



# **REPUBLICA DEL ECUADOR**

## **INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS NACIONALES**

### **FACULTAD DE GERENCIA EMPRESARIAL**

#### **TELEMETRIA O TELELECTURA PARA MEDIDORES DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO DEL DMQ.**

**Tesis presentada como requisito para optar al Título de Master  
en Alta Gerencia.**

Autor: Marcelo Hernán Quishpe P.

Asesor Director: Dr. Carlos Gutiérrez

**Quito, marzo del 2008**



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

## DEDICATORIA

A mi querida familia, mi incomparable esposa Pilar que es la impulsora del hogar, mis hijas Marcelita, Verito y Dennisse



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

## **AGRADECIMIENTO**

**Mi debido agradecimiento al IAEN, a sus autoridades, docentes y personal administrativo, así como también a la EMAAPQ.**

## INDICE

### **CAPITULO I**

#### **MARCO REFERENCIAL.**

1.	PLANTEAMIENTO.	1
1.1.	Antecedentes	1
1.1.1.	El agua es un recurso estratégico	1
1.1.2.	Sin agua no hay vida	2
1.1.2.1.	Acciones emprendidas a nivel mundial	5
1.1.2.2.	El Consejo Mundial del Agua	7
1.1.3.	Necesidad de medir, cuidar y controlar el elemento líquido vital en el DMQ.	10
1.1.3.1.	Control de los sistemas desde su captación hasta el uso domiciliario	11
1.1.4.	Agua no contabilizada.	11
1.2.	Formulación del problema	12
1.3.	Delimitación	14
1.4.	Objetivos	15
1.4.1.	General	15
1.4.2.	Específico	15
1.5.	Justificación	15

### **CAPITULO II**

#### **MARCO TEORICO**

2.1.	El agua ñescaso oro azulö	17
2.1.1.	Las batallas del agua	17
2.1.2.	Las multinacionales y la superexplotación del agua	20
2.2.	Antecedentes históricos de La Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable	22
2.2.1.	Creación de La Empresa Municipal de Agua Potable	23
2.2.3.	Misión	23

2.2.4.	Visión	24
2.2.5.	Base legal	24
2.2.6.	Estructura de la EMAAPQ	25
2.2.7.	Clientes y usuarios de la EMAAPQ.	25
2.2.8.	Captaciones y fuentes de abastecimiento	26
2.3.	Marco científico y técnico relacionado con el proyecto	27
2.4.	Sistemas de lectura	31
2.4.1.	Evolución del sistema de toma de lecturas a medidores	32
	Desventajas del sistema de tomas de lectura vía radio	37
	Optimización de los sistemas de toma de lecturas	40

### **CAPITULO III METODOLOGIA**

3.1.	Métodos	44
3.2.	Muestra	45
3.3.	Datos	46
3.4.	Instrumento	47
3.5.	Tabulación e interpretación de resultados	50
3.6.	Pregunta directriz. ¿Qué cantidad de agua potable es producida y no facturada en el DMQ., durante el 2007	67

### **CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

4.1.	Conclusiones	71
4.2.	Recomendaciones	73

### **CAPITULO V PROYECTO DE TELELECTURAS EN EL CENTRO DE QUITO.**

	Tele lecturas automáticas e inteligentes para medidores o contadores de agua potable, instalados en el sector centro del DMQ.	75
5.1.	Presentación y localización	75
5.2.	Objetivos	76
5.2.1.	Objetivo general	76
5.2.2.	Objetivos específicos	77
5.3.	Estudio técnico	77
5.3.1.	Ventajas de la aplicación de este sistema de toma de lecturas automáticas.	81
5.3.2.	Sistema de toma de lecturas automáticas a distancia, aplicando tecnología Sistema Global para comunicaciones Móviles(GSM).	84
5.3.3	Equipos y elementos requeridos para aplicación de tele lectura mediante GSM.	92
5.4.	Costos y valoración del proyecto	92

5.5.	Recursos.	97
5.5.1.	Asignación de recursos	97
5.5.2.	Recuperación de la inversión	98
5.5.3.	Cálculo de la tasa interna de retorno TIR	99
5.6.	Evaluación del proyecto	100
5.6.1.	Costos-beneficio sociales.	101
	Beneficios sociales	101
	Beneficio institucional	103
5.6.2.	Costos sociales	103
5.7.	Planificación de la ejecución	104
5.7.1.	Cronograma de ejecución	106
5.7.2.	Proceso operativo	107
5.7.3.	Recomendaciones de instalación	108
5.8.	Campo de aplicación	108
5.9.	Responsabilidad	108
5.10.	Aspectos ambientales	109
<b>BIBLIOGRAFIA</b>		<b>110</b>

<b>Lista de cuadros</b>		
Cuadro 01	Producción y distribución Planta Placer	67
Cuadro 02	Volumen de distribución y facturación en el centro histórico	68
Cuadro 03	Volumen de agua no facturada (%)	69
Cuadro 04	Análisis comparativo de sistemas de tomas de lectura	80
Cuadro 05	Cuadro de requisitos del RRHH	84
Cuadro 06	Costo de equipos y materiales de importación	93
Cuadro 07	Materiales y suministro de adquisición local	93
Cuadro 08	Costo unitario trabajo tipo 1	94
Cuadro 09	Costo unitario trabajo tipo 2	95
Cuadro 10	Costo unitario trabajo tipo 3	96
Cuadro 11	Cuantificación de los costos, materiales y mano de obra	97
Cuadro 12	Recuperación de la inversión	98
Cuadro 13	Cálculo TIR	99
Cuadro 14	Cronograma de ejecución	106
Cuadro 15	Proceso operativo	107

<b>Lista de gráficos</b>		
Gráfico 01	Sistemas evolutivos de toma de lecturas	33
Gráfico 02	Toma de lecturas por contacto con con registrador Scancounter	36
Gráfico 03	Lectura móvil a través de un vehículo	37
Gráfico 04	Toma de lecturas mediante radio fijo y repetidoras	38

Gráfico 05	Contadores que son interrogados a través de una estación de monitoreo	39
Gráfico 06	Utilización de redes publicas y privadas	40
Gráfico 07	Conexiones en serie y concentración en un solo punto para toma de lecturas	42
Gráfico 08	Conexiones en serie y estrella	43
Gráfico 09	Esquema o topología de la instalación en un punto para toma de datos	86
Gráfico 10	Contadores varios diámetros	87
Gráfico 11	Centralización de contadores para transmisión	88
Gráfico 12	Módems alimentados de energía local y batería	89
Gráfico 13	Esquema del funcionamiento sistema GSM	89
Gráfico 14	Modems de campo y de cabecera	90
Gráfico 15	Beneficios sociales	102



*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)



## CAPITULO I.

### MARCO REFERENCIAL.

#### 1. PLANTEAMIENTO.

##### 1.1. Antecedentes.

##### 1.1.1. El agua es un recurso estratégico.

El agua es; fuente de vida, crecimiento y desarrollo de los pueblos y países del mundo, saneamiento para todos, alimentación y medio ambiente.

El agua es una sustancia química formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, su fórmula molecular es H<sub>2</sub>O. Es un líquido inodoro e insípido. Estas son las propiedades organolépticas, es decir, las que se perciben con los órganos de los sentidos del ser humano. Se puede encontrar esta sustancia en prácticamente cualquier lugar de la biosfera y en los tres estados de agregación de la materia: sólido, líquido y gaseoso. Se halla en las formas: líquida; en los océanos, mares, ríos, lagos, en forma sólida; en la nieve o hielo, en los casquetes polares, en las cumbres de las montañas y en los lugares del planeta donde la temperatura es inferior a cero grados celsius; y en forma gaseosa se halla formando parte de la atmósfera terrestre como vapor de agua.

Características físicas; el agua no tiene olor, ni sabor, se afirmarí que tiene un ligero color azul, que solo se puede notar en grandes cantidades, como en el mar. Para obtener químicamente agua pura es necesario realizar diversos procesos físicos de purificación ya que el agua es capaz de disolver una gran cantidad de sustancias químicas, incluyendo gases. En el proceso de

evaporación y condensación se eliminan casi la totalidad de sustancias disueltas y microorganismos que suele contener el agua, luego de este proceso, la sustancia química pura es  $H_2O$ . El punto de ebullición del agua, a nivel del mar donde se tiene la presión de una atmósfera, es de  $100. ^\circ C.$ , y su punto de congelación es de  $0. ^\circ C.$ , la densidad máxima del agua líquida es  $1 g/cm.^3$ , alcanzándose este valor a una temperatura de  $3,8. ^\circ C.$ , la densidad del agua sólida es menor que la del agua líquida a la misma temperatura. Se asegura que el agua tiene superficialmente una tensión muy elevada y el calor específico del agua es de  $1 cal/^{\circ}C * g$ . Este elemento es considerado como un disolvente universal, se conoce que este líquido vital es el elemento que más sustancias disuelve, debido a que químicamente es una molécula polar, las moléculas de agua están unidas por lo que se llama puentes de hidrógeno.

Se afirma que el agua es una molécula polar, porque presenta polaridad eléctrica, con un exceso de carga negativa junto al oxígeno, que es compensada por otra positiva repartida entre los dos átomos de hidrógeno, los dos enlaces entre hidrógeno y oxígeno no presentan una posición simétrica, sino que forman un ángulo de  $104^\circ$  aproximadamente.

En nuestro planeta a más de ser el elemento líquido vital para la vida de los seres en movimiento o vivos, el agua es un termorregulador del clima y debido a sus propiedades, entre ellas su elevada capacidad calorífica, su elevada tensión superficial hace que se vea muy afectada por fenómenos de capilaridad.

### **1.1.2. Sin agua no hay vida.**

El agua es fundamental para todas las formas de vida, conocidas y por conocer dentro del planeta Tierra, los humanos consumimos agua potable en su gran mayoría.

Por la creciente población mundial y su disposición en varias regiones habitadas se ha convertido en la gran preocupación de muchos gobiernos y organizaciones, determinada por la escasez de los recursos naturales.

El agua dulce es un recurso no renovable. por lo que debemos impartir educación de su uso; para la sostenibilidad, crecimiento económico, crecimiento demográfico, desarrollo tecnológico, reducción de la pobreza, igualdad de sexos, contaminación sin fronteras, consumo responsable, turismo responsable, derechos humanos, diversidad cultural, cambios climáticos, biodiversidad, urbanización sostenible, nueva cultura del agua, agotamiento de recursos y gobernanza universal.

El agua cubre tres cuartas partes de la superficie terrestre, el 3% de su volumen es agua dulce, de ese 3%, el 1% se encuentra en estado líquido, componiendo los ríos y lagos, el 2% complementario se encuentra formando casquetes o banquisa en las latitudes próximas a los polos.

Hay mucha más agua que tierra, cerca del 70% de la superficie terrestre está cubierta de agua, así como también existe en forma de vapor y también se encuentra en acuíferos subterráneos.

El abastecimiento total en el mundo es:  $1.400\phi000.000\text{Km}^3$ , cerca de  $3.100\text{Km}^3$  de agua se puede encontrar en la atmósfera como vapor de agua.

Del agua dulce que hay en la tierra, más de  $100.000\text{Km}^3$  se almacena en el suelo, también se conoce que  $10\phi500.000\text{Km}^3$  de agua dulce están en los lagos, los humedales y las aguas corrientes, pero la mayoría de agua dulce se almacena en glaciares y capas de hielo principalmente en las regiones polares y Groenlandia con  $24\phi00.000\text{Km}^3$  de agua dulce, en los océanos se almacena el 97% de la cantidad total de agua y el 2% está congelada, de toda el agua que hay en el planeta, menos del 1% puede ser usada como agua potable.

El cuerpo humano esta conformado del 66% de agua, que circula por todas partes de nuestro organismo ayudando en sus funciones físicas.

El agua ha sido considerada comúnmente como un recurso renovable y su uso no se veía limitado, pero hoy existe el peligro de agotamiento.

Los textos hablan, precisamente del ciclo natural del agua, que a través de la evaporación y la lluvia devuelve el agua a sus fuentes para engrosar los ríos, lagos, acuíferos subterráneos, etc. y luego, vuelve a empezar el ciclo del agua y ha sido así mientras se ha mantenido un equilibrio, en donde el volumen de agua utilizada no era superior al que el ciclo del agua reponía naturalmente.

