



- **ANÁLISIS**

Ésta pregunta se planteó con el fin de establecer un control de atención sobre el público, como resultado se puede concluir que el video tiene un alto grado de recordación entre los estudiantes ya que éstos identifican plenamente las principales fuentes de contaminación de aguas subterráneas.

Pregunta No. 4.1:

Según su criterio, indique el grado de contaminación que produce sobre el agua subterránea cada una de las siguientes actividades: Sector industrial, sector agrícola, lavaderos de carros y estaciones de servicio, rellenos sanitarios y depósitos de basura.

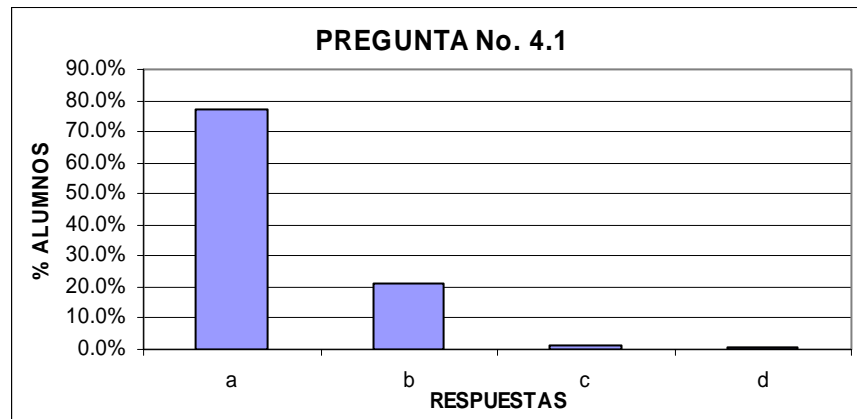
- Opciones de respuesta para cada actividad:

- Alto
- Medio
- Bajo
- Ninguno

Condicionamiento: Marque solo una opción para cada actividad

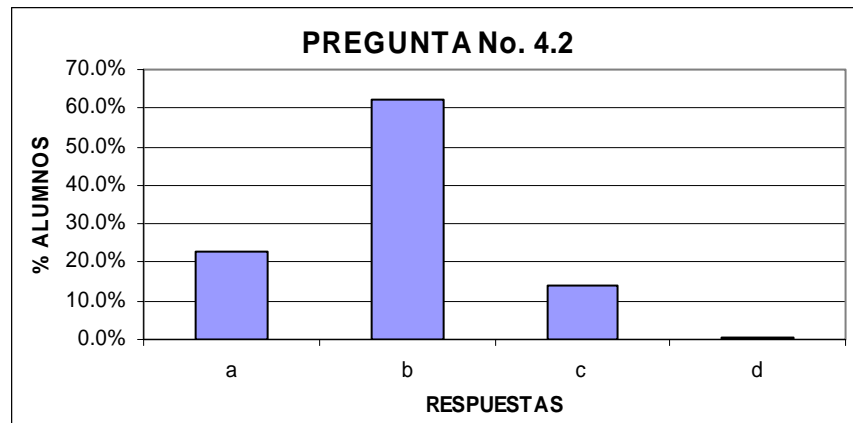
Sector Industrial

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	184	77.0%
b	50	20.9%
c	3	1.3%
d	2	0.8%



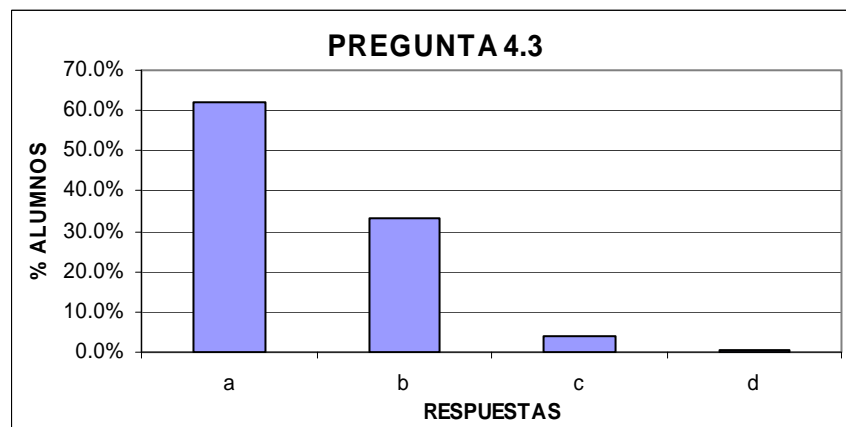
Sector Agrícola

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	55	23.0%
b	149	62.3%
c	34	14.2%
d	1	0.4%



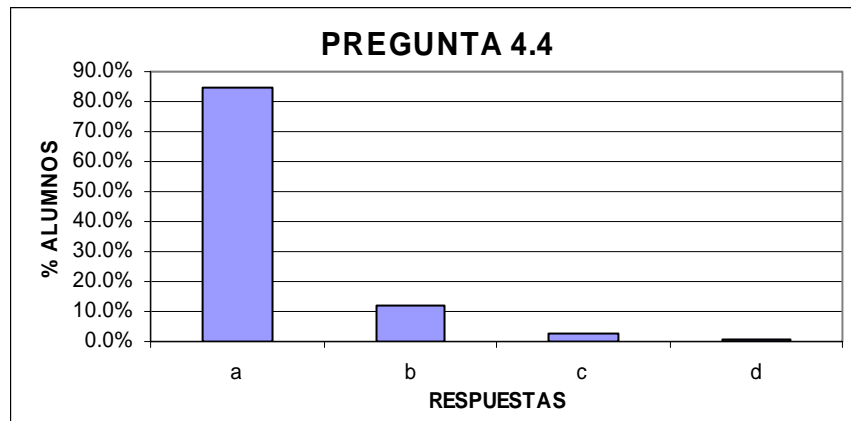
Lavaderos de Carros y Estaciones de Servicio

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	148	61.9%
b	80	33.5%
c	10	4.2%
d	1	0.4%



Rellenos Sanitarios y Depósitos de Basura

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	202	84.5%
b	29	12.1%
c	7	2.9%
d	1	0.4%



- **ANÁLISIS:**

Realizando una comparación entre las cuatro partes en las que se divide la pregunta, es posible concluir que la gran mayoría de los estudiantes identifican las actividades urbanas tales como la industrial, la de los lavaderos de carros o estaciones de servicio y la de los rellenos sanitarios con fuentes de contaminación alta sobre las aguas subterráneas, mientras que las actividades del sector agrícola son menos perjudiciales y por lo tanto la contaminación que puedan generar sobre éstas es bajo.

Pregunta No. 5:

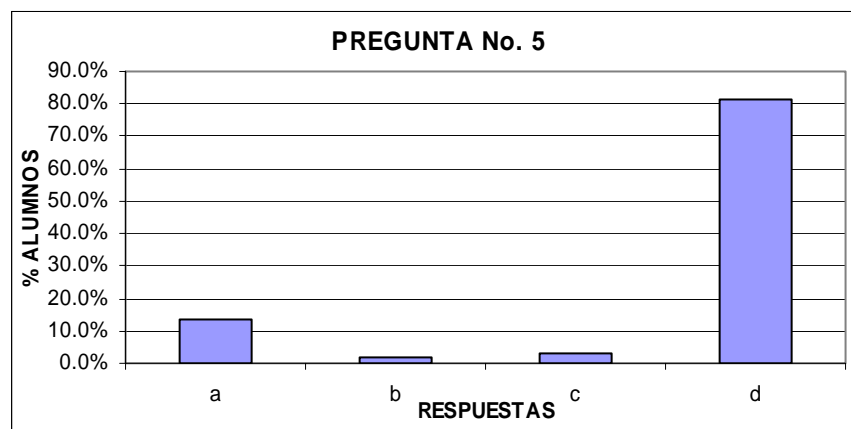
Con el fin de disminuir la contaminación de las aguas subterráneas causada por los lixiviados y por lavaderos de carros y estaciones de servicio, usted propondría

- Opciones de respuesta:
 - a. Producir menos basuras y usar depósitos de seguridad en lavaderos y estaciones de servicio
 - b. Quemar las basuras y cerrar los lavaderos y estaciones
 - c. Fumigar en los rellenos sanitarios y reubicar las estaciones de servicio en zonas alejadas de la ciudad

- d. Adecuar el terreno en los rellenos sanitarios y hacer tratamiento adecuado de residuos en lavaderos y estaciones de servicio

Condicionamientos: Marque sólo una respuesta

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	32	13.4%
b	5	2.1%
c	7	2.9%
d	195	81.6%



- **ANÁLISIS**

Debido a que dentro del contenido del video se resaltaron como focos de contaminación para el agua subterránea de Bucaramanga los rellenos sanitarios, estaciones de servicio y lavaderos de carros, con ésta pregunta se logró enfrentar a los estudiantes con los problemas y además con posibles soluciones para que tomaran decisiones al respecto. El resultado fue positivo ya que el 81.6% de los encuestados identificaron la mejor respuesta en cuanto a viabilidad.