En las últimas décadas el consumo del agua se ha disparado a escala planetaria, el consumo de agua potable se ha venido duplicando últimamente cada 20 años, debido a la conjunción de los excesos de consumo de los países desarrollados y del crecimiento demográfico, con las consiguientes necesidades de alimentos. Este desequilibrio nos hace un llamado urgentemente en donde debemos asegurar la disponibilidad del recurso hídrico a las futuras generaciones. Este aseguramiento debe llevarse adelante con sistemas de educación que promueva la adecuada conservación del agua en la tierra, estableciendo la importancia vital del agua en el planeta, difundiendo acciones emprendidas para conformar un compromiso mundial, determinando el valor social ambiental y económico, considerando todos los programas de abasto y saneamiento, promoviendo el uso con equidad de género y etnia, permitiendo el acceso a este recurso como un derecho esencial y un bien de dominio público.

La conservación y distribución del agua a nivel mundial debe tratarse y considerarse como un factor fundamental de la actual situación de emergencia planetaria y su solución debe ser tratada a través de grandes acciones gubernamentales y organizacionales partiendo de; una orientación global del desarrollo tecnocientífico, de la educación ciudadana, de las medidas políticas para construcción de un futuro sostenible, superando la búsqueda de

beneficios particulares, ajustando la economía a las exigencias de la ecología y del bienestar global.

Causas de la escasez del agua dulce; Existen varias causas para la escasez del agua dulce; clima seco, sequía, deforestación, pastoreo de ganado, incremento poblacional, uso indebido, etc.

#### **1.1.2.1. Acciones emprendidas a nivel mundial.**

Uno de los inicios de una serie de actividades globales, se realizó en Argentina, con la conferencia de Mar del Plata en 1977, en donde a nivel mundial se tiene otras percepciones acerca de este recurso y salir al paso de un problema grave y creciente que afecta cada vez más a la vida de todos los seres vivos del planeta.

Las Naciones Unidas en 1977, en su primer informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos del mundo señala que: "De todas las crisis, ya sean de orden social o relativas a los recursos naturales con los que nos enfrentamos los seres humanos, la crisis del agua es la que se encuentra en el corazón mismo de nuestra supervivencia y la de nuestro planeta"

En el año 2000 en el foro mundial desarrollado en Holanda, se alertaba de que la agricultura y ganadería tenían un consumo entre el 70% y 80% de agua dulce utilizada en el mundo, con una particularidad de las técnicas de los países desarrollados utilizaban para, producir un solo huevo en una granja industrial 18 litros de agua, esto es 18 veces más de lo que tienen a disposición cada día los pobres de la India. Este crecimiento del consumo ha llevado a una intensa explotación de los acuíferos subterráneos, a escala mundial, algunas regiones agrícolas como las llanuras del norte de China, el

sur de las grandes llanuras de EEUU, o gran parte de oriente próximo y norte de África, están extrayendo aguas subterráneas más rápido de lo que el acuífero puede recargarse, existiendo una sobreexplotación de los mantos acuíferos.

La sobreexplotación de los acuíferos en muchos casos los daños han sido irreversibles, ya sea por intrusión marina si se hallan cerca de la costa o por compactación y hundimiento de sus estructuras.

Por la toma de tanta agua de los cauces y trayectos de los ríos, en algunos casos, apenas llega a su desembocadura, lo cual acaba produciendo irreversibles alteraciones ecológicas. Uno de los casos extremos existentes en el planeta es la desaparición del mar Aral, en el territorio de la antigua Unión Soviética, esta desaparición fue causada por la desviación de las aguas de los dos ríos que lo alimentaban, para irrigar a gran escala el cultivo del algodón, que algunos estudiosos como Chaveau en el 2004 lo califica como, la mayor catástrofe ecológica de la historia.

Junto a este crecimiento explosivo del consumo del agua se ha producido y sigue produciendo una seria degradación de su calidad debiéndose a los vertidos de residuos contaminantes (metales pesados, hidrocarburos, pesticidas, fertilizantes, etc.), que es muy superior a tasa o ritmo de asimilación de los ecosistemas naturales. Dos millones de toneladas de desechos son arrojados diariamente, en aguas receptoras de ríos y mares del planeta, según informe de Naciones Unidas. (2004).

Se estima que la producción mundial de aguas residuales es de aproximadamente  $1.500.Km^3$  y asumiendo que un litro de agua residual contaminan 8 litros de agua dulce, la carga mundial de contaminación puede ascender actualmente a  $12.000.Km^3$ , siendo las poblaciones pobres las más afectadas, con un 50% de la población en los países en desarrollo expuestas a fuentes de agua contaminadas.

La Comisión Mundial del Agua señala el descenso drástico de los recursos hídricos: en el 2.000 las reservas de agua en el África eran la cuarta parte de lo que disponía hace 50 años, en Asia y América Latina un tercio.

Se estima que 1.200 millones de personas carecen de agua potable, a 3.000 millones les falta agua para lavarse y no disponen de sistemas de saneamiento.

El desequilibrio en el acceso al agua es de mucha gravedad: en promedio cada habitante de la Tierra consume  $600.m^3$  al año, de los que  $50.m^3$  son potables, de esto nos da como resultando 137 litros al día, pero al hacer una comparación de consumos se confirma que un norteamericano consume más de 600 litros al día y un europeo entre 250 y 350 litros, mientras un habitante de África Subsahariana tan solo entre 10 y 20 litros. ( Chauveau 2004).

De los 44.000 millones de seres humanos que viven en países en desarrollo, casi las 3/5 partes carecen de saneamiento básico y 1/3 no tiene acceso al agua potable, consecuentemente en las últimas décadas se ha hecho presente fuertes rebrotes de enfermedades parasitarias por la falta de acceso al agua potable y carencias en los servicios de salud, siendo los mas afectados por mortalidad y morbilidad, los niños menores de cinco años. (Informe de Naciones Unidas 2004). Paralelamente en la Declaración europea por una nueva Cultura del agua; se denota el echo de que más de 1.100 millones de personas no tienen garantizado el acceso al agua potable y que más de 2.400 millones no tienen servicios básicos de saneamiento, mientras la salud de los ecosistemas acuáticos del Planeta están al borde de la quiebra, lo que ha sido el detonante de crecientes conflictos sociales y políticos en el Mundo.

#### **1.1.2.2. El Consejo Mundial del Agua.**

El Consejo Mundial del Agua (CMA), es un organismo internacional de múltiples actores, que se estableció en 1996, por iniciativa de reconocidos especialistas en materia de agua y organizaciones internacionales, en respuesta a la creciente preocupación de la comunidad internacional acerca



del uso global del agua, el cual ha concebido los foros mundiales del agua como eventos que cuentan con la participación de muchos actores y sectores del planeta.

El foro mundial del agua tiene tres objetivos principales.

- Crear conciencia respecto a los problemas relacionados con el agua.
- Promover una mejor gestión de los recursos hídricos.
- Desencadenar acciones tanto en el nivel político más alto como en toda la sociedad en su conjunto.

El primer foro mundial del agua se celebró en Marrakech, Marruecos, marzo del 1997, en donde se preparó la visión para el agua, la vida y el medido ambiente en el siglo XXI., cuyos resultados fueron presentados y discutidos por más de 5.000 participantes.

El segundo foro mundial del agua tuvo lugar en la Haya, Holanda en el año 2000. Se hicieron varios compromisos por parte de los gobiernos y otros actores interesados para las acciones a tomarse. El CMA se comprometió a monitorear acciones conducentes y el lanzamiento de un movimiento que se encaminaba claramente a influir sobre los responsables de políticas y los gobiernos.

El tercer foro mundial del agua se llevó a cabo en marzo del 2003 en Kyoto, Shiga y Osaka, Japón, definiéndose principios sustantivos, involucraron a todos los actores interesados, se introdujeron nuevos conceptos tales como un Foro virtual del Agua y el Proyecto de voces del agua. Dentro de las Acciones Mundiales del Agua, se realizó un inventario de más de 3 mil acciones locales. Este foro fue la conferencia sobre agua más grande de la historia,



dado que reunió a 24 mil participantes. En paralelo se celebró una conferencia ministerial a la cual asistieron 130 ministros. Cientos de compromisos fueron concertados por los participantes.

El cuarto Foro mundial del Agua se realizó en México en marzo del 2006. En donde se desarrolló, Acciones locales para un reto global, con el siguiente eje temático:

- El agua para el Crecimiento y Desarrollo.
- Instrumentación de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos.
- Agua y Saneamiento para todos.
- Agua para alimentación y medio ambiente.
- Manejo de riesgos.

La manera sostenible y eficiente de atender estos aspectos es mediante la Gestión Integradora de Recursos Hídricos (GIRH):

- La calidad de agua.
- La cantidad de agua.
- El acceso al agua.
- La seguridad del agua.

El fundamento de la administración del agua es la educación, el empoderamiento, la capacidad para administrar el agua y el eficiente acceso a la información.

El Ecuador ubicado en el callejón interandino en donde la cordillera de los Andes atraviesa el país en sentido sur norte por lo que este país, goza de muy

buenas fuentes de abastecimiento como son; los glaciares andinos, sus cuencas hidrográficas, así como también dispone de grandes mantos acuíferos subterráneos, en la región costa dispone de grandes cuencas hidrográficas en su mayoría, en la región oriental existen ríos caudalosos y las lluvias son frecuentes, en la región insular existen muy pocas fuentes de agua dulce, en la sierra existen zonas lacustres y tienen muchos nevados que son fuentes de agua dulce.

En la provincia de Pichincha existen mantos acuíferos subterráneos y dispone de ciertos nevados que son fuentes del elemento líquido vital, la ciudad de Quito, se encuentra enclavada en la hoya de Guayllabamba, y esta ciudad no dispone de grandes fuentes de abastecimiento pero se apoya en sus cercanías a ciertas fuentes, en muchos casos debe recurrir a fuentes existentes en otros cantones y provincias, para poder abastecer a la ciudadanía capitalina.

En general el Ecuador a pesar de tener ciertas fuentes de agua dulce, sino se usa y se aprovecha racionalmente este recurso en muy poco tiempo, sentiremos la ausencia o escasez de este líquido vital.

### **1.1.3. Necesidad de medir, cuidar y controlar el elemento líquido vital en El Distrito Metropolitano de Quito a través de la EMAAPQ.**

Los sistemas de agua potable del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), están compuestos de diferentes elementos que permiten la captación del agua cruda, la conducción de la misma, tratamiento o potabilización, conducción de agua tratada a los tanques de almacenamiento y su distribución hasta los diferentes puntos de consumo.

#### **1.1.3.1. Control de los sistemas desde su captación hasta el uso domiciliario.**

Dentro de todo este sistema es menester cuantificar desde su captación, realizando una medición del volumen de agua cruda, en el proceso de potabilización es necesario medir el agua tratada, se requiere controlar las redes de conducción de agua potable que estas se encuentren en un óptimo estado, en los tanques de almacenamiento y compensación se debe tener extremo cuidado e instalar elementos de control, para evitar desbordes, las redes de distribución deben disponer de métodos, elementos de control y medición, finalmente en las conexiones domiciliarias se debe disponer de un dispositivo de medición (medidor domiciliario de agua potable). Así como también se debe realizar amplias campañas sobre el buen uso del agua, ya se trata de un recurso no renovable.

#### **1.1.4. Agua no contabilizada.**

Se considera como agua no contabilizada a todas las pérdidas producidas en el sistema y se obtiene de la diferencia entre el volumen registrado en las plantas de producción y el volumen de agua registrado para la facturación.

Para tener un efectivo control de los índices de agua no contabilizada, se debe conocer la cantidad de agua que:

- Es producida en las diferentes plantas de tratamiento.
- El volumen que es trasladado desde la planta a los tanques de distribución.
- El volumen que sale de cada uno de los tanques de distribución o almacenamiento.

- El volumen que ingresa a cada sector de consumo.
- El volumen de agua que potencialmente se debería facturar.
- El volumen de agua facturado.

Sumados todos estos volúmenes nunca equivaldrá al volumen de agua consumida por los usuarios, en el DMQ.

Para su determinación se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Agua no contabilizada} = \text{caudal distribuido} - \text{caudal facturado}$$

$$\text{Índice de agua no contabilizada} = (\text{caudal distribuido} - \text{caudal facturado}) / \text{caudal distribuido}$$

El índice estimado de agua no contabilizada en el DMQ., es considerado en sobre el 32%, por lo que debemos aplicar una reducción integral de pérdidas de agua en un proceso dinámico de tiempo y espacio, con un diagnóstico efectivo con el fin de obtener control de las pérdidas, en un futuro inmediato.

## 1.2 Formulación del problema.

A pesar de las grandes acciones emprendidas por la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua potable de Quito (EMAAPQ.), no se ha implementado una medición tecnológica y científica, en el Distrito Metropolitano, consecuentemente, se encuentra dentro del ámbito de la imprecisión. Por lo que se estima que existe un alto porcentaje de agua potable no contabilizada y no facturada.

La disminución del porcentaje de agua no contabilizada y no facturada, con la correspondiente optimización de los sistemas de medición y control, es el objetivo del presente trabajo, por lo que se plantea la siguiente pregunta directriz, **¿Qué cantidad de agua potable fue producida y no facturada en el DMQ., durante el año 2007?**

EMAAPQ., en la actualidad aplica programas y subprogramas con los correspondientes responsables para su reducción del índice estimado, en donde discrimina las pérdidas técnicas atribuibles a macromedición, micromedición, pérdidas físicas como fugas visibles y no visibles, existencia de clandestinas y grandes consumidores, siendo los responsables de tomar acciones, las gerencias de operación - mantenimiento y la gerencia comercial.

Estas pérdidas se han evidenciado en: fugas en las redes principales y secundarias, desbordes en tanques de almacenamiento, fugas en conexiones domiciliarias, conexiones no autorizadas o conexiones clandestinas, conexiones con by-pass, conexiones sin medidor, conexiones no catastradas, errores de medición domiciliaria, errores de lectura y facturación, manipulación y alteración de medidores domiciliarios, medidores que cumplieron con su vida útil, altos índices de robo y sustracción de medidores domiciliarios.

Siendo necesario atender las siguientes observaciones:

- Se requiere de la aplicación y desarrollo de sistemas de medición científicos y tecnológicos.
- Aplicar políticas económicas, con el fin de ahorrar dinero en gastos de producción, tratamiento y distribución.

- Falta ampliar campañas sobre el uso racional del agua potable y la correspondiente concientización de los habitantes capitalinos y se evite desperdicios del elemento líquido vital.
- Dentro del sistema educativo ecuatoriano no se ha desarrollado un sistema integral en las escuelas, con el fin de aplicar una cultura del agua y se pueda solventar en algo este problema de la humanidad.

### 1.3. Delimitación.

**Tiempo:** Enero a septiembre del 2007.

**Espacio:** Provincia de Pichincha, cantón Quito, zona centro DMQ., a los clientes que cuentan con conexiones de agua potable y que son abastecidos por la Planta de Tratamiento de El Placer, a través de uno de sus tanques de almacenamiento y distribución.

Esta zona centro, esta conformada por los siguientes sectores y parroquias urbanas:

Sector N°	Parroquia/barrio	Sector N°	Parroquia/barrio
1	24 de mayo	7	Ipiales
2	El Cebollar	8	Plaza Grande y P. Chica
3	Santo Domingo	9	Santa Bárbara
4	San Marcos	10	La tola
5	La Marín	11	San Roque, La Libertad
6	La Merced	12	La Loma Grande y Chica

## **1.4. Objetivos:**

### **1.4.1. General.**

Desarrollar un sistema de medición integral por telemetría, mediante instrumentos contadores inteligentes, tendiente a optimizar y reducir los índices de agua no contabilizada, pérdidas y racionalizar el consumo del elemento líquido vital en el DMQ.

### **1.4.2. Específicos:**

- Determinar los factores que inciden en el volumen de agua no contabilizada en el DMQ.
- Determinar los factores que inciden en el volumen de agua no contabilizada en el DMQ.
- Determinar una alternativa para implementar un sistema de medición que garantice el control efectivo de este recurso vital.
- Desarrollar un proyecto de implementación del sistema de medición del agua potable para el DMQ.

## **1.5. Justificación.**

El presente trabajo investigativo tiene la finalidad de analizar y evaluar la factibilidad de aplicación de tomas de lectura a distancia o telemetría, a medidores o instrumentos contadores de agua potable.

Los beneficiarios directos serán los 380.000 usuarios, ya que podrán cancelar los verdaderos valores y verán optimizados sus servicios.

La EMAAPQ. Se verá beneficiada por que podrá mantener un control real sobre la producción y facturación de agua potable, incrementando sus ingresos que les permita optimizar sus servicios y atención al público del DMQ.

Este trabajo sería de mucha trascendencia a nivel nacional e internacional, para municipios, empresas públicas y privadas que provean del servicio de agua potable y no hayan emprendido un sistema integral de medición a través de la generalización de sus ventajas.

Finalmente y principalmente se contribuirá con soluciones al grave problema mundial del uso irracional del agua potable, permitiendo el ahorro del líquido vital mediante la concientización de los consumidores, generando estrategias para la conservación y mantenimiento de este recurso vital con características de no renovable.



## **CAPITULO II.**

### **MARCO TEORICO.**

#### **2.1. El agua ñescaso oro azulö.**

En épocas pasadas, los humanos se han confrontado por: tierra, oro, petróleo o alimentos. En el futuro, los conflictos serán por el control del agua, ese escaso oro azul. En el siglo XXI, el agua se ha convertido en un bien muypreciado en los mercados mundiales, así como el petróleo pasó a ser el ñoro negroö del siglo XX, el agua está destinada a convertirse en el ñoro azulö del siglo XXI.

##### **2.1.1. Las batallas del agua.**

Aunque los conflictos bélicos por el agua no son nuevos, el agua es, ha sido y será un elemento esencial para la vida y la naturaleza del planeta, lo que se intensifican a medida que el agua se convierte en un recurso cada vez más escaso y lucrativo.

A finales de los años noventa el vicepresidente del Banco Mundial ya preveía que: ñLas guerras del siglo XXI se librarán a causa del aguaö.

Latinoamérica uno de los puntos más conflictivos de las batallas por el agua.

La primera gran batalla por el agua del siglo XXI estalló en Bolivia cuando el Banco Mundial exigió, para la renovación de un préstamo de 25 millones de dólares, la condición de que se privaticen los servicios de agua del país más pobre de Latinoamérica. En cuanto se vendió el servicio municipal de agua corriente de Cochabamba a Bechtel, una poderosa empresa estadounidense, el

precio del agua aumentó de forma notable, como consecuencia de esta alza, en enero y febrero del 2000., miles de habitantes tomaron las calles de Cochabamba, lo que derivó en una huelga general que paralizó la economía de la ciudad, medida que obligó a Bechtel a salir de Bolivia. Pero la gran corporación regresó de nuevo con un pleito de 25 millones de dólares contra el gobierno.

En Argentina, los consumidores y otros grupos lucharon durante una década contra la privatización de la red de agua corriente pública por parte del gigante empresarial francés Suez, que ha generado un proceso de corrupción generalizada.

En Uruguay, trabajadores y asociaciones promovieron un referéndum nacional con el fin de lograr una enmienda constitucional que garantice el agua como derecho humano y bien público, fuera del alcance de las grandes empresas con fines lucrativos.

En Perú, ciudadanos pobres emprendieron una lucha armada contra los precios abusivos del agua. En Lima, los pobres pagan a un vendedor privado hasta tres dólares por metro cúbico de agua.

En Guatemala, campesinos, trabajadores y ecologistas protestan contra la construcción de 5 presas en el río Usumacinta, que recorre territorio guatemalteco y mexicano meridional.

En México, la población indígena del estado de Chiapas, emprende una batalla contra Coca-Cola, empresa que intenta asegurarse el control de las reservas de agua más importantes del país.

Actualmente, 31 países sufren una grave escasez de agua. Se estima que en 25 años dos tercios de la población mundial no tendrán acceso adecuado a los suministros de agua dulce.

Latinoamérica disfruta de gran abundancia de manantiales de agua dulce. El 20% del líquido mundial lo tiene Brasil, en la cuenca del Amazonas. Latinoamérica alberga 4 de los 25 ríos más caudalosos del mundo; Amazonas, Paraná, Orinoco y Magdalena, además lagos como Maracaibo en Venezuela, el Titicaca en Perú y Bolivia, el Poopó en Bolivia, y el Buenos Aires, compartido por Chile y Argentina. Por lo que se deduce que los latinoamericanos disponen de agua dulce per. cápita más elevada del mundo. ( 3.100 m<sup>3</sup> por persona al año). La cuenca del Amazonas con el 20% de agua dulce en el planeta, apenas tiene 0,4% de la población mundial.

Asia, que tiene 60% de la población mundial, cuenta con apenas 30% del agua dulce. Y en África Occidental mujeres y niños caminan varios kilómetros cada día para tener acceso a escasas fuentes de agua.

Para que cada uno de los seis mil millones de habitantes de la tierra, se mantenga saludable, debe consumir, entre alimentos líquidos y sólidos, unos 4 litros de agua por día. Actualmente más de 2 mil millones de personas no tienen acceso al agua potable.

La Organización Mundial de la Salud (OMS.) señala que, cada 8 segundos muere un niño por alguna enfermedad relacionada con el agua y que en los países menos desarrollados, el 80% de las enfermedades se deben a la falta de agua potable. Así como también la organización World Watch, afirma que la contaminación y los agentes patógenos transmitidos por el agua matan a 25 millones de personas anualmente.

### **2.1.2. Las multinacionales y la superexplotación organizada del agua.**

El agua dulce se ha convertido en un bien muypreciado en los mercados mundiales, la reserva mundial de agua está cayendo en manos de multinacionales, que pugnan por controlar este precioso recurso. En esta fiebre y necesidad del ñoro azulö, ha surgido una nueva industria mundial del agua cuyo valor, según las estimaciones del Banco Mundial, es de un billón de dólares estadounidenses anuales en 2001.

Con estos fines lucrativos y de explotación, se encuentran las corporaciones y multinacionales que ofrecen servicios de agua potable y los que venden agua embotellada. Aprovechándose de la crisis del agua en Latinoamérica, varias empresas privadas europeas de servicios de agua han decidido asumir las operaciones de suministro público de agua, en la mayoría de los países de la región; Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú y Uruguay, han permitido el posicionamiento de estas empresas privadas transnacionales. Las compañías francesas SUEZ y VIVENDI, conjuntamente con la alemana RWE ó THAMES, estas tres compañías aportan servicios de agua corriente y saneamiento a 300 millones de clientes en más de 130 países del planeta. Una década atrás este grupo tres grandes empresas prestaba servicio a sólo 51 millones de personas en sólo 12 países. SUEZ y VIVENDI controlan ahora más del 70% del mercado de suministro de agua en todo el mundo.

Económicamente sus ingresos se han cuantificado así: VIVENDI obtuvo más de 12.000 millones de dólares de beneficios en el 2002, frente a los 5.000 millones de hace una década. Estas tres empresas se sitúan entre las 100 empresas mundiales con ingresos anuales conjuntos de 160.000 millones de dólares en el año 2002, con una tasa de crecimiento anual del 10%, superando muchas economías nacionales en las que se encuentran posicionadas. Particularmente el Banco Mundial y el Banco de Desarrollo Interamericano

(BID) facilitan la entrada agresiva de estas compañías en los mercados latinoamericanos. Tanto SUEZ como VIVENDI recurren a su considerable influencia entre las entidades crediticias multilaterales para que el suministro privado de agua sea una condición y requisito para la condonación de la deuda o la concesión de nuevos préstamos. El BID., es acreedor de 58.000 millones de dólares americanos como deuda de la región, por lo que ostenta un alto poder de imposición a la privatización del agua en los municipios.

El segundo grupo de magnates o explotadores del agua son los dueños de las industrias del agua embotellada, este sector se encuentra menos regulado en el mundo por lo que sus ganancias son astronómicas. En los años setenta, el volumen anual de agua embotellada y comercializada en todo el mundo era de 1.000 millones de litros. En el año 2.000 las ventas anuales de agua embotellada ascendieron a 84.000 millones de litros, de los cuales el 25% se comercializa y consume fuera del país de origen. Lo que determina que la industria del agua embotellada ha crecido a un ritmo desmesurado: en el año 2.000, las ventas de agua embotellada en todo el mundo ascendían a 22.000 millones de dólares estadounidenses, en el 2.003 a 46.000 millones., siendo Nestlé es el líder mundial en agua embotellada, con implementación de 68 marcas, seguido de Pepsi Cola, Coca Cola y Danone. La principal línea de productos Nestlé es Nestlé Pure Life, que en realidad es agua del grifo purificada a bajo costo con adición de minerales, y que comercializa con el eslogan de õpura y naturalö.