Pregunta No. 6:

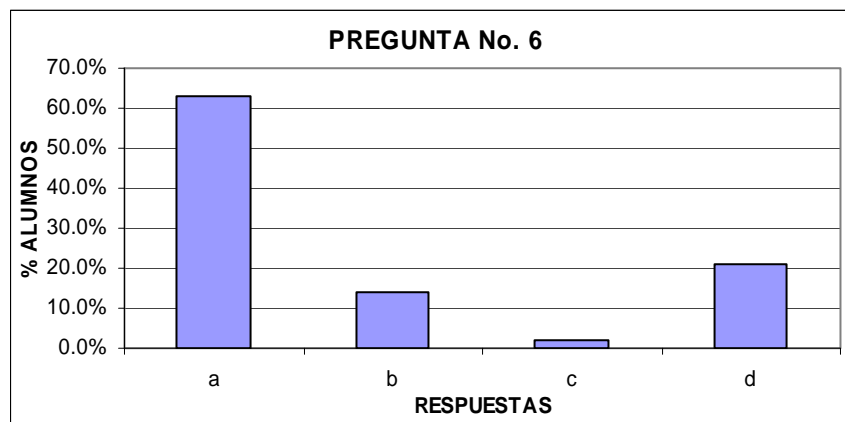
En su opinión el agua subterránea es importante para Bucaramanga porque

- Opciones de Respuesta:

- Satisface una necesidad de la comunidad
- Es útil para el crecimiento de la industria
- No es importante
- Es un recurso inagotable

Condicionamientos: Marque sólo una respuesta

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	150	62.8%
b	34	14.2%
c	5	2.1%
d	50	20.9%



- **ANÁLISIS**

Aunque el 2.1% de la población encuestada considera que el agua subterránea no tiene importancia alguna para la ciudad de Bucaramanga, el 62.8% la consideran de gran importancia debido a que ésta puede suplir una necesidad de la comunidad, aunque en el momento el agua subterránea no se esté extrayendo para el suministro de la comunidad en general, si se puede considerar como una

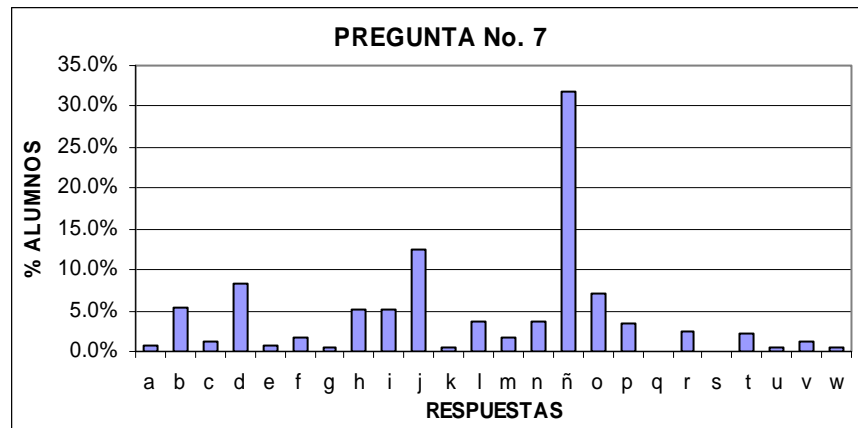
fuelle abastecimiento para el futuro y como ya se ha mencionado en la actualidad es un recurso básico para algunos sectores del comercio en la ciudad.

Pregunta No. 7:

En su criterio, organice del 1 al 4 según el grado de importancia el lugar que ocupa el uso del agua subterránea en Bucaramanga para las siguientes actividades: sector industrial, sector agrícola, consumo humano, lavaderos de carros.

	Sector Industria	Sector Agrícola	Consumo Humano	Lavaderos Carros	No. Estudiant	% Porcent.
a.	1	2	3	4	2	0.8%
b.	1	2	4	3	13	5.4%
c.	1	2	3	4	3	1.3%
d.	1	3	4	2	20	8.4%
e.	1	4	3	2	2	0.8%
f.	1	4	2	3	4	1.7%
g.	2	1	3	4	1	0.4%
h.	2	1	4	3	12	5.0%
i.	2	3	1	4	12	5.0%
j.	2	3	4	1	30	12.6%
k.	2	4	3	1	1	0.4%
l.	2	4	1	3	9	3.8%
m.	3	1	2	4	4	1.7%
n.	3	1	4	2	9	3.8%
ñ.	3	2	1	4	76	31.8%
o.	3	2	4	1	17	7.1%
p.	3	4	1	2	8	3.3%
q.	3	4	2	1	0	0.0%
r.	4	1	2	3	6	2.5%
s.	4	1	3	2	0	0.0%
t.	4	2	1	3	5	2.1%
u.	4	2	3	1	1	0.4%
v.	4	3	1	2	3	1.3%
w.	4	3	2	1	1	0.4%

Condicionamientos: 1 es la mayor importancia y 4 la menor



- **ANÁLISIS**

Con ésta pregunta se sigue observando que los estudiantes consideran el consumo humano como la prioridad número uno al utilizar el agua subterránea, esto refleja que el público califica el recurso hídrico subterráneo como apto para abastecer comunidades, es decir que existe un cierto grado de confiabilidad en cuanto a la calidad del mismo. Por otro lado vemos que el sector agrícola ocupa el segundo lugar en el orden de prioridad que establecieron las personas encuestadas, esto puede ratificar de alguna manera lo concluido en la pregunta número dos respecto a la asequibilidad del agua subterránea.

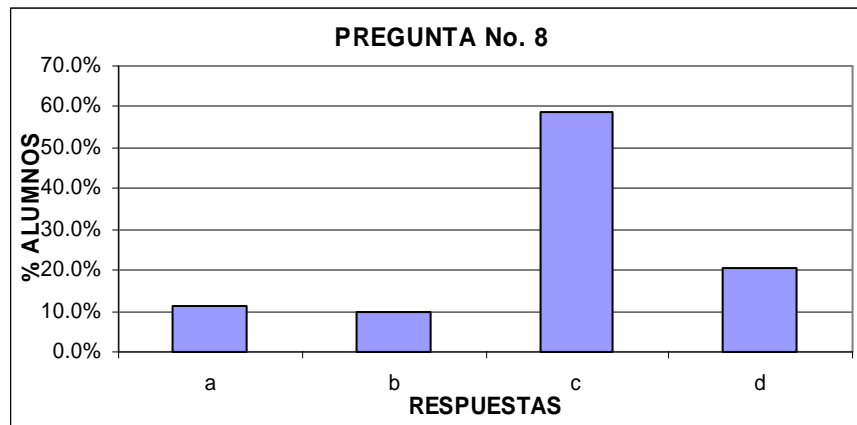
Pregunta No. 8:

Por zona de recarga usted entiende que:

- Opciones de Respuesta:
 - a. Es una zona adecuada para depositar basuras
 - b. Es una excavación para extraer agua subterránea
 - c. Es aquella donde se almacena agua subterránea para abastecer acuíferos
 - d. No sabe lo que es una zona de recarga

Condicionamientos: Marque sólo una respuesta

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	27	11.3%
b	23	9.6%
c	140	58.6%
d	49	20.5%



- **ANÁLISIS**

Ya que el concepto de zona de recarga es muy importante en el estudio de las aguas subterráneas, se puede concluir que el éste no quedó lo suficientemente claro entre los estudiantes, tan solo un 58.6% marcó la respuesta correcta, el 21% asocia de manera errónea el concepto de recarga con los de depósito de basura y perforaciones de extracción, y el 20% restante afirma no saber lo que es una zona de recarga. Una de las causas de éstos resultados podría radicar en que el concepto de recarga es un poco más complejo para los estudiantes y por lo tanto amerita una explicación más didáctica que les facilite su comprensión.

Pregunta No. 9:

Cómo describiría el video que acaba de ver?

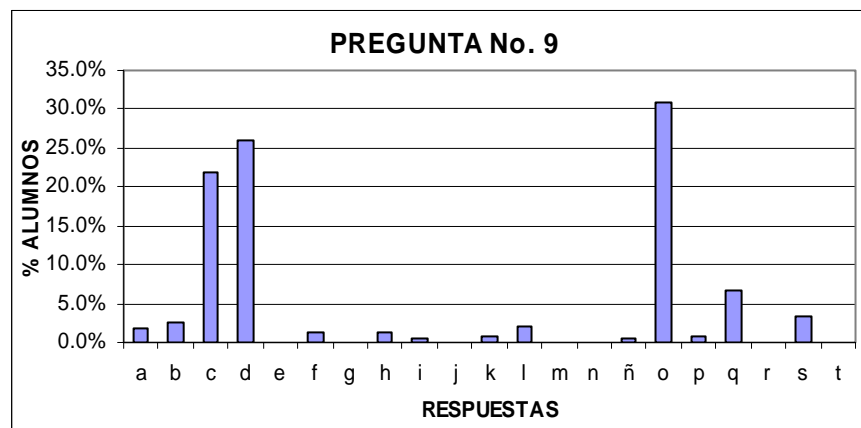
- Opciones de respuesta:

- a. Entretenido
- b. Aburrido
- c. Aporta algo a su conocimiento
- d. Interesante
- e. Difícil de comprender
- f. Fácil de comprender
- g. Entretenido y Aburrido
- h. Entretenido y aporta algo a su conocimiento
- i. Entretenido e interesante
- j. Entretenido y difícil de comprender
- k. Entretenido y fácil de comprender
- l. Aburrido y aporta algo a su conocimiento
- m. Aburrido e interesante
- n. Aburrido y difícil de comprender
- ñ. Aburrido y fácil de comprender
- o. Aporta algo a su conocimiento e interesante
- p. Aporta algo a su conocimiento y difícil de comprender
- q. Aporta algo a su conocimiento y fácil de comprender
- r. Interesante y difícil de comprender
- s. Interesante y fácil de comprender

Condicionamientos: Marque máximo dos respuestas

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	4	1.7%
b	6	2.5%
c	52	21.8%
d	62	25.9%
e	0	0.0%
f	3	1.3%
g	0	0.0%
h	3	1.3%
i	1	0.4%
j	0	0.0%

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
k	2	0.8%
l	5	2.1%
m	0	0.0%
n	0	0.0%
ñ	1	0.4%
o	74	31.0%
p	2	0.8%
q	16	6.7%
r	0	0.0%
s	8	3.3%



- **ANÁLISIS**

El objetivo de ésta pregunta es evaluar de alguna manera la herramienta que se diseñó con respecto a la población a la que fue mostrada. En general se puede concluir según los resultados obtenidos que el video fue del gusto de los estudiantes debido a que un 25% lo considera interesante, el 21% dice que aporta algo a su conocimiento y otro 31% mezcla las dos respuestas anteriores calificándolo como interesante y de aporte a su conocimiento personal.

Pregunta No. 10:

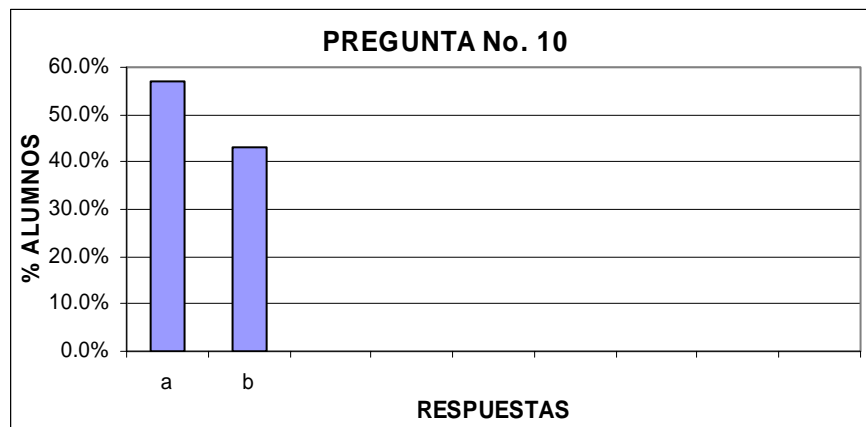
Antes de ver el video “Conociendo el agua subterránea en Bucaramanga”, había oído nombrar algo sobre las aguas subterráneas?

- Opciones de respuesta:

- a. Si
- b. No

Condicionamientos: Si su respuesta es si, pasa a la pregunta 10.a

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	136	56.9%
b	103	43.1%



- **ANÁLISIS**

Ésta pregunta tiene el único fin de conocer los antecedentes con los que cuenta la población sobre el tema de las aguas subterráneas. Como era de esperarse cerca de la mitad de los estudiantes encuestados desconocían por completo el tema antes de tener acceso al video Conociendo el agua subterránea en Bucaramanga, esto indica que la labor que se realiza al socializar éste tipo de actividades con la

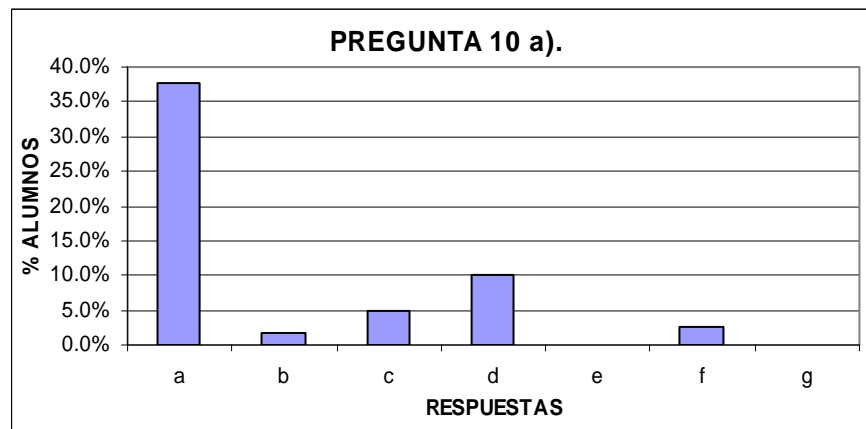
comunidad son importantes y sobre todo benéficas ya que toman un carácter informativo y educativo.

Pregunta No. 10.a:

Ésta información la obtuvo de:

- Opciones de respuesta:
 - a. El colegio
 - b. Sus amigos
 - c. Su familia
 - d. Televisión
 - e. Periódicos
 - f. Libros
 - g. Otros, cuáles

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	90	37.7%
b	4	1.7%
c	12	5.0%
d	24	10.0%
e	0	0.0%
f	6	2.5%
g	0	0.0%



- **ANÁLISIS**

Una vez que identificamos los antecedentes con los que cuenta la población sobre el tema de las aguas subterráneas, es importante conocer el origen de la información que tienen hasta el momento, evidentemente los colegios juegan un papel fundamental para dar a conocer la problemática del recurso hídrico subterráneo, por lo tanto podemos reiterar el acierto del proyecto al vincular a los establecimientos educativos en la socialización de éste tipo de herramientas.

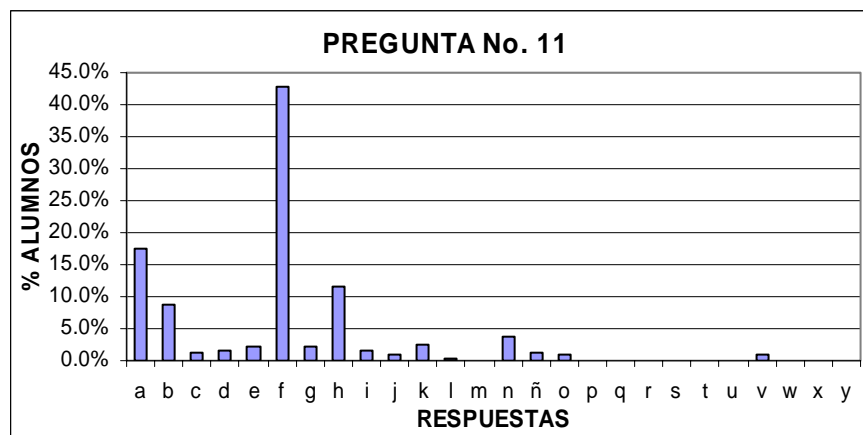
Pregunta No. 11:

Con el fin de aprender más sobre aguas subterráneas, a usted le gustaría que le presentaran:

- Opciones de Respuesta:
 - a. Más videos
 - b. Conferencias
 - c. Talleres
 - d. Cartillas y folletos
 - e. Información por Internet
 - f. Todas las anteriores
 - g. No le interesaría tener más información
 - h. Más videos y conferencias
 - i. Más videos y talleres
 - j. Más videos y cartillas y folletos
 - k. Más videos e información por Internet
 - n. Conferencias y Talleres
 - ñ. Conferencias y cartillas y folletos
 - o. Conferencias e información por Internet
 - r. Talleres y cartillas y folletos
 - s. Talleres e información por Internet
 - v. Cartillas y folletos e información por internet

Condicionamientos: Marque máximo dos respuestas

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	42	17.6%
b	21	8.8%
c	3	1.3%
d	4	1.7%
e	5	2.1%
f	102	42.7%
g	5	2.1%
h	28	11.7%
i	4	1.7%
j	2	0.8%
k	6	2.5%
n	9	3.8%
ñ	3	1.3%
o	2	0.8%
r	0	0.0%
s	0	0.0%
v	2	0.8%



- ANÁLISIS**

La población encuestada manifiesta querer conocer más sobre el tema de las aguas subterráneas, el 42.7 % está de acuerdo con que se le siga presentando información por medio de videos, conferencias, talleres, cartillas, folletos e

internet, el 17.6% sugiere seguir con la línea de videos educativos y otro 11.7% propone continuar con más videos y complementarlos con conferencias. Podemos concluir entonces que la herramienta de tipo audiovisual causa gran impacto para el tipo de población encuestada y por lo tanto son las que se deberían seguir usando en éste tipo de proyectos.

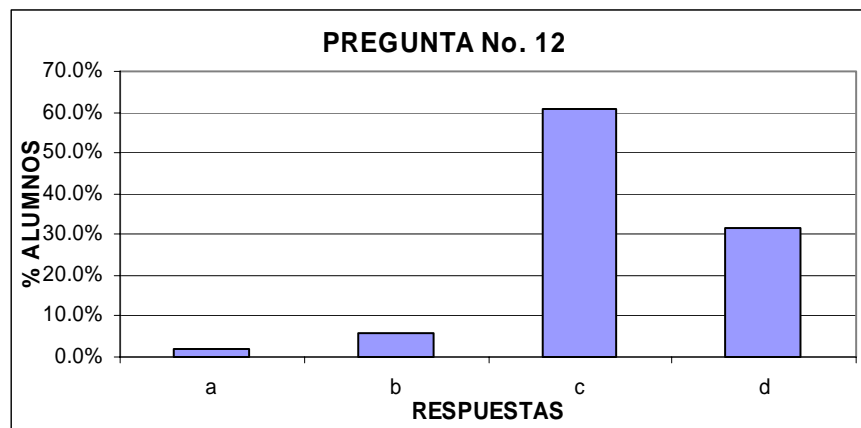
Pregunta No. 12:

Usted cree que el agua subterránea:

- Opciones de Respuesta:
- a. Se debe gastar lo más que se pueda
- b. No se debe extraer
- c. Debe extraerse en cantidades moderadas
- d. Se debe extraer sólo con supervisión técnica

Condicionamientos: Marque sólo una respuesta

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	5	2.1%
b	14	5.9%
c	145	60.7%
d	75	31.4%



- **ANÁLISIS**

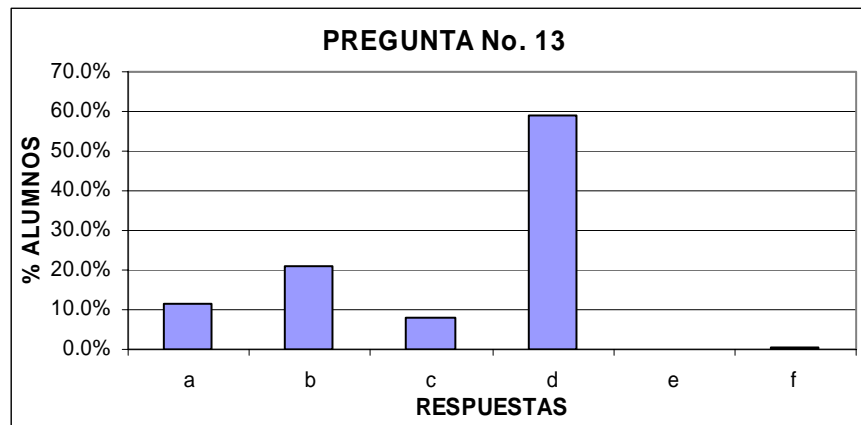
Debido a que el 60.7% de los estudiantes considera que el agua subterránea es un recurso que debe extraerse en cantidades moderadas, se puede deducir que éstos, tienen la idea de que éste recurso es agotable y son concientes de su lentísima renovación, por lo tanto es bueno que los alumnos sepan que el agua subterránea puede ser extraída y aprovechada por el hombre, pero que éste aprovechamiento debe realizarse con precauciones. Por otro lado el 31.4% opina que la extracción del agua subterránea debe realizarse con supervisión técnica, esto sería lo ideal ya que así se garantizaría un mejor manejo del recurso con el que cuenta la región.