El agua embotellada de Pepsi se comercializa con la marca Aquafina, y la de Coca-Cola es Bon Aqua., ambas se limitan a extraer el agua del grifo municipal y a añadir minerales, comercializando como agua embotellada.

El planeta en el año 1950 tenía 2.500 millones de habitantes, en el 2005, 6.000 millones. En el año 2.025, la misma cantidad de agua que hoy existe,

deberá repartirse para 8.000 millones de seres humanos, dentro de 18 años la reserva disponible por habitante, será tres veces menor a la de 1950.

Actualmente 1.500 millones de seres humanos viven en países en estado de estrés hídrico por el insuficiente recurso del agua dulce, en el año 2.025 este número de personas podría incrementarse a 3.000 millones.

El agua es una materia prima recuperable. La cuestión es el tipo de relación de la sociedad con el agua. La administración es crítica. Las guerras o la paz están en nuestras manos", afirmó la directora del Centro para la Ciencia y el Medio Ambiente en Nueva Delhi, India, y editora de la prestigiosa revista ambiental Down to Earth.

## **2.2. Antecedentes históricos de La Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito ÷ EMAAP.Q.**

En la ciudad de Quito desde la época colonial se establecieron normas de conductas que regulaban el comportamiento de los habitantes, por tal razón el Cabildo de aquella época se vio obligado a normar todo lo referente al uso del agua. Así se legisló el uso de las aguas que descendían del Pichincha y las embalsadas en las lagunas, para que no fueran utilizadas al azar, por lo dueños de las estancias vecinas. Estas primeras normas se dictaron el 22 de julio de 1535. El primer canal de abastecimiento que descendía desde las vertientes altas del Pichincha, fue trazado por los incas, que luego de la conquista española fue utilizado por la Congregación Franciscana, quienes lo bautizaron como el canal de Las Llagas. Años más tarde por problemas de falta de agua, en 1882, se inicia la construcción de la acequia del Atacazo, por iniciativa y financiamiento del canónigo doctor Juan de Dios Campuzano, que luego de siete años, logró completar más de cincuenta kilómetros desde el cerro del

Atacazo hasta las faldas del Pichincha, lo que en aquella época constituían las fuentes básicas de abastecimiento a la ciudad de Quito.

### **2.2.1. Creación de la Empresa Municipal de Agua**

#### **Potable.**

El Ilustre Concejo Municipal de Quito, mediante ordenanza N°. 932 del 13 de junio de 1960, creó la Empresa Municipal de Agua Potable de Quito, posteriormente, 16 de noviembre de 1993, considera necesaria la unificación de las Empresas de Agua Potable y Alcantarillado para una mejor programación y coordinación de obras al servicio de la ciudadanía y para la instalación de estos servicios, en un marco de desarrollo en defensa del medio ambiente. La Empresa unificada emprenderá obras de saneamiento ambiental técnico y su gestión será la dotación de los servicios básicos de agua potable y alcantarillado a todos los barrios o sectores del Cantón Quito, por ello se expide la ordenanza de Constitución de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado òEMAAP-QUITOö, con domicilio en la ciudad de Quito, con personería jurídica de derecho público, con patrimonio propio y autonomía administrativa, operativa y financiera, regida por la Ley de Régimen Municipal.

La Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua potable de Quito, asentada en la capital de los ecuatorianos, viene prestando sus servicios por más de 47 años.

### **2.2.3. Misión.**

Contribuir al bienestar ciudadano del Distrito Metropolitano de Quito, a través de la prestación de servicios de Agua Potable y Alcantarillado de calidad, con

el concurso de personal permanentemente comprometido con los intereses comunitarios

#### **2.2.4. Visión.**

Una población del Distrito Metropolitano de Quito con disponibilidad permanente de agua potable de la mejor calidad y con sistemas de alcantarillado que permitan adecuados niveles de evacuación, aun en condiciones climáticas severas.

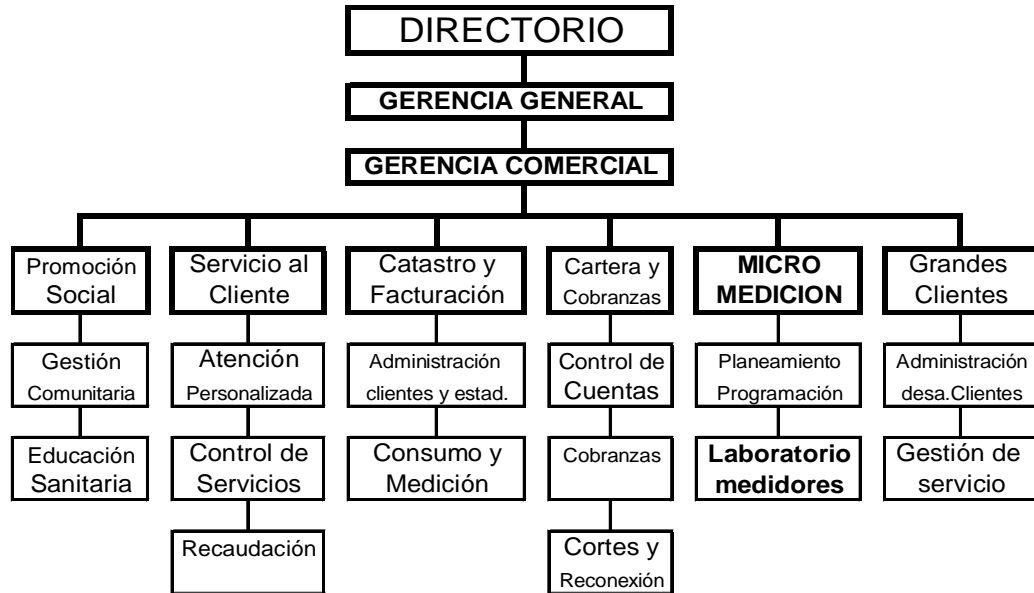
#### **2.2.5. Base legal.**

Para la constitución legal de la EMAAPQ, y su funcionamiento, se sustenta en los siguientes documentos legales:

- Constitución Política del Estado Ecuatoriano.
- Ley de Régimen Municipal.
- Ley de Administración Financiera y Control Público.
- Código Municipal Del Distrito Metropolitano de Quito.
- Ordenanza Municipal de Constitución de EMAAPQ.
- Registro Oficial N° 348.
- Decreto 3057.
- Ordenanzas municipales 3057 del Cantón Quito.
- Ordenanza municipal 932 del 13 de junio de 1960.
- Ordenanza municipal 1118 del 17 de mayo de 1966



### 2.2.6. Estructura de la EMAAPQ.



Fuente: EMAAPQ.

Elaboración: autor.

### 2.2.7. Clientes y usuarios de LA EMAAPQ.

La cota de servicio y cobertura de agua potable y alcantarillado a la ciudad de Quito, que está ubicada en la llamada hoy de Guayllabamba, se encuentra a un promedio 2.800 metros de altura sobre el nivel del mar, pero debido a numerosos asentamientos de barrios marginales establecidos en las laderas de los cerros que enmarcan a la ciudad capitalina, se debe cubrir hasta la cota de 3.100 metros sobre el nivel del mar.

Dentro de estos niveles, encontramos la segmentación de mercado de agua potable y alcantarillado que es dividido en varios grupos y subgrupos de consumidores, traduciéndose de la siguiente manera:

- Doméstico o residencial.
- Comercial.
- Industrial.
- Oficial; nacional, municipal.

#### **2.2.8. Captaciones y fuentes de abastecimiento**

Con el fin de satisfacer la demanda de agua potable y alcantarillado a la ciudad de Quito y sus parroquias rurales en los próximos 20 años.

EMAAPQ., realiza y actualiza permanentemente sus proyectos y estudios de factibilidad técnica, financiera y económica de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del Distrito Metropolitano, así como también realiza optimizaciones de sus sistemas existentes y captación de fuentes.

Dentro de los principales proyectos y sistemas construidos citaremos los siguientes:

- Sistema Pita Tambo ó Puengasi.
- Sistema Papallacta. ó Bellavista.
- Sistema la Mica - El Troje.
- Sistema El Placer.
- Sistema noroccidente.
- Otros sistemas de menor magnitud

Las parroquias rurales son abastecidas de dos maneras;

- Uno, mediante sistemas rurales pequeños y
- segundo mediante los sistemas mencionados anteriormente,

Citaremos ciertos inconvenientes.

- Insuficiencia en las fuentes de agua dentro del cantón Quito y sus parroquias rurales.
- Disminución de las capacidades de las fuentes actuales.
- Obtención del respectivo derecho de aprovechamiento del recurso hídrico, muchas de estas fuentes y sus inicios se encuentran fuera del cantón Quito y de la Provincia de Pichincha, y este no interfiera con otro usuarios y consumidores, tales como riego, agricultura, industria florícola, ganadería, etc.
- Legalización de las concesiones de uso de agua y de la propiedad de bienes inmuebles.
- Disponibilidad económica, debe recurrir a endeudamientos internos y externos con organismos de crédito, tales como Banco del Estado, CAF., BID., entre otros.
- Las transacciones que debe realizar con juntas parroquiales, comunidades, agrícolas, comunidades indígenas, etc.

### **2. 3. Marco científico y técnico relacionado con el proyecto.**

El desarrollo tecnológico, la informática, la comunicación, la globalización, los cambios políticos y sociales, inciden directamente en las actividades del

ser humano, de tal manera, que las mismas deben ser utilizadas y explotadas, eficaz y eficientemente, para el bienestar y al servicio del ser humano.

Con el correspondiente análisis, considerando los campos sociales, económicos, políticos, jurídicos y sus incidencias positivas y negativas, en el convivir de las naciones, la tecnología contemporánea debe ser aplicada para el desarrollo y bienestar de los pueblos. En nuestro medio la aplicación de los diferentes sistemas de lectura a distancia o telemetría, con el fin de mejorar y asegurar que los datos, los registros obtenidos y procesados sean lo más cercanos a la verdad. Estos sistemas y métodos de registro de lecturas, tendrían su aplicación en muchos ámbitos y servicios, prestados y medidos dentro del Ecuador.

Estas formas de registros tienen amplias aplicaciones, ya sea dentro de mediciones o lecturas de los instrumentos de medida o medidores, de energía eléctrica, de agua potable, de gas, entre otros servicios.

Al tratar un tema de gran importancia como es la medición de los volúmenes de agua, tanto del agua captada, agua potabilizada, agua transportada, agua almacenada y agua facturada, se establecerá una racionalización de uso consumo y destino de este elemento líquido vital, minimizando sus pérdidas, evitando su uso no debido o desperdicio, con lo que llegaremos a implementar, un justo sistema de tarifas.

La medición es una ciencia muy particular, en donde se va desarrollando procesos científicos y tecnológicos, con lo cual se pretende minimizar el campo de la imprecisión.

Muchos investigadores del tema afirman que sin medición no hay ciencia, sino se aplica una acertada medición la cobranza de las tarifas no es la verdadera, por lo cual se debe desarrollar ciencia y tecnología de la medición.

En función de la medición eficiente y eficaz se proyectarán los volúmenes de requerimiento, se cubrirán las expectativas de los clientes. (cobertura, calidad, cantidad, continuidad y costo).

La EMAAPQ., en el contexto latinoamericano, se encuentra reconocida como una de las cinco mejores empresas públicas de Latinoamérica, caracterizándose por estar acorde a los últimos adelantos tecnológicos y científicos, dentro del ámbito de la medición, actualmente se investiga e implementa planes piloto hasta obtener un sistema idóneo y una de las técnicas, que EMAAPQ., viene implementando son los sistemas macromedición y micromedición.

El Conjunto de todas las acciones destinadas a conocer los caudales y volúmenes producidos y distribuidos en todos los sistemas de abastecimiento de agua, el registro de los niveles y volúmenes de agua en los tanques de almacenamiento, el correspondiente registro de la presión existente en las redes de conducción y distribución, se denomina "Macromedición", en este nivel se determinará, las pérdidas en los sistemas de conducción, tratamiento, almacenamiento, distribución:

Las causas de las pérdidas de agua en los diferentes sistemas estableceremos de la siguiente manera:

- Pérdidas operacionales; que corresponden a los volúmenes de agua que se pierden en: captación; el volumen de agua cruda captada y almacenada se pierde en su almacenamiento debido a fracturas en las piletas de agua cruda, en acueductos de transporte en canales abiertos muchos residentes aledaños se aprovechan de este líquido para sus necesidades o riegos agrícolas, falta de mantenimiento de acueductos abiertos y cerrados.
- Plantas de tratamiento: problemas de rajaduras en sus reservorios, equipo inadecuado, deficiencia del proyecto, recurso humano no idóneo, intercomunicación deficiente, lavado inadecuado o excesivo de elementos o sistemas de filtración, sobreproducción de agua tratada.

- **Conducción por:** falta de mantenimiento en el sistema de conducción, tuberías, piezas, accesorios de mala calidad, fallas en la concepción del proyecto, presencia de permanentes golpes de ariete, asentamientos de tuberías y juntas, corrosión del suelo, movimiento de tierras, efectos por circulación de vehículos, corrosión del agua, agresividad del suelo a los elementos de las líneas de conducción, entre otros.
- **Almacenamiento:** desbordes por transportación de mas agua de la requerida, sistema de comunicación deficiente entre la planta y los tanques de almacenamiento, falta de coordinación entre tanques de distribución y sectorización, tanques o reservorios con problemas de permeabilidad, mano de obra no calificada.
- **Distribución:** falta de un catastro técnico de; redes, tanques, sectores, materiales de las redes defectuosos, asentamientos de tierras, efectos de vibraciones por presencia o circulación vehicular y de maquinaria pesada, redes o tuberías obsoletas, roturas de tuberías de distribución, por deslizamientos de tierras por lluvias o movimientos de tierras.

Al conjunto de acciones en las cuales nos permite conocer sistemáticamente, el volumen de agua consumido por los usuarios de los respectivos tipos o grupos de clientes, se denomina "Micromedición", a través de lo cual se pretende que el consumo se lo realice dentro de los patrones establecidos de tal manera que el consumo y medición se refleje en la facturación y cobranza justa y equitativa.

Las pérdidas comerciales o de micromedición, se atribuyen a las siguientes causas:

- **Conexiones domiciliarias;** tuberías internas de los predios en mal estado o accesorios dañados o defectuosos, utilización de cisternas defectuosos

- o con problemas de permeabilidad, materiales de mala calidad o defectuosos, falta de mantenimiento, conexiones con by-pass, conexiones sin medidor.
- Catastro de las conexiones; catastro deficiente, falta de actualización y de mantenimiento, descoordinación con otras unidades o departamentos de la empresa.
  - Conexiones ilegales o clandestinas; conexiones indebidas o no autorizadas no integradas al sistema de catastros.
  - Medidores de agua potable: medidores que cumplieron con su vida útil, medidores manipulados, medidores de mala calidad, medidores con arranques altos, falta de redimensionamiento de las conexiones y sus usos domiciliarios, falta de un plan integral de recambio o reposición de los hidrómetros.
  - Toma de lecturas: falta de toma real y efectiva de lecturas a medidores en funcionamiento, deficiente cobertura en la toma de lecturas.
  - Recurso humano: personal tercerizado, personal no idóneo, remuneración baja, falta de empoderamiento.

#### **2.4. Sistemas de lectura.**

La efectiva determinación de un consumo registrado en un predio, nos conlleva a un análisis profundo del tipo de método o sistema que debemos aplicar, tomando en cuenta el impacto social, económico.

Mas nuestro objetivo principal es minimizar los índices de agua no contabilizada dentro de la empresa, controlando todas las pérdidas en los diferentes sistemas de abastecimiento y distribución, por lo cual debemos implementar un estricto programa de lecturas, para llegar a un muy buen sistema de facturación del servicio de agua potable y alcantarillado, también

debemos considerar que la tendencia mundial nos conlleva a la aplicación de nuevas tecnologías de sistemas de lectura entre otros citaremos los siguientes:

- Sistemas de lectura manuales: con tarjetas, libros, listado.
- Sistema de lectura semi automático: con micro lectores manuales, en los cuales se digita la lectura obtenida, lectura de contacto con bastones, agendas electrónicas, que luego descarga la información en sistemas informáticos.
- Sistemas automáticos o de tele lectura: implementando lectura telefónica, lectura móvil por radio frecuencia, lectura mediante radio fijo, lectura satelital, líneas de potencia.

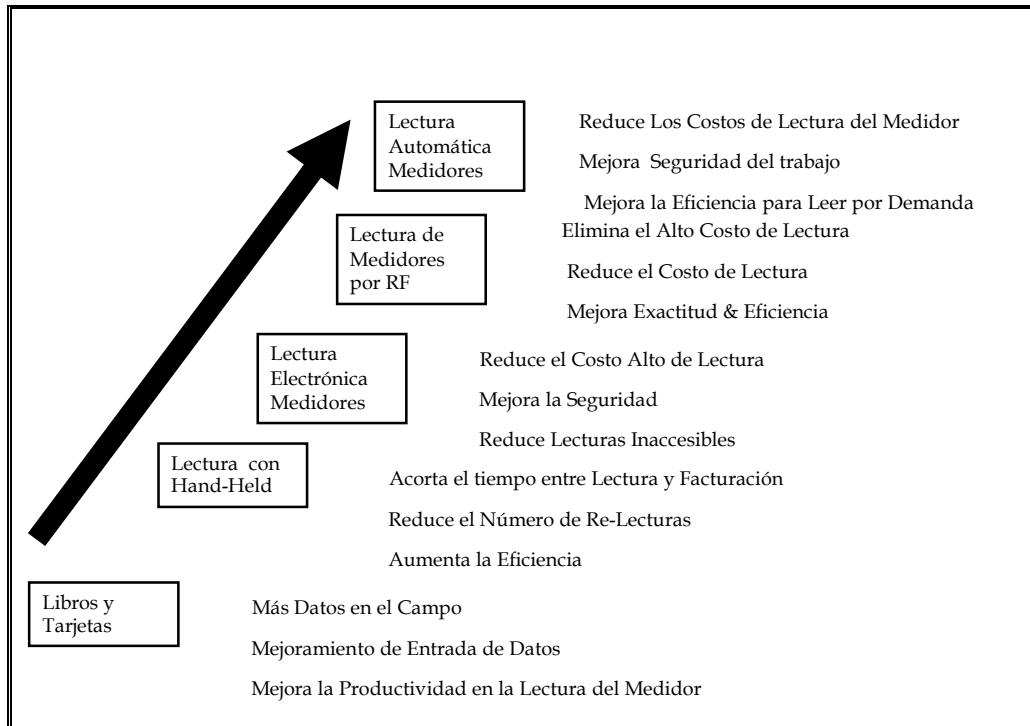
#### **2.4.1 Evolución de sistemas de toma de lectura a medidores o contadores.**

Los sistemas y formas de tomas de lectura a contadores en general han ido evolucionando, desde las tomas con registro papel hasta las tomas automáticas de aplicación mundial.



Gráfico 01.

Sistemas evolutivos de tomas de lectura a contadores.



Fuente: ELSTER GROUP.

Elaboración: autor.

A comienzos del siglo XVIII y con el descubrimiento de la electricidad se inicia la búsqueda y la forma de utilizar las señales eléctricas en la transmisión rápida de mensajes a distancia.

El desarrollo de las comunicaciones electrónicas se inicia en 1837 el norteamericano Samuel Morse, inventó el telégrafo, esto era un equipo para recibir mensajes telegráficos, con código Morse, que era puntos y rayas paralelamente en Gran Bretaña Charles Wheatstone, realizaba el mismo invento, luego se inició la construcción de una red de comunicación

telegráfica y el primer mensaje telegráfico público se transmitió en 1844. Estos inventos fueron mejorados a lo largo de los años, en 1874 Tomás Edison desarrollo la telegrafía cuádruple, que permitía transmitir dos mensajes simultáneamente en ambos sentidos, parte de la telegrafía son los productos actuales tales como, el teletipo, telex y el fax. Con la radio o telegrafía sin hilos, en las siguientes décadas se realizaron gran número de experimentos de transmisión. En 1887 el físico alemán Heinrich Hertz, descubrió las ondas electromagnéticas, estableciendo la base técnica para la telegrafía sin hilos.

En 1896 el inventor italiano Guglielmo Marconi logró enviar señal sin hilos a través del océano Atlántico, dando paso al gran invento de la radio que son ondas electromagnéticas circulares.

La telemetría es la sub-rama tecnológica de las comunicaciones electrónicas que permite enviar datos a distancia utilizando diferentes medios, los datos enviados sobre el medio electrónico utilizado puede ser; voltajes, velocidades, flujos, presiones, temperaturas, salinidades conductivas, fluorescentes, etc., y esta información se envía en códigos binarios o digitales, modulando a la señal de radio, esta señal es captada por dispositivos llamados sensores.

La telemetría puede realizarse por diferentes medios: con equipos de HF, con equipos de VHF, con equipos de UHF, por satélites, por fibra óptica, por telefonía celular, por Internet satelital y Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM.). Hasta la actualidad se han desarrollado sistemas de telemetría en la medición, con lo que se leen los datos a distancia, ya sea por radio frecuencias, por Internet, implementando redes Global sistemas de medición (GSM), vía satelital, telefonía móvil o telefonía convencional.

Con estos sistemas de lecturas automáticas, se detectan informaciones en tiempo real, determinando perfiles de consumo, fugas de agua, intervenciones fraudulentas, daños en los instrumentos de medición, disminuyen el margen de error humano, asegurando que el usuario pague lo que realmente consume.

El sistema de comunicación GSM establece y mantiene las comunicaciones entre terminales móviles y las Estaciones Base (BS) de la red GSM., a través de un sistema Time División Múltiple Access (TDMA), GSM digitaliza y comprime los datos, se lo envía por un canal que funciona en cualquiera de los 900Mhz., 1800 Mhz. y 1900Mhz. banda de frecuencias. Actualmente GSM es el estándar de facto telefónico inalámbrico en Europa así como también tiene más de mil millones de usuarios debido a que los operadores extranjeros de redes GSM tienen acuerdos de itinerancia para cada una de las frecuencias.

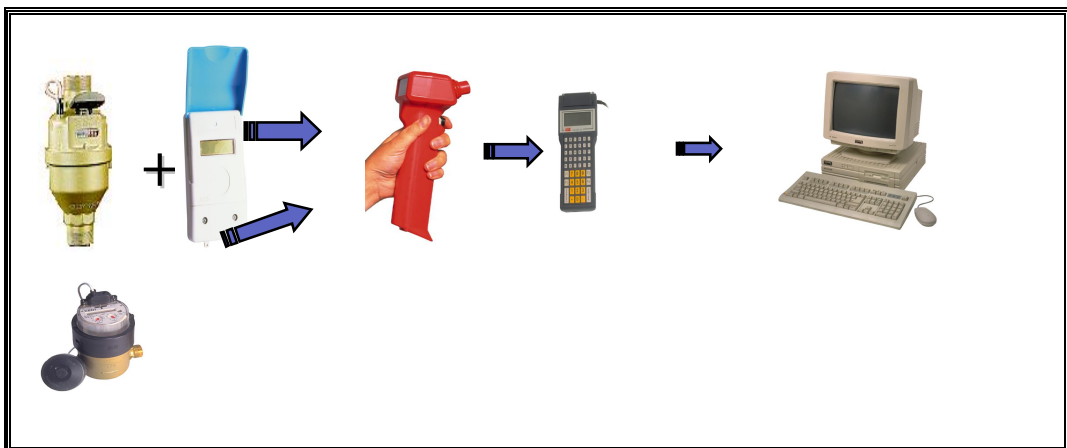
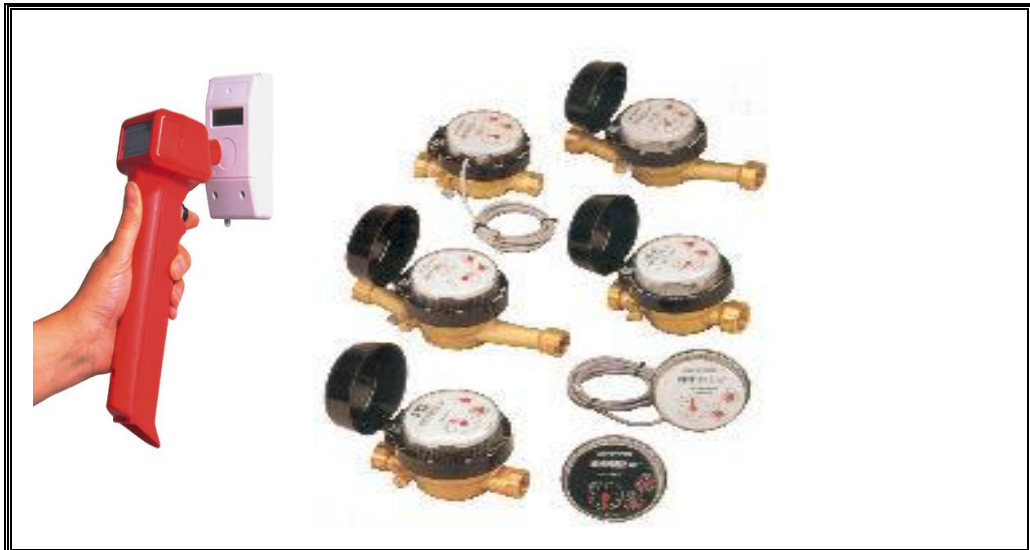
Estos sistemas de redes se complementan con el software pertinente, para el caso captura de datos y lecturas de contadores, permite el acceso a todas las lecturas de una manera rápida y simple.