Pregunta No. 13:

Una manera en la cual usted puede contribuir con el cuidado de las aguas subterráneas en Bucaramanga es

- Opciones de Respuesta:
 - a. Socializando el tema con su familia y amigos
 - b. Promoviendo campañas educativas sobre el tema
 - c. Buscando más información sobre las aguas subterráneas
 - d. Todas las anteriores
 - e. Otras, Cuáles
 - f. No sabe

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	28	11.7%
b	50	20.9%
c	19	7.9%
d	141	59.0%
e	0	0.0%
f	1	0.4%



- **ANÁLISIS**

Los resultados de ésta pregunta son muy importantes ya que con éstos se puede conocer un poco sobre la reflexión que queda en los estudiantes y sobre su intención de participar en actividades posteriores que contribuyan a mejorar las condiciones del agua subterránea para la ciudad de Bucaramanga. Se puede decir que el balance obtenido es positivo ya que el 59% de los estudiantes estarían dispuestos a contribuir socializando el tema de las aguas subterráneas con sus familias y amigos, promoviendo campañas y buscando más información sobre el tema, el 20.9% se identifica con la promoción de campañas educativas sobre aguas subterráneas y un 11.7% estaría dispuesto a socializar el tema con su familia y amigos.

6. CONCLUSIONES

- En la ciudad de Bucaramanga, el uso y la exposición a la contaminación del agua subterránea es indiscutible, es por esto que se hace necesario comenzar a educar a la comunidad para que ésta haga una correcta administración del recurso hídrico subterráneo.
- La revisión de herramientas educativas en el uso del agua subterránea fue fundamental para el desarrollo de éste proyecto, debido a que el conocimiento de las propuestas que hasta ahora se han llevado a cabo en otros países nos orientó en cuanto a los parámetros que debían analizarse para hacer la selección y posteriormente el diseño de una herramienta didáctica que se realizaría como parte del mismo.
- Aunque las herramientas educativas sobre aguas subterráneas consultadas a nivel nacional son de tipo técnico dirigidas principalmente a un público con conocimientos previos sobre el tema, la realización de herramientas para público tanto infantil como juvenil es fundamental debido a que son los niños y jóvenes del presente quienes administrarán y harán uso de los recursos naturales con los que se contarán en el futuro.
- La utilización de medios audiovisuales es una buena estrategia para mostrar a cualquier tipo de población temas didácticos de tipo educativo, para el caso del video diseñado en éste proyecto: “*Conociendo el agua subterránea en Bucaramanga*” se obtuvo una buena acogida dentro de la población de los colegios. Debe aclararse que el tamaño de la muestra con la que se realizó la

actividad de implementación fue un poco limitado (240 estudiantes), y por lo tanto su representatividad no es la mejor, sin embargo se buscará seguir mostrando el material a otros colegios y sectores de la comunidad

- Se logró tener un acercamiento con la comunidad estudiantil dándole a conocer la existencia del agua subterránea y concientizándola de la importancia que tiene cuidarla de la contaminación y aprovecharla de manera inteligente, se despertó el interés no sólo por conocer más sobre las aguas subterráneas, sino también por participar activamente en programas de socialización y promoción de campañas encaminadas a mejorar las condiciones del recurso hídrico subterráneo.

- En términos generales, el video educativo "*Conociendo el agua subterránea en Bucaramanga*" cumplió con las expectativas previstas, sus fortalezas radican en que su contenido es claro y tiene una buena calidad técnica, además su costo fue bastante bajo debido a las limitaciones económicas que se presentaron. Para mejorar la herramienta actual o generar otras que puedan llegar a la comunidad es necesario contar con el apoyo logístico y económico de las entidades interesadas, ya sea autoridades ambientales, prestadoras de servicios o directamente del estado.

7. RECOMENDACIONES

- La utilización de herramientas audiovisuales son una gran alternativa para proyectos de tipo educativo con los cuales se pretenda llegar a la comunidad, por lo tanto recomendamos no solo que se sigan realizando propuestas como ésta en el campo de la educación ambiental, sino que también se siga trabajando con la modalidad de videos por los buenos resultados que se pueden obtener con éstos.
- Para el proceso de selección de público y de tipo de herramienta que se desee diseñar debe contarse con la asesoría de personas especializadas que puedan brindar una orientación adecuada y así evitar posibles inconvenientes durante la realización de la herramienta o durante la implementación de la misma.
- La medición del impacto de la herramienta educativa que se diseñe es de vital importancia, ya que ésta permite encontrar tanto las fortalezas como las falencias en el proyecto, por lo tanto al igual que en el diseño de la herramienta también es necesario contar con ayuda especializada.
- La realización de una prueba piloto es de gran ayuda para detectar posibles errores en el material diseñado. Ésta prueba debe realizarse con una muestra pequeña que reúna las mismas características de la población para el cual se diseñó la herramienta. Todas las observaciones realizadas en ésta prueba son de vital importancia para realizar un trabajo óptimo en las jornadas de implementación.

- Dentro de las jornadas de implementación de la herramienta educativa debe procurarse la inclusión de actividades que permitan una participación abierta del público permitiéndoles un espacio para que se expresen y se apropien del tema.
- Teniendo en cuenta las limitaciones que presenta el video educativo Conociendo el Agua Subterránea en Bucaramanga en cuanto al lenguaje utilizado en la explicación de los conceptos, se recomienda la creación de herramientas educativas similares para concienciar a los niños en etapa escolar primaria sobre la importancia y el manejo adecuado del Agua Subterránea.

BIBLIOGRAFÍA

ARROJO, P. Valoración de las aguas subterráneas en el marco económico general de la gestión de aguas en España. Papeles del Proyecto Aguas subterráneas, Madrid, 2000.

CDWR (California Department of Water Resources). The California Water Plan Update. Bulletin Sacramento, California 1998.

COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA. Herramienta Básica para la Protección del Recurso Hídrico Subterráneo, México 2004.

DELLI PRISCOLI, J. Public involvement, conflict management, and dispute resolution in water resources and environmental decision making. En: Public involvement and dispute resolution. Institute for Water Resources. U.S. Army Corps of Engineers, Virginia, 1998

GLEICK, P. The World's Water 1998/1999. The biennial report on freshwater resources. Island Press, California, 1998.

LOPEZ, Juan, FORNÉS, Juan, RAMOS, Gerardo y VILLARROYA Fermín. Las Aguas Subterráneas: Un Recurso Natural del Subsuelo, Madrid 2001.

LLAMAS, M.R., FORNÉS, J., HERNÁNDEZ-MORA, N. y MARTINEZ CORTINA, I. Aguas subterráneas: retos y oportunidades. Mundi-Prensa y Fundación Marcelino Botín, Madrid, 2001.

MARTINEZ CORTINA L, HERNÁNDEZ-MORA N. y LLAMAS M.R. El uso sostenible de las aguas subterráneas en España. Boletín Geológico y Minero, Madrid 2002.

MIMAM (Ministerio de Medio Ambiente). Libro Blanco del Agua en España. Secretaría de Estado de Aguas y Costas, Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. Madrid, 2000.

OIEA. Manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos subterráneos en América Latina - Proyecto Regional RLA/8/031. 2001.

ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. Desarrollo Sostenible y Agua. 1997.

PULIDO, A. Y PULIDO, P. El abastecimiento de agua en las ciudades del Mediterráneo. Madrid, 1999.

RUEDA, Jesús David. Aplicación SIG para el control del manejo y disposición de residuos en los lavaderos de vehículos del área de jurisdicción de la CDMB. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga 2004.

SOLLEY, W.B., PIERCE, R.R. y PERLMAN, H.A. Estimated use of water in the United States in 1995. U.S. Geological Survey, Circular 1200, Denver, 1998.

WCD (WORLD COMMISSION ON DAMS). Dams and development, a new frame for decision-making. Earthscan, 2000.

A N E X O S

ANEXO A.

**CUANTIFICACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA EXTRAÍDA EN
LAVADEROS DE CARROS Y ESTACIONES DE SERVICIO EN LA
CIUDAD DE BUCARAMANGA.**

NOMBRE	ABASTECIMIENTO DE AGUA	Vol. prom diario (m³)	Vol. prom anual (m³)
Estacion de Servicio Real de Minas	Agua subterránea, Acueducto	20	7200
Estacion de Servicio La Rosita	Agua subterránea, Acueducto	20	7200
Center Car	Agua subterránea, Acueducto	20	7200
Autolavado El Rapido	Agua subterránea, Acueducto	20	7200
Lubritaxis Ltda.	Agua subterránea, Acueducto	20	7200
Servicentro Los Compadres	Agua subterránea, Acueducto	20	7200
Estacion de Serv. Oriental de Trans	Agua subterránea, Acueducto	20	7200
Full Center	Agua subterránea, Acueducto, Lluvia	20	7200
Serviroger	Agua subterránea, Lluvias	20	7200
Estacion de Servicio Centroabastos	Agua subterránea, Lluvias	20	7200
Multiservicios El Venado de oro	Agua subterránea, Lluvias	20	7200
La Casa del Bocel	Agua subterránea, Recircula	20	7200
Servi Autos La 17	Agua Subterránea	20	7200
Servicentro Acrópolis	Agua Subterránea	20	7200
Serviautos La 55	Agua Subterránea	20	7200
Servicentro El Mejor	Agua Subterránea	20	7200
Lava Autos Rapilisto La Isla	Agua Subterránea	20	7200
Lavadero La Isla	Agua Subterránea	20	7200
Lavaautos Bahia Cars	Agua Subterránea	20	7200
Estacion de Servicio La Concordia	Agua Subterránea	20	7200
Lubricentro San Martin	Agua Subterránea	20	7200
Servicentro Superexito	Agua Subterránea	20	7200
Parqueadero Campo Hermoso	Agua Subterránea	20	7200
Lavadero Centenario	Agua Subterránea	20	7200
Estacion de Servicio Ciudad Bonita	Agua Subterránea	20	7200
Lavadero y Parqueadero La 9º	Agua Subterránea	20	7200

NOMBRE	ABASTECIMIENTO DE AGUA	Vol. prom diario (m³)	Vol. prom anual (m³)
Multiservicios La Perla del Fonce	Agua Subterránea	20	7200
Asometalpa Ltda.	Agua Subterránea	20	7200
Parqueadero Los Amigos	Agua Subterránea	20	7200
Estacion de Servicio Los Caneyes	Agua Subterránea	20	7200
Estacion de Servicio El Carmen	Agua Subterránea	20	7200
Lavado Seis Esquinas	Agua Subterránea	20	7200
Lavadero La Batea	Agua Subterránea	20	7200
Estacion de Servicio Dagar	Agua Subterránea	20	7200
Car`s Express	Agua Subterránea	20	7200
Estacion de Servicio Colombia	Agua Subterránea	20	7200
Autoservicio Cabecera	Agua Subterránea	20	7200
Servicentro La Esmeralda	Agua Subterránea	20	7200
Auto Lavado Cotrander	Agua Subterránea	20	7200
Servicentro Poblado Car`s	Agua Subterránea	20	7200
Lavadero La Qda.Estacion	Agua Subterránea	20	7200
Empresa de Transportes Lebrija	Agua Subterránea	20	7200
Lavadero de Darvi Repuestos	Agua Subterránea	20	7200
Parqueadero El Propio	Agua Subterránea	20	7200
Autolavado Calle 48	Agua Subterránea	20	7200
Autolavado Center Car	Agua Subterránea	20	7200
Estación Terpel	Agua Subterránea	20	7200
Splash Car	Agua Subterránea	20	7200
VOLUMENES TOTALES m³		720	403200
CAUDAL DIARIO PROM. m³/Hr		72	
CAUDAL PROM. Lps		20	

ANEXO B.