A continuación se describe algunos sistemas de toma de lecturas a contadores que disponen de dispositivos de salida de pulsos.

- Registrador remoto ScanCounter, es un registrador totalmente configurable compatible con cualquier medidor con salida de pulsos, con un conteo de pulsos exacto, con detección de fugas y bloqueos, en donde son tomados sus datos por contacto.

Gráfico 02.

Toma de lecturas por contacto en registrador ScanCounter y su proceso de descarga y facturación.



Fuente: AABB. Compani.

Elaboración: autor.

➤ Lectura móvil por radio frecuencia:

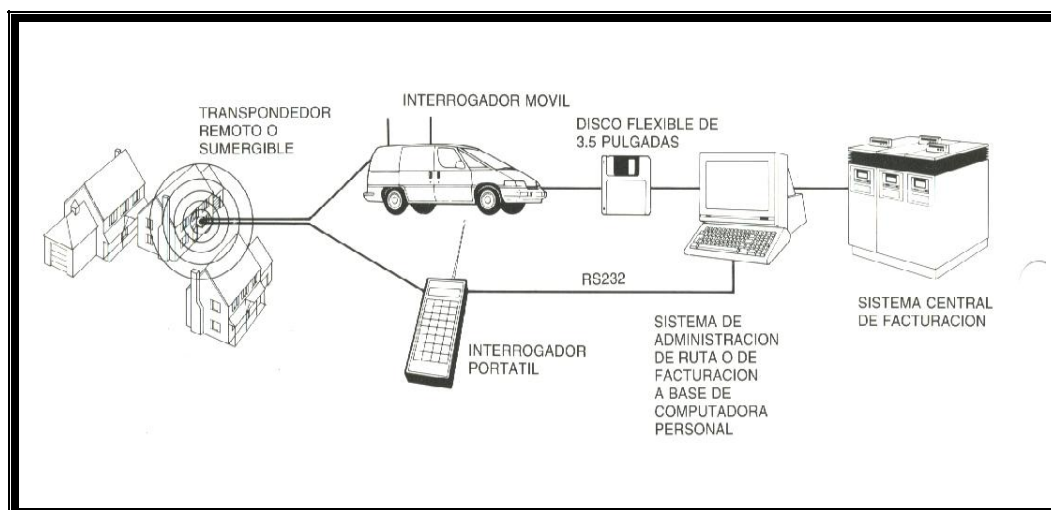
Con terminales portátiles para radio frecuencias, es un sistema usado para lecturas por radio frecuencia (automatic meter reading) AMR, se utiliza en

sitios de acceso difícil, requiere la instalación de radio transmisores a la salida del contador, con alcance suficiente para llevar la señal a la terminal portátil de lectura o interrogador móvil, el que posteriormente descargará la información en un software.

El costo de instalación es alto, los radios transmisores requieren alimentación eléctrica y medidas de seguridad, existen interferencias electromagnéticas, se debe tramitar y obtener permisos reglamentarios de radio transmisión.

Gráfico 03.

Lectura móvil a través de un vehículo.



Fuente: Grupo ELSTER.

Elaboración: autor.

**Desventajas de sistema de toma de lecturas vía radio:**

Relación costo beneficio no significativo

Altos costos de mantenimiento

Problemas de interferencia con otras señales de radio

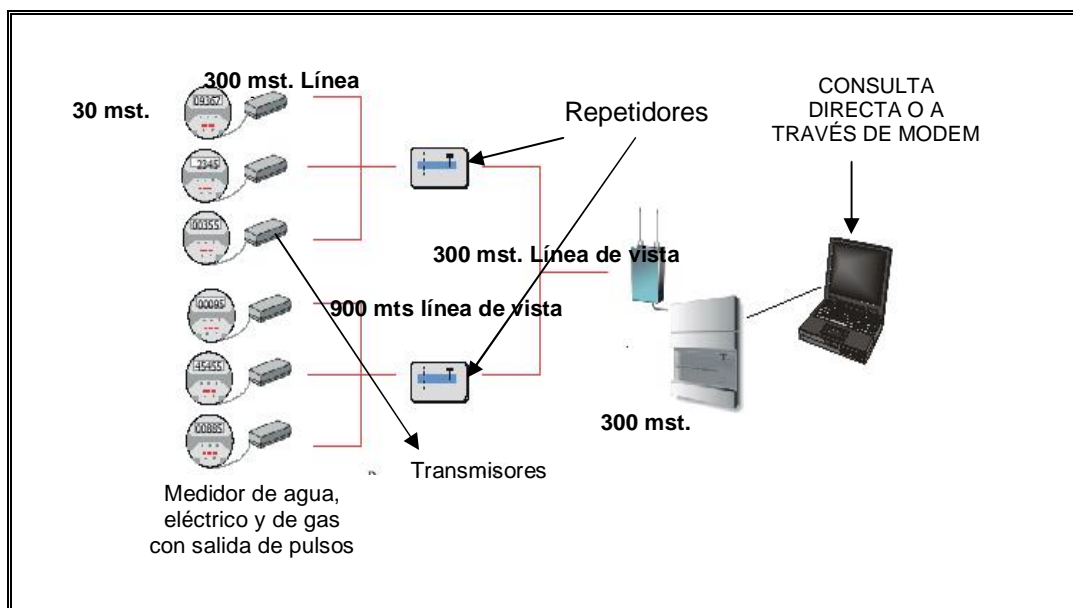
Dispositivos emisores de corta vida.

➤ Sistema de toma de lecturas vía radio fijo.

Para su aplicación se requiere un radio transmisor a la salida del medidor de pulsos, quién enviará la señal por intervalos al repetidor más cercano, el cual recibirá la señal de todos los contadores hasta un máximo de 255 y trasladará la señal a otro repetidor, el dispositivo receptor concentrador de lecturas del radio de acción hasta 2.000 contadores, que posteriormente podrá ser consultado vía telefónica o RS 232. Este tipo de tecnología tiene inconvenientes al trabajar en el rango de 900Mhz., ya que interfiere con equipos de telefonía móvil, así como también tiene inconvenientes con la presencia de otras repetidoras y transmisores que atenúan la señal en más del 50%, lo que obligaría a la instalación de un alto número de repetidoras, incrementando el costo y requiriendo de mayor infraestructura, así como también requieren los permisos pertinentes.

Gráfico 04.

Toma de lecturas mediante radio fijo y repetidoras.

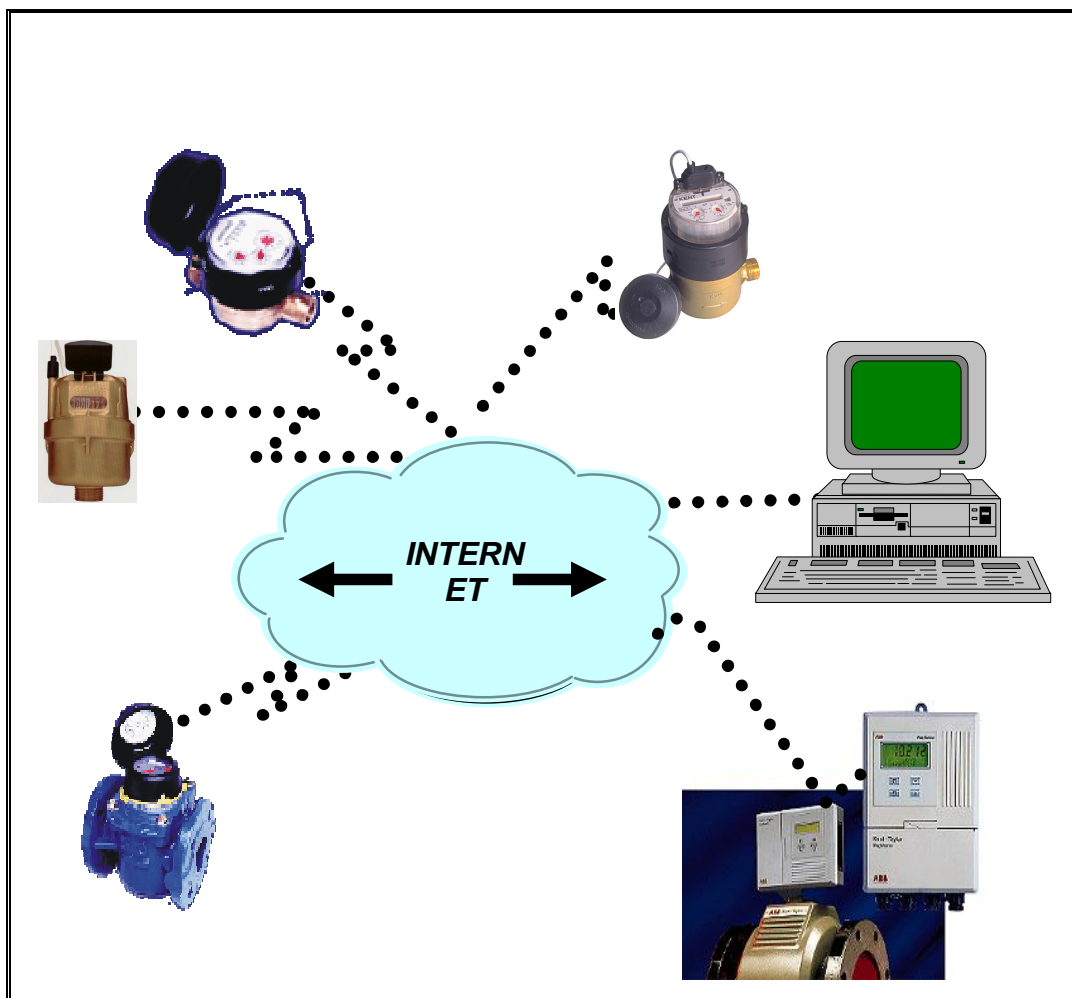


- Incorporación del Internet para la aplicación de telemetría a contadores.

En este sistema se puede incorporar todo contador con dispositivos inalámbricos, los cuales a través de módems podrán ser interrogados desde una sala de control.

Gráfico 05.

Contadores que son interrogados a través de una estación de monitoreo.



Fuente: COLTAVIRA

Elaboración: autor.

➤ Lectura telefónica.

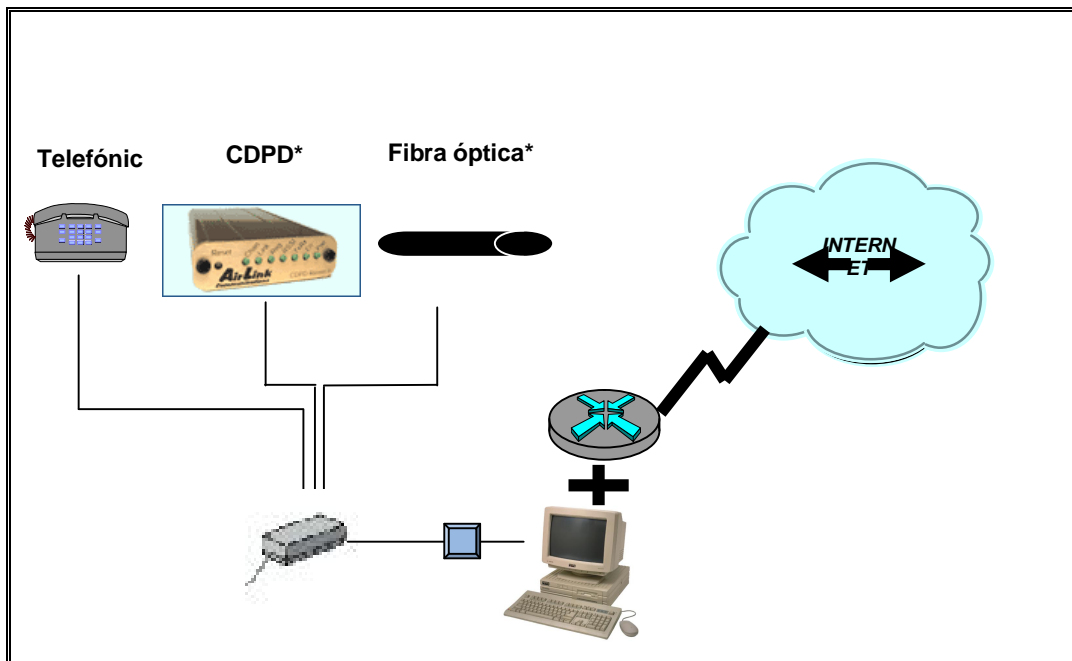
Para esta aplicación se requiere acceso telefónico hasta el concentrador de los contadores, con la instalación de un circuito electrónico de monitoreo de señales con salida telefónica, para interrogar desde una central telefónica la lectura individual. Se requiere de una infraestructura con obra civil interna, e instalación de cableados, estos costos de la infraestructura y equipos son elevados.

**Optimización de estos sistemas.**

Con el fin de optimizar los sistemas mencionados y dependiendo de los que se ajusten a este servicio se puede aprovechar de las redes existentes, ya sean públicas o privadas.

Gráfico 06.

Utilización de las redes públicas o privadas existentes.



Fuente: Grupo RURHGAS

Elaboración: autor.



Con el fin de concentrar y reducir costos para uno de los sistemas de telecturas, en donde existe un alto número de contadores y usuarios, es necesario aplicar la concentración en puntos en por lo menos de 50 contadores en cada punto. Esta topología es la concentración de la información suministrada por un grupo de contadores en un punto de lectura, formando sistemas modulares. Para su funcionamiento es necesario que los contadores se encuentren equipados con emisor de impulsos, cuya señal se llevará mediante un cable adecuado a cada entrada del concentrador. La información registrada por el Módulo de Captura de Impulsos principal (MCI) puede ser transportada mediante diversos medios de comunicación; RS232 a TPL, laptop, línea telefónica convencional (RTB), telefonía móvil GSM, radio frecuencia de corto y largo alcance, etc.

El sistema esta conformado por los siguientes módulos.

- Módulo de captura de impulsos principal (MCI-8-232).
- Módulo de captura de impulsos secundario (MCI-8-bus).
- Módulo de alimentación (MFA).

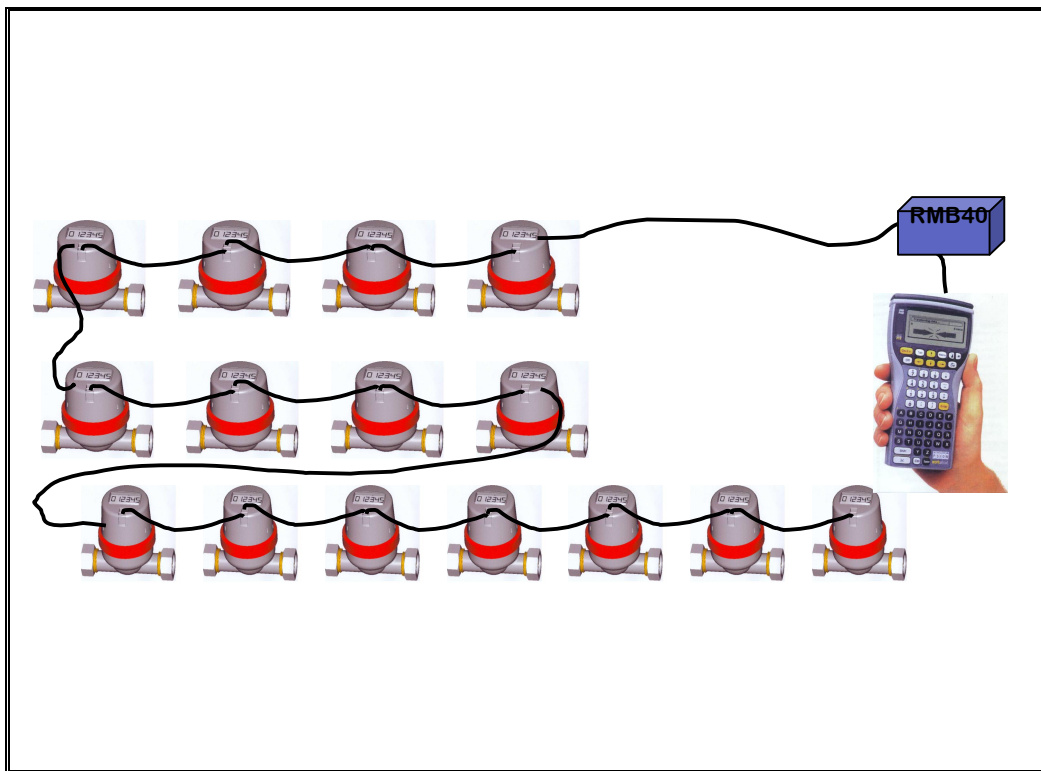
Este sistema es complementado con un tipo de medidor o contador de alta precisión y tecnología, el cual puede ser instalado en cualquier posición, alimentado mediante una batería de larga duración, con un sistema de información inductivo que reporta y almacena mucha información, su sistema operativo para comunicaciones, cálculos, estadísticos, gestión de anomalías, consumo energético, etc., y funcionamiento continuo de 10 años.

Topologías de red de concentración de hasta 50 medidores.

- Conexiones de contadores en serie o en hilera, que reportan sus datos a un punto de concentración.

Gráfico 07.

Conexiones en serie y concentración en un solo punto para la toma de lecturas.



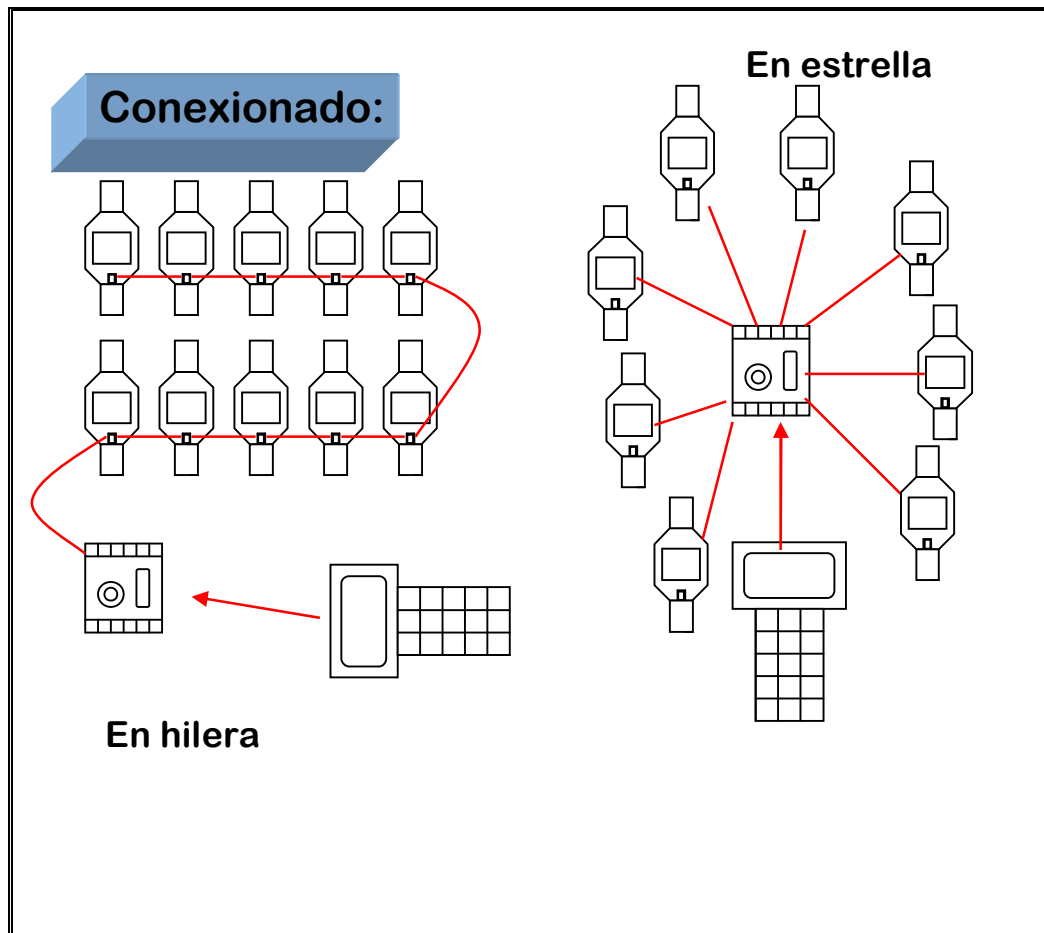
Fuente: AABB.

Elaboración: autor.

Conexiones de contadores en serie y en estrella, que reportan sus datos a un punto de concentración.

Gráfico 08.

Conexiones en serie y estrella, concentrados en un solo punto de lectura.



Fuente: AABB.

Elaboración: autor

Así como también esta topología o red se puede instalar en la denominada forma o tipo estrella, en donde también se concentra en un solo punto de hasta 50 contadores.

En el mercado se encuentra un gran número de tecnologías, soluciones y aplicaciones en telemetría, que pueden ser implementadas con la gama de medidores existentes, ya sea para, agua potable, energía eléctrica, gas, etc.

## CAPITULO III.

### METODOLOGIA.

#### 3.1. Métodos.

El presente trabajo corresponde a una investigación aplicada, que tiende a la solución del problema específico real, determinando el índice de la no facturación de agua distribuida, en el sector centro del DMQ., a través de lo cual nos permitirá observar los efectos en el área de la medición del agua potable en EMAAPQ.

En lo pertinente al lugar, correspondiente al tipo bibliográfico y de campo, los datos a obtenerse serán el producto de investigaciones bibliográficas y de campo, ya que partiremos revisando la teoría correspondiente y se complementará con la investigación de campo a través de encuestas a ser aplicadas a clientes y usuarios, así como también se utilizarán datos estadísticos.

En cuanto a los métodos lógicos, es un trabajo inductivo por que se realizará la investigación de una muestra segmentada con lo cual se trata de comprobar la eficacia, para luego colegir con una generalización y la posterior aplicación de un sistema de toma de lectura científica y tecnológica que se complementará con el método analítico sintético mediante el cual desagregaremos y conoceremos las estadísticas del problema, para luego volverlas a integrarlas en un todo, a través de una solución al problema.

El diseño metodológico corresponde al tipo no experimental de corte transaccional en virtud de que no habrá manipulación de variables y los datos a obtenerse serán producto de la observación en un determinado momento (septiembre del 2007). Su estudio inicialmente es de tipo exploratorio mediante el cual nos adentramos y conoceremos la problemática, con un estudio descriptivo mediante el cual conoceremos las características del problema y que nos servirá de referencia para la elaboración de propuesta de la solución.

### 3.2. Muestra.

Para obtener información relativa al problema, que únicamente pueda plasmar en el proyecto de optimización, se determinó el tamaño de la muestra. A través del muestreo probabilística y con el método de igualdad o de uniformidad, el instrumento de aplicación será la encuesta.

El universo de investigación esta limitado al sector centro de Quito o casco histórico, a cuentas de agua potable que específicamente disponen de conexiones de 10 de diámetro, las cuales se encuentran en el perímetro comprendido de la siguiente manera; sur avenida 24 de Mayo, norte hasta la calle Esmeraldas, hacia el este limitada por la calle Ríos y por el occidente con la avenida Mariscal Sucre, encontrándose inmersas las parroquias y los barrios de San Roque, 24 de Mayo, El cebollar, Santo Domingo, San Marcos, La Marín, La Merced, Ipiales, González Suárez, , La Plaza Grande, Santa Bárbara, La Plaza del Teatro, La Loma Grande, La Loma Chica, parte de La Tola; con sus correspondientes plazas, áreas verdes, piletas, etc.; donde se registra un universo de 261 usuarios que cuentan con conexiones de 1 pulgada de diámetro y son abastecidos en parte por la Planta de Tratamiento de El Placer.