GUIÓN TÉCNICO UTILIZADO PARA EL VIDEO EDUCATIVO

AUDIO	VIDEO
Entra música electrónica suave	Logo UIS, créditos escuela de Ing. Civil y grupo GPH. Conociendo el agua subterránea en Bucaramanga. Fade OUT (25")
<p>Entra música por fade in. Sostiene 5" y baja a segundo plano.</p> <p>Off: A medida que nuestras comunidades crecen necesitamos mas agua para el consumo de las nuevas generaciones, para las industrias, para generar energía hidroeléctrica y para el regadío de nuestros campos.</p>	Fade in panorámica de Bucaramanga. Calles del centro, tráfico, zona industrial de Girón fotografía hidroeléctrica, regadío de cultivos.
<p>Música New Era se sostiene en segundo plano.</p> <p>Off: Cuando las nubes se vuelven muy pesadas, el agua que contienen cae en forma de lluvia, nieve o granizo, por acción de la gravedad produciendo lo que conocemos como precipitación. Parte se evapora en su caída y parte es interceptada por la vegetación, al poco tiempo regresa a la atmósfera en forma de vapor de agua, esta precipitación puede tomar varios caminos</p>	Animación ciclo hidrológico, imágenes plantas y rocío en las riojas.
<p>Música New Era se sostiene en segundo plano.</p> <p>Off: Por la acción del sol el agua de la superficie de la tierra y de los organismos vivos pasa como vapor hacia la atmósfera. El vapor de agua que se eleva hacia la atmósfera se enfría y se junta en pequeñas gotas líquidas o cristales sólidos que forman las nubes</p>	Animación ciclo hidrológico.
<p>Música New Era se sostiene en segundo plano.</p> <p>Especialista en in. Entrevista IC Msc. Jorge Guzmán Jaimes.</p>	Especialista en in. Combinación de imágenes.
<p>Música New Era se sostiene en segundo plano.</p> <p>Off: Parte del agua que cae se infiltra hacia el suelo, una parte es retenida en los poros del suelo, y otra va a alimentar los acuíferos. Los acuíferos son formaciones geológicas capaces de almacenar y transmitir agua en cantidades significativas de modo que pueda extraerse mediante obras de captación.</p>	Animación ciclo hidrológico, apoyo imágenes acuíferos, imágenes drenes Nazareth CDMB.

AUDIO	VIDEO
<p>Música New Era se sostiene en segundo plano.</p> <p>Off: Un alto porcentaje de las aguas superficiales tienen su origen en las aguas subterráneas, éstas proceden principalmente de la recarga de las aguas de lluvia que hacen un cierto recorrido por los acuíferos y terminan en los ríos o en la superficie del terreno en manantiales y drenes</p>	<p>Imágenes drenes Nazareth CDMB, quebrada, afloramiento natural de agua, apoyos fotográficos. Imagen corte de suelo para explicar drenes.</p>
<p>Música New Era se sostiene en segundo plano.</p> <p>Especialista en in. Entrevista IC PhD Sully Gómez Isidro</p>	<p>Especialista en in. Combinación de imágenes</p>
<p>Música New Era se sostiene en segundo plano.</p> <p>Off: Los sistemas más antiguos de extracción de agua subterránea son excavaciones de pozos realizadas a pico y pala, éstos con profundidades hasta de quince metros que en Santander son más conocidos como aljibes o cisternas. En la actualidad ésta forma manual de abrir pozos ha sido sustituida por modernas máquinas perforadoras.</p>	<p>Imágenes perforaciones antiguas de aljibes y cisternas combinadas con secuencia de perforación con maquinaria pesada, termina con imagen de extracción por bombeo.</p>
<p>Música New Era se sostiene en segundo plano.</p> <p>Off: En Bucaramanga el agua subterránea ha sido aprovechada por una parte de la población, como en los lavaderos de carros y estaciones de servicio y en el sector rural para el abastecimiento en fincas y regadío de cultivos.</p>	<p>Panorámicas de Bucaramanga, imágenes de lavaderos de carros y regadío de campos.</p>
<p>Música New Era se sostiene en segundo plano.</p> <p>Especialista en in. Entrevista Ing. Jorge Guzmán Jaimes.</p>	<p>Especialista en in. Combinación de imágenes</p>
<p>Música electrónica suave</p> <p>Música New Era se sostiene en segundo plano.</p> <p>Off: EI sector industrial produce una variedad de sustancias orgánicas e inorgánicas que cuando se vierten de modo incontrolado o mal regulado pueden dar lugar a la contaminación de suelos y aguas subterráneas. Para el caso específico de la ciudad de Bucaramanga, uno de los grandes problemas de contaminación surge a partir de los lavaderos de carros y estaciones de servicio y por el sector industrial.</p>	<p>Título: Contaminación Industrial</p> <p>Imágenes residuos de actividades en lavaderos de carros, zona industrial de Girón, quebrada La Iglesia.</p>
<p>Música electrónica suave</p>	<p>Título: Contaminación Agrícola</p>

AUDIO	VIDEO
<p>Música New Era se sostiene en segundo plano.</p> <p>Off: Los abonos agrícolas pueden producir contaminación principalmente debido al aporte de nitratos. La aplicación excesiva e incorrecta de abonos y las prácticas de riego poco eficientes favorecen el lavado de nitratos y su entrada al acuífero. Igualmente los plaguicidas agrícolas o compuestos químicos utilizados en el control y destrucción de plagas y enfermedades de las plantas, son una alta fuente de contaminación ya que tienen una alta resistencia a la degradación.</p>	<p>Imágenes de fumigación en cultivos de café, práctica de riego.</p>
<p>Música New Era se sostiene en segundo plano. Especialista en in. Entrevista IC PhD Sully Gómez Isidro</p>	<p>Especialista en in. Combinación de imágenes</p>
<p>Música electrónica suave</p>	<p>Título: Contaminación Urbana</p>
<p>Música New Era se sostiene en segundo plano.</p> <p>Off: Son una importante fuente de contaminación los tanques enterrados, los depósitos de combustibles en estaciones de servicio, los pozos mal construidos o abandonados con entubaciones rotas o corroídas en niveles con aguas de mala calidad, y aquellos que permiten la fácil entrada de aguas superficiales. A esto se suman los problemas generados en los rellenos sanitarios y botaderos de basura, ya que el tratamiento que se le da al suelo de soporte de los mismos no es suficiente para evitar la infiltración de los lixiviados.</p>	<p>Imágenes de tanques enterrados y pozos para extracción y almacenamiento de aguas subterráneas en lavaderos de carros y estaciones de servicio. Canales de desagüe.</p> <p>Fotografías de botaderos de basura e ilustraciones sobre lixiviados en rellenos sanitarios.</p>
<p>Música electrónica suave</p>	
<p>Música New Era se sostiene en segundo plano.</p> <p>Off: Los lixiviados son líquidos que se generan por la descomposición de las basuras, su aspecto es negro, de olor fuerte y debido a que son fluidos pueden recorrer el subsuelo hasta encontrarse con los acuíferos contaminándolos.</p>	<p>Tomas canal de entrega de lixiviados a la quebrada La Iglesia.</p>
<p>Música New Era se sostiene en segundo plano.</p> <p>Off: La zona de recarga es aquella capaz de absorber y almacenar agua en el subsuelo durante los períodos de invierno, con el fin de cederla a otros acuíferos cercanos en época de verano o sequía.</p>	<p>Imágenes bosques y zona de recarga para Bucaramanga. Ilustración corte geológico de zona de recarga.</p>

AUDIO	VIDEO
Música New Era se sostiene en segundo plano. Especialista en in. Entrevista IC PhD Sully Gómez Isidro	Especialista en in. Combinación de imágenes
Música New Era se sostiene en segundo plano. Off: Para la ciudad de Bucaramanga la zona de recarga tiene baja actividad agrícola, gran parte del terreno está comprendido por bosques, lo cual ha llevado a que una de las actividades comerciales del sector sea la explotación de la industria de la madera.	Imágenes de tala de bosques en la zona de recarga. Subtítulo: Deforestación
Música electrónica suave	Título: Soluciones a los problemas de contaminación.
Música New Era se sostiene en segundo plano. Off: Como ya mencionamos, los vertidos industriales son un gran foco de contaminación para el agua subterránea, el uso de depósitos de seguridad para almacenarlos son una gran solución a éste problema.	Imágenes contaminación industrial.
Música New Era se sostiene en segundo plano. Off: Para controlar los efectos nocivos de las fumigaciones sobre el agua subterránea, es necesario utilizar dosis mínimas de plaguicidas y abonos agrícolas.	Imágenes contaminación agrícola.
Música New Era se sostiene en segundo plano. Off: La mejor manera de evitar la contaminación de los acuíferos a causa de la infiltración de lixiviados es realizar una adecuada planeación al escoger la ubicación de los rellenos sanitarios y realizar un adecuado tratamiento del suelo donde se depositan las basuras.	Imágenes contaminación urbana, ilustraciones corte de suelo con tratamiento adecuado para lixiviados.
Música New Era se sostiene en segundo plano. Off: Para Bucaramanga, la entidad reguladora de las normas sobre aguas subterráneas es la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB, la cual se encarga de controlar la exploración, aprovechamiento, preservación, prohibiciones y sanciones que garanticen el adecuado manejo del recurso hídrico subterráneo.	Imágenes de diferentes instalaciones de la Corporación.

AUDIO	VIDEO
Música New Era se sostiene en segundo plano. Especialista en in. Entrevista IC Ivan Gustavo Blanco.	Especialista en in. Combinación de imágenes
Música electrónica suave	Otras actividades contempladas en el decreto 1541 de 1974 son: <ul style="list-style-type: none"> - Adjudicación de permisos - Supervisión Técnica - Entrega de concesiones - Especificaciones técnicas - Visitas para control de operación - Aplicación de sanciones como cierres y multas de pozos.
Música New Era se sostiene en segundo plano. Especialista en in. Entrevista IC Msc. Jorge Guzmán Jaimes	Especialista en in. Combinación de imágenes
Música New Era se sostiene en segundo plano. Especialista en in. Entrevista IC PhD Sully Gómez Isidro	Especialista en in. Combinación de imágenes
Música New Era se sostiene en segundo plano. Especialista en in. Entrevista IC Ivan Gustavo Blanco.	Especialista en in. Combinación de imágenes
Música electrónica suave	El agua subterránea en Bucaramanga es una alternativa complementaria tanto para el consumo humano como para actividades industriales y agrícolas. Nuestra responsabilidad es cuidarla, evitando su contaminación y haciendo un uso inteligente de ella.
Fade In Música New Era, sostiene 5" y sube música.	Fade out
Fade In Música New Era, sostiene 5" y mantiene.	Créditos

ANEXO C.

ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES PARA LA MEDICIÓN
DEL IMPACTO DEL VIDEO CONOCIENDO EL AGUA
SUBTERRÁNEA EN BUCARAMANGA

CONOCIENDO EL AGUA SUBTERRÁNEA EN BUCARAMANGA

ENCUESTA PARA MEDICIÓN DE IMPACTO No. _____

CON BASE EN LO EXPUESTO EN EL VIDEO VISTO ANTERIORMENTE, RESPONDA LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

1. Para usted en Bucaramanga el principal uso que se le da al agua subterránea es: (marque solo una respuesta)
 Regadío de cultivos Consumo humano Estaciones de servicio y lavaderos de carros
 Actividades del sector industrial Rellenos sanitarios Todas las anteriores
2. Usted cree que tener acceso al agua subterránea es posible en: (marque solo una respuesta)
 La Ciudad El campo Zonas de actividad industrial Barrios de estrato alto
3. De las siguientes opciones, cuál considera usted que es un posible foco de contaminación de agua subterránea: (marque solo una respuesta)
 Pozos abandonados o mal contruidos Rellenos sanitarios Lavaderos de carros
 Estaciones de servicio Uso de abonos y pesticidas
 Todas las anteriores Ninguna de las anteriores Vertido de residuos industriales
4. Según su criterio, indique el grado de contaminación que produce sobre el agua subterránea cada una de las siguientes actividades:
Sector industrial Alto Medio Bajo Ninguno
Sector agrícola Alto Medio Bajo
 Ninguno
Lavaderos y estaciones Alto Medio Bajo Ninguno
Rellenos sanitarios Alto Medio Bajo Ninguno
5. Con el fin de disminuir la contaminación de las aguas subterráneas causada por los lixiviados y por lavaderos de carros y estaciones de servicio, usted propondría: (marque solo una respuesta)
 Producir menos basuras y usar depósitos de seguridad en lavaderos y estaciones de servicio
 Quemar las basuras y cerrar los lavaderos y estaciones
 Fumigar en los rellenos sanitarios y reubicar las estaciones de servicio en zonas alejadas de la ciudad
 Adecuar el terreno en los rellenos sanitarios y hacer tratamiento adecuado de residuos en lavaderos y estaciones de servicio
6. En su opinión el agua subterránea es importante para Bucaramanga porque: (marque solo una respuesta)
 Satisface una necesidad de la comunidad Es útil para el crecimiento de la industria
 No es importante Es un recurso inagotable
7. En su criterio, organice del 1 al 4 según el grado de importancia el lugar que ocupa el uso del agua subterránea en Bucaramanga para las siguientes actividades. (1 es la mayor importancia y 4 la menor)
 Sector industrial Sector Agrícola Consumo humano
 Lavaderos de carros

8. Por zona de recarga usted entiende que:
- Es una zona adecuada para depositar basuras
- Es una excavación para extraer agua subterránea No sabe lo que es una zona de recarga
- Es aquella donde se almacena agua subterránea para abastecer acuíferos
9. Cómo describiría el video que acaba de ver? (Marque máximo dos respuestas)
- Entretenido Aburrido Aporta algo a su conocimiento
- Interesante Difícil de comprender Fácil de comprender
10. Antes de ver el video "Conociendo el agua subterránea en Bucaramanga", había oído nombrar algo sobre las aguas subterráneas?
- Si No,
- Si su respuesta es si, ésta información la obtuvo de:
- El colegio Sus amigos Su familia Televisión
- Periódicos
- Libros Otros Cuáles _____
11. Con el fin de aprender mas sobre aguas subterráneas, a usted le gustaría que le presentaran: (marque máximo dos respuestas)
- Más videos Conferencias Talleres Cartillas y folletos
- Información por Internet Todas las anteriores No le interesaría tener más información
12. Usted cree que el agua subterránea: (marque solo una respuesta)
- Se debe gastar lo más que se pueda No se debe extraer
- Debe extraerse en cantidades moderadas Se debe extraer sólo con supervisión técnica
13. Una manera en la cual usted puede contribuir con el cuidado de las aguas subterráneas en Bucaramanga es: (marque solo una respuesta)
- Socializando el tema con su familia y amigos Promoviendo campañas educativas sobre el tema
- Buscando más información sobre las aguas subterráneas Todas las anteriores
- Otras, Cuáles? _____

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!!

ANEXO D.

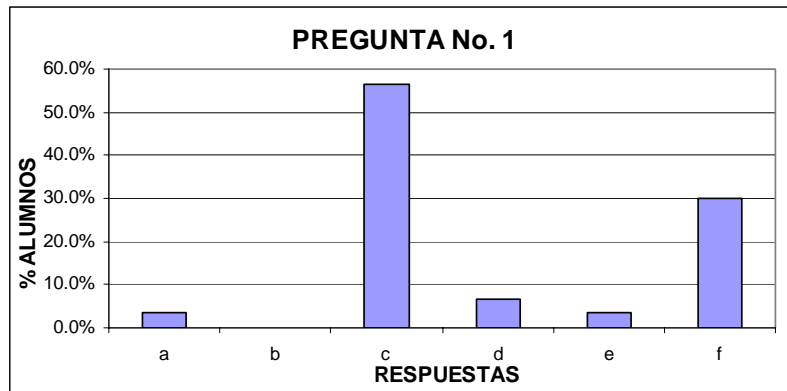
**RESULTADOS OBTENIDOS EN LA ACTIVIDAD
DE PRUEBA PILOTO.**

Pregunta No. 1:

Para usted en Bucaramanga el principal uso que se le da al agua subterránea es:

- Opciones de respuesta:
- g. Regadío de cultivos
- h. Consumo humano
- i. Estaciones de servicio y lavaderos de carros
- j. Actividades del sector industrial
- k. Rellenos sanitarios
- l. Todas las anteriores

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	1	3,3%
b	0	0,0%
c	17	56,7%
d	2	6,7%
e	1	3,3%
f	9	30,0%



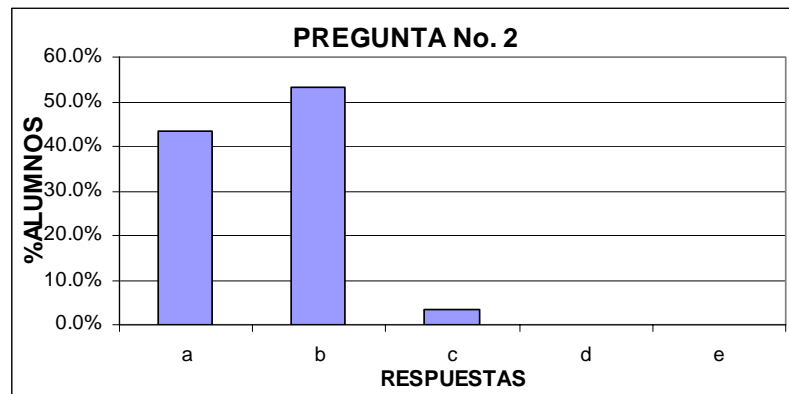
Pregunta No.2:

Usted cree que tener acceso al agua subterránea es posible en:

- Opciones de respuesta:
- e. La ciudad

- f. El campo
- g. Zonas de actividad industrial
- h. Barrios de estrato alto

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	13	43,3%
b	16	53,3%
c	1	3,3%
d	0	0,0%



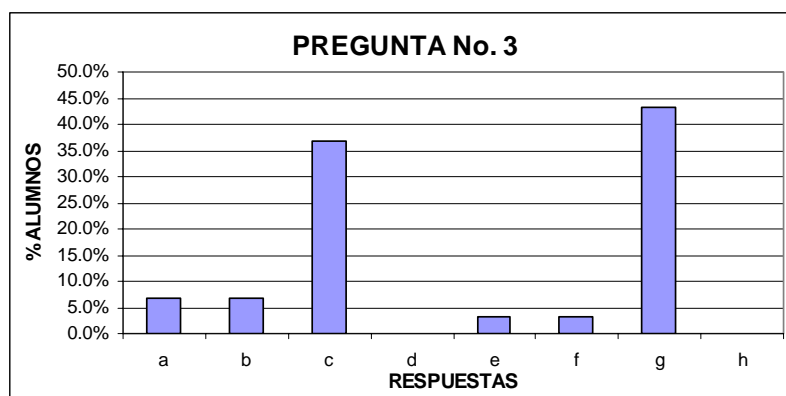
Pregunta No. 3:

De las siguientes opciones, cuál considera usted que es un posible foco de contaminación de agua subterránea

- Opciones de respuesta:
 - i. Pozos abandonados o mal contruidos
 - j. Rellenos sanitarios
 - k. Vertido de residuos industriales
 - l. Lavaderos de carros
 - m. Estaciones de servicio
 - n. Uso de abonos y pesticidas
 - o. Todas las anteriores
 - p. Ninguna de las anteriores

Condicionamiento: Marque sólo una respuesta

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	2	6,7%
b	2	6,7%
c	11	36,7%
d	0	0,0%
e	1	3,3%
f	1	3,3%
g	13	43,3%
h	0	0,0%



Pregunta No. 4.1:

Según su criterio, indique el grado de contaminación que produce sobre el agua subterránea cada una de las siguientes actividades: Sector industrial, sector agrícola, lavaderos de carros y estaciones de servicio, rellenos sanitarios y depósitos de basura.

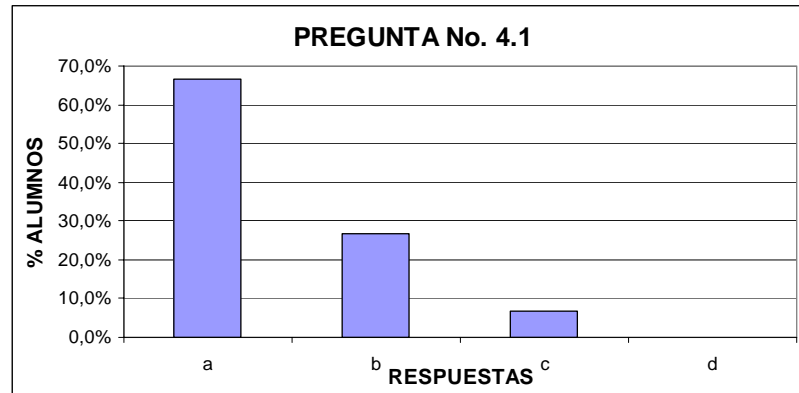
- Opciones de respuesta para cada actividad:

- e. Alto
- f. Medio
- g. Bajo
- h. Ninguno

Condicionamiento: Marque solo una opción para cada actividad

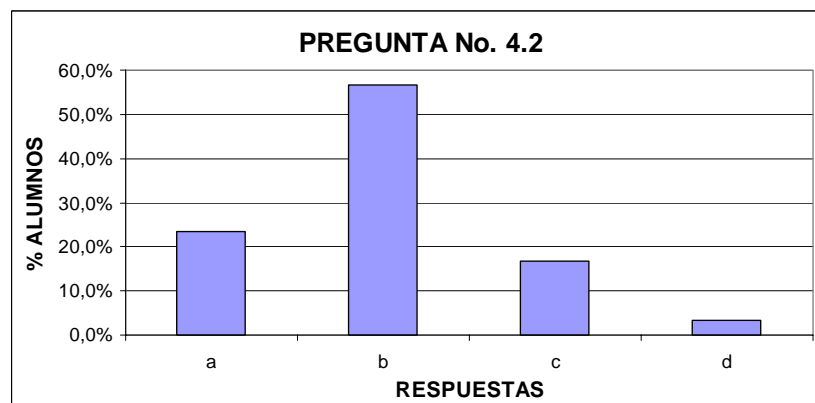
Sector Industrial

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	20	66,7%
b	8	26,7%
c	2	6,7%
d	0	0,0%



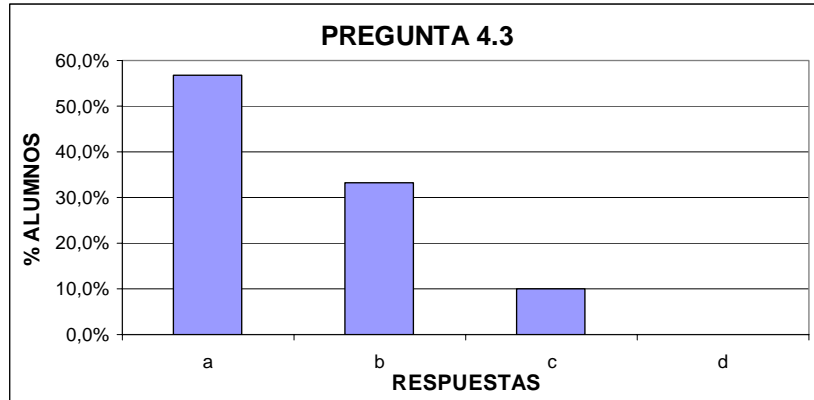
Sector Agrícola

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	7	23,3%
b	17	56,7%
c	5	16,7%
d	1	3,3%



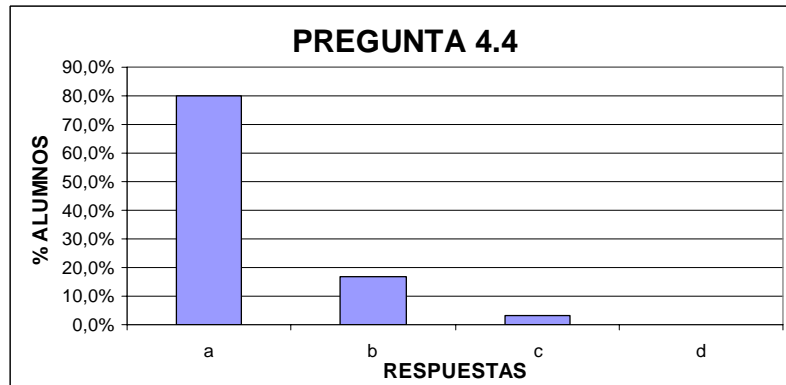
Lavaderos de Carros y Estaciones de Servicio

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	17	56,7%
b	10	33,3%
c	3	10,0%
d	0	0,0%



Rellenos Sanitarios y Depósitos de Basura

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	24	80,0%
b	5	16,7%
c	1	3,3%
d	0	0,0%



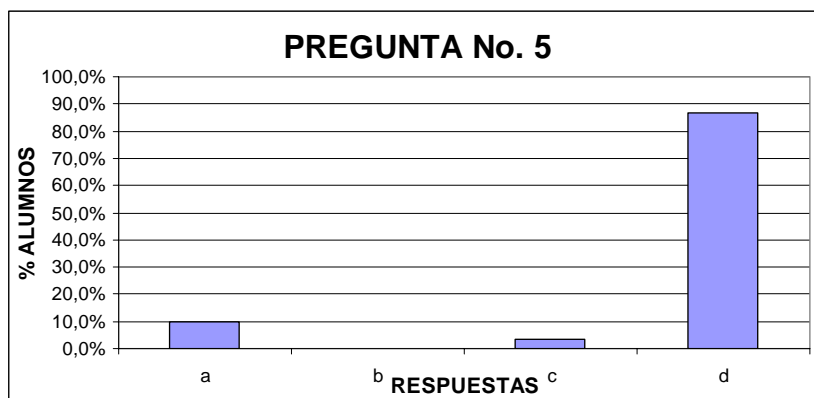
Pregunta No. 5:

Con el fin de disminuir la contaminación de las aguas subterráneas causada por los lixiviados y por lavaderos de carros y estaciones de servicio, usted propondría

- Opciones de respuesta:
- e. Producir menos basuras y usar depósitos de seguridad en lavaderos y estaciones de servicio
- f. Quemar las basuras y cerrar los lavaderos y estaciones
- g. Fumigar en los rellenos sanitarios y reubicar las estaciones de servicio en zonas alejadas de la ciudad
- h. Adecuar el terreno en los rellenos sanitarios y hacer tratamiento adecuado de residuos en lavaderos y estaciones de servicio

Condicionamientos: Marque sólo una respuesta

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	3	10,0%
b	0	0,0%
c	1	3,3%
d	26	86,7%



Pregunta No. 6:

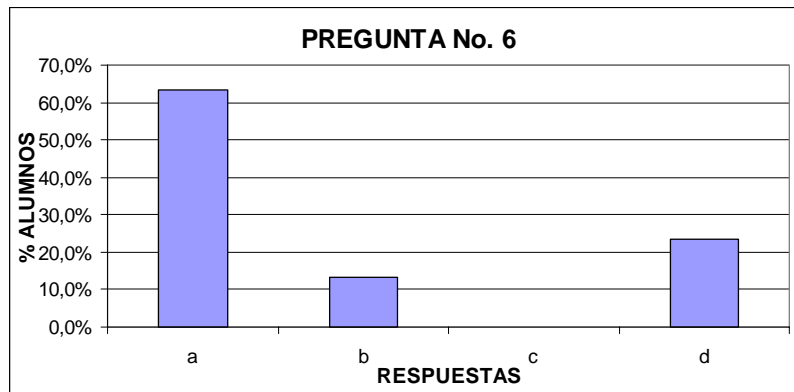
En su opinión el agua subterránea es importante para Bucaramanga porque

- Opciones de Respuesta:
- e. Satisface una necesidad de la comunidad

- f. Es útil para el crecimiento de la industria
- g. No es importante
- h. Es un recurso inagotable

Condicionamientos: Marque sólo una respuesta

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	19	63,3%
b	4	13,3%
c	0	0,0%
d	7	23,3%



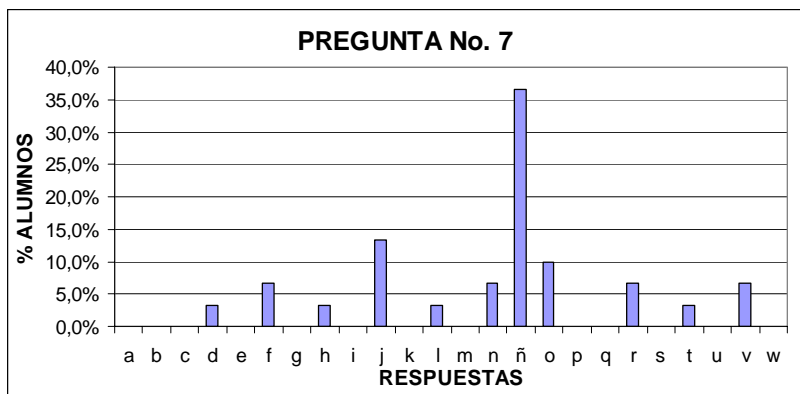
Pregunta No. 7:

En su criterio, organice del 1 al 4 según el grado de importancia el lugar que ocupa el uso del agua subterránea en Bucaramanga para las siguientes actividades: sector industrial, sector agrícola, consumo humano, lavaderos de carros.

	Sector Industria	Sector Agrícola	Consumo Humano	Lavaderos Carros	No. Estudiant	% Porcent.
a	1	2	3	4	0	0,0%
b	1	2	4	3	0	0,0%
c	1	2	3	4	0	0,0%
d	1	3	4	2	1	3,3%
e	1	4	3	2	0	0,0%
f	1	4	2	3	2	6,7%
g	2	1	3	4	0	0,0%
h	2	1	4	3	1	3,3%

l	2	3	1	4	0	0,0%
j	2	3	4	1	4	13,3%
k	2	4	3	1	0	0,0%
l	2	4	1	3	1	3,3%
m	3	1	2	4	0	0,0%
n	3	1	4	2	2	6,7%
ñ	3	2	1	4	11	36,7%
o	3	2	4	1	3	10,0%
p	3	4	1	2	0	0,0%

	Sector Industria	Sector Agrícola	Consumo Humano	Lavaderos Carros	No. Estudiant	% Percent.
q	3	4	2	1	0	0,0%
r	4	1	2	3	2	6,7%
s	4	1	3	2	0	0,0%
t	4	2	1	3	1	3,3%
u	4	2	3	1	0	0,0%
v	4	3	1	2	2	6,7%
w	4	3	2	1	0	0,0%



Pregunta No. 8:

Por zona de recarga usted entiende que:

- Opciones de Respuesta:

- e. Es una zona adecuada para depositar basuras
- f. Es una excavación para extraer agua subterránea
- g. Es aquella donde se almacena agua subterránea para abastecer acuíferos
- h. No sabe lo que es una zona de recarga

Condicionamientos: Marque sólo una respuesta

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	7	23,3%
b	1	3,3%
c	10	33,3%
d	12	40,0%



Pregunta No. 9:

Cómo describiría el video que acaba de ver?

- Opciones de respuesta:
- t. Entretenido
- u. Aburrido
- v. Aporta algo a su conocimiento
- w. Interesante
- x. Difícil de comprender
- y. Fácil de comprender
- z. Entretenido y Aburrido
- aa. Entretenido y aporta algo a su conocimiento
- bb. Entretenido e interesante
- cc. Entretenido y difícil de comprender
- dd. Entretenido y fácil de comprender
- ee. Aburrido y aporta algo a su conocimiento
- ff. Aburrido e interesante
- gg. Aburrido y difícil de comprender
- ñ. Aburrido y fácil de comprender

- hh. Aporta algo a su conocimiento e interesante
 - ii. Aporta algo a su conocimiento y difícil de comprender
 - jj. Aporta algo a su conocimiento y fácil de comprender
 - kk. Interesante y difícil de comprender
 - ll. Interesante y fácil de comprender
- Condicionamientos: Marque máximo dos respuestas

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	0	0,0%
b	0	0,0%
c	6	20,0%
d	14	46,7%
e	0	0,0%
f	0	0,0%
g	0	0,0%
h	0	0,0%
i	0	0,0%
j	0	0,0%
k	0	0,0%
l	0	0,0%
m	0	0,0%
n	0	0,0%
ñ	0	0,0%
o	7	23,3%
p	0	0,0%
q	1	3,3%
r	0	0,0%
s	2	6,7%



Pregunta No. 10:

Antes de ver el video “Conociendo el agua subterránea en Bucaramanga”,
había oído nombrar algo sobre las aguas subterráneas?

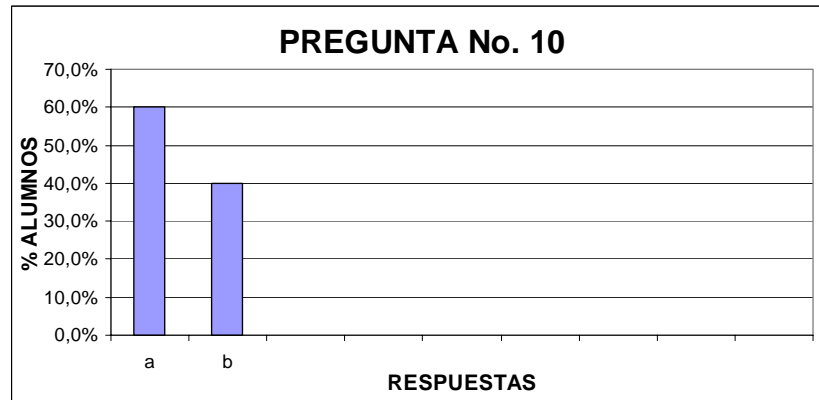
- Opciones de respuesta:

c. Si

d. No

Condicionamientos: Si su respuesta es si, pasa a la pregunta 10.a

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	18	60,0%
b	12	40,0%



Pregunta No. 10.a:

Ésta información la obtuvo de:

- Opciones de respuesta:

h. El colegio

i. Sus amigos

j. Su familia

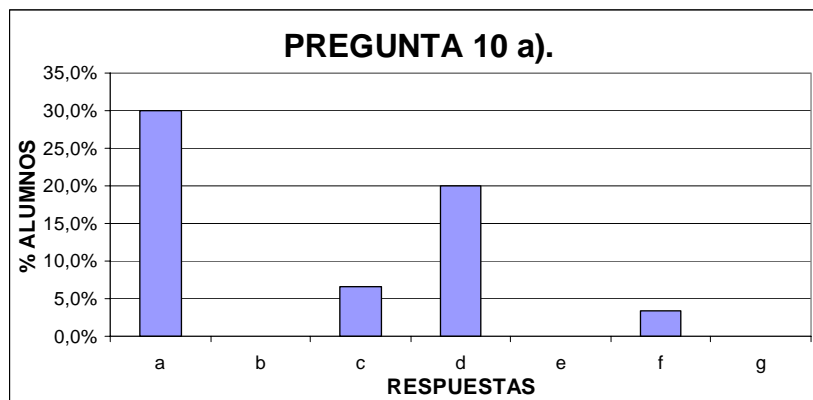
k. Televisión

l. Periódicos

m. Libros

n. Otros, cuáles

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	9	30,0%
b	0	0,0%
c	2	6,7%
d	6	20,0%
e	0	0,0%
f	1	3,3%
g	0	0,0%



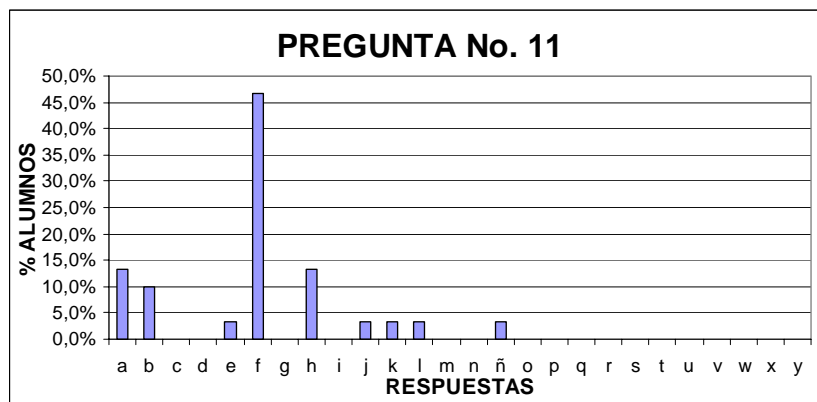
Pregunta No. 11:

Con el fin de aprender más sobre aguas subterráneas, a usted le gustaría que le presentaran:

- Opciones de Respuesta:
- l. Más videos
- m. Conferencias
- n. Talleres
- o. Cartillas y folletos
- p. Información por Internet
- q. Todas las anteriores
- r. No le interesaría tener más información
- s. Más videos y conferencias
- t. Más videos y talleres
- u. Más videos y cartillas y folletos
- v. Más videos e información por Internet
- p. Conferencias y Talleres

- ñ. Conferencias y cartillas y folletos
 - q. Conferencias e información por Internet
 - t. Talleres y cartillas y folletos
 - u. Talleres e información por Internet
 - w. Cartillas y folletos e información por internet
- Condicionamientos: Marque máximo dos respuestas

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	4	13,3%
b	3	10,0%
c	0	0,0%
d	0	0,0%
e	1	3,3%
f	14	46,7%
g	0	0,0%
h	4	13,3%
i	0	0,0%
j	1	3,3%
k	1	3,3%
n	0	0,0%
ñ	1	3,3%
o	0	0,0%
r	0	0,0%
s	0	0,0%
v	0	0,0%



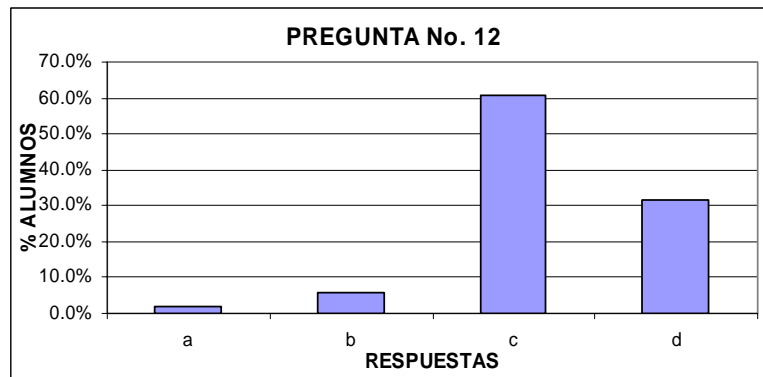
Pregunta No. 12:

Usted cree que el agua subterránea:

- Opciones de Respuesta:
 - e. Se debe gastar lo más que se pueda
 - f. No se debe extraer
 - g. Debe extraerse en cantidades moderadas
 - h. Se debe extraer sólo con supervisión técnica

Condicionamientos: Marque sólo una respuesta

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	0	0,0%
b	1	3,3%
c	17	56,7%
d	12	40,0%



Pregunta No. 13:

Una manera en la cual usted puede contribuir con el cuidado de las aguas subterráneas en Bucaramanga es

- Opciones de Respuesta:
 - g. Socializando el tema con su familia y amigos
 - h. Promoviendo campañas educativas sobre el tema
 - i. Buscando más información sobre las aguas subterráneas
 - j. Todas las anteriores
 - k. Otras, Cuáles
 - l. No sabe

RESPUESTA	No. ESTUDIANTES	PORCENTAJE
a	1	3,3%
b	10	33,3%
c	4	13,3%
d	14	46,7%
e	0	0,0%
f	1	3,3%