Conocido el universo y disponiendo de una población finita, determinamos cual va ha ser el tamaño de la muestra, por medio de la fórmula:

$$n = \frac{PQ \cdot N}{((N - 1)(E^2 / k^2)) + PQ}$$

En donde:

n = Tamaño de la muestra.

PQ= Varianza media de la población (0.25)

N= Población o Universo (261)

E= Error admisible 10%

$$n = \frac{0.25 \times 261}{((261 - 1)(0,10^2 / 2^2)) + 0,25} = 64,41$$

Con el método uniforme o de igualdad, la muestra conformada de 64 encuestas fue distribuida para los 15 barrios o sectores indicados, en sus respectivas cuadras, siendo seleccionadas 4 cuentas en cada sub-área denominada cuadra, al azar. La información obtenida va a ser de gran importancia para el proyecto, ya que permitirá que se plasme desde un frente primario (usuarios), conociendo sus percepciones y sus necesidades en cuanto al desperdicio de agua potable y su abastecimiento en el DMQ., y con este conocimiento se emprenderá su optimización, y mejoramiento del servicio.

### 3.3. Datos.

La información o datos estadísticos no estuvieron al alcance del investigador, siendo de carácter muy reservado y al no estar disponibles para conocimiento e investigación, impidió conocer y obtener suficiente información para el debido procesamiento de datos; lo que imposibilitó desarrollar la hipótesis y operacionalizar sus variables, debiendo recurrir a los datos generales, es decir a todo el universo o población, considerando el problema en forma global, para responder a la pregunta directriz.

Los datos provenientes de la investigación son datos concernientes a toda la población, agua facturada y agua distribuida en el DMQ., correspondiente al año 2007 desde enero hasta septiembre.

Por lo que los valores son aplicados para determinar la diferencia entre estos dos parámetros.

### 3.4. Instrumento.

Para obtener información y su aplicación en el proyecto se obtuvo un tamaño de muestra de 64 usuarios o clientes de agua potable a quienes se aplicó el siguiente cuestionario-encuesta.

EMPRESA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO.  
GERENCIA COMERCIAL ó DEPARTAMENTO DE MICROMEDICION.  
LABORATORIO DE MEDIDORES.

#### ENCUESTA.

La presente encuesta es de carácter nominal aleatorio, recopilando datos informativos con el objeto de optimizar los sistemas de agua potable y toma de lecturas a nivel de usuarios, con el fin de reducir los índices de agua no contabilizada, en lo pertinente al área comercial.

La información proporcionada es de gran importancia para la institución, por lo que solicitamos ser lo más sinceros y concretos posible.

Datos informativos:

Nombre del usuario: í .

Dirección: í ..

Cuenta número: í ..

Diámetro de la conexión que dispone: í í í í í í í í í í í í í í í í í ..

A continuación en las siguientes preguntas, favor seleccionar las que considere se ajusta más a su percepción, con respuestas concretas o fijas.

1.- ¿Su predio dispone de medidor de agua potable?

Si.    í í í .

No.    í í í .

2.- ¿Se encuentra su medidor con fácil acceso para la toma de lectura, sin que el lectorista tenga que timbrar o pedir ayuda a alguna persona en el predio?

Si.    í í í .

No.    í í í .

3.- ¿Con que frecuencia le toman lectura de su medidor?

Mensual    í í í

Bimensual    í í í ..

Ocasional

í í .

No le toman    í í ..

Reporta el mismo usuario    í í í .

4.- ¿Cual es su consumo promedio mensual de agua potable en m<sup>3</sup>?

m<sup>3</sup>.    í í í .

desconoce    í í í .

5.- ¿Ha solicitado usted revisión de su factura por lectura no tomada?

Si.    í í í í

No.    í í í í .

6.- ¿Cree usted que su medidor le está marcando correctamente?

Sí í .

No.    í í í í .

7.- ¿Está conforme usted con el sistema de toma de lecturas y medición vigente?

Si    í í í .

No.    í í í .

8.- ¿Le gustaría que el sistema de lecturas mejore, aplicando nuevas tecnologías.?

Si.    í í í .

No.    í í í .

9.- ¿De que material es la red de distribución interna?

Cobre í í í .

Hierro galvanizado    í í í .

PVC    í í í ..

Mixto í í í .

Desconoce    í í í .



10.- ¿Dispone usted de cisterna?

    Sí.     í í í .

    No.    í í í í .

11.- ¿Ha notado usted que tiene fugas en sus instalaciones internas?

    Sí.     í í .

    No.    í í í ..

12.- ¿Sabiendo que tiene daños internos en sus instalaciones ha tomado acciones inmediatas para corregir esta anomalía?

    Si.     í í í .

    No.    í í í .

13.- ¿Cuándo ha visto daños en las redes de distribución extras a su predio, ha Reportado a EMAAPQ?

    Si.     í í í ..

    No.    í í í ..

14.- ¿Personas inescrupulosas le han ofrecido reducir su gasto y pago por consumo mensual, a cambio de cierta cantidad de dinero?

    Si.     í í í .

    No.    í í í .

15.- ¿Ha visto a sus vecinos realizar conexiones clandestinas, o by-pass?

    Si.     í í í .

    No.    í í í .

16.- ¿Ha visto o sabe que algún vecino o conocido permite la manipulación del medidor de agua potable o altera el normal funcionamiento del mismo?

    Si.     í í í .

    No.    í í í .

**Gracias por su colaboración**

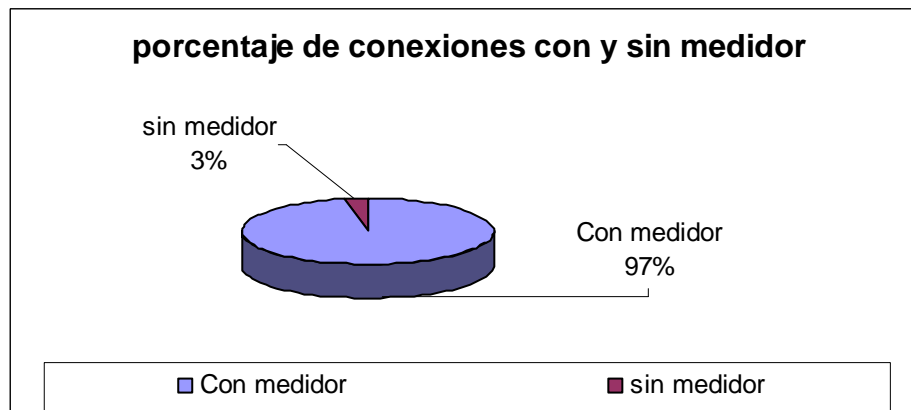
Quito, DM.    í í .deí í í í í í í í í í í í í í í .del 2007

### 3.5. Tabulación e interpretación de resultados.

1.- ¿Su predio dispone de medidor de agua potable?

Respuesta

Conexiones con y sin medidor		
Con medidor	62	97%
sin medidor	2	3%

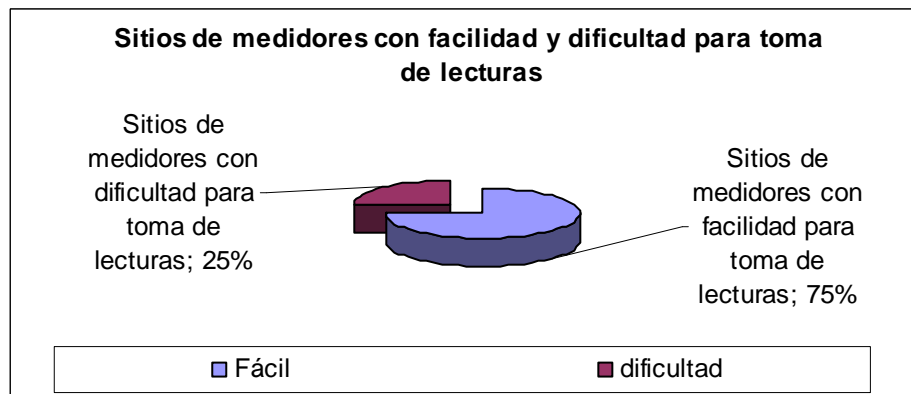


De los datos obtenidos aplicando la encuesta, observamos que el 97% de los usuarios que disponen de conexión de 10 de diámetro, indican que disponen de medidor. El 3% de los usuarios no disponen de medidor de agua potable, lo que demuestra que en este tipo de conexiones y consumidores, se tiene un alto índice de medidores instalados.

2.- ¿Se encuentra su medidor con fácil acceso para la toma de lectura, sin que el lectorista tenga que timbrar o pedir ayuda a alguna persona en el predio?

Respuesta.

toma de lecturas	
Fácil	48
Dificultad	16

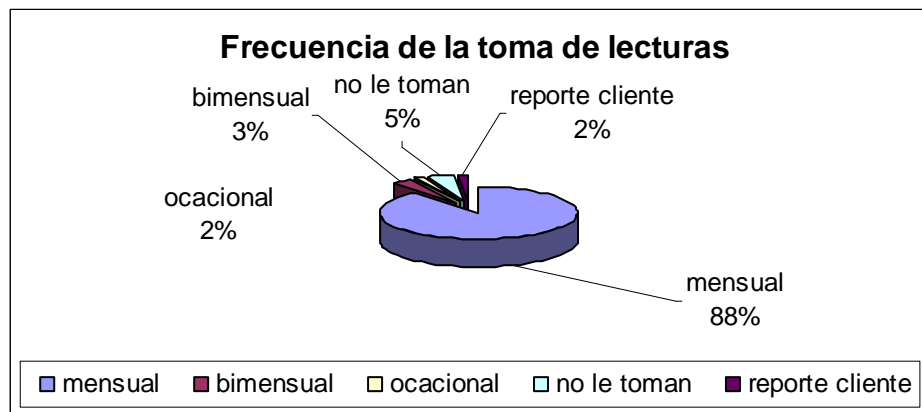


Acorde a la encuesta realizada podemos deducir que el 75% de los de los sitios de medidores de agua potable se encuentran con fácil acceso para la toma de lecturas y el 25% no se puede tomar lecturas con facilidad, debido a su ubicación en el predio, lo que demuestra que probablemente el alto índice de lecturas (25%) que no podrían ser reales.

3.- ¿Con que frecuencia le toman lectura de su medidor?

Respuesta.

Frecuencia de la toma de lecturas	
Mensual	57
Bimensual	2
Ocasional	1
no le toman	3
reporte cliente	1



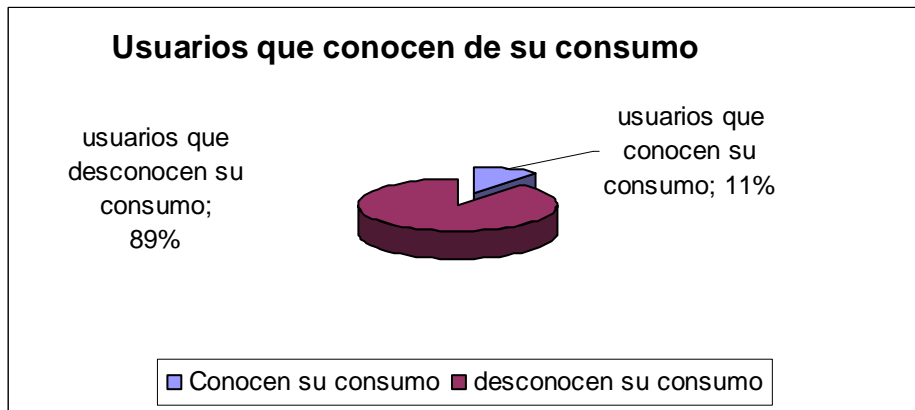
En aplicación de la encuesta podemos observar que el 88% de este tipo de usuarios no tiene problemas con la toma de lecturas mensuales, el resto de usuario manifiesta sus inconvenientes lo que representa el 12% y que sus registros de lecturas son tomadas ocasionalmente o no le toman su lectura etc., lo que refleja que se deben tomar acciones correctivas, con el fin de minimizar estos inconvenientes.

Dentro del 12% vemos que el 2% es reportado por el cliente la lectura de su medidor o 2% indica que sus lecturas son tomadas ocasionalmente y el 5% afirma que no le toman las lecturas de su medidor.

4.- ¿Cual es su consumo promedio mensual de agua potable en m<sup>3</sup>?

Respuesta.

Usuarios que llevan su control de consumo	
Conocen su consumo	7
desconocen su consumo	57

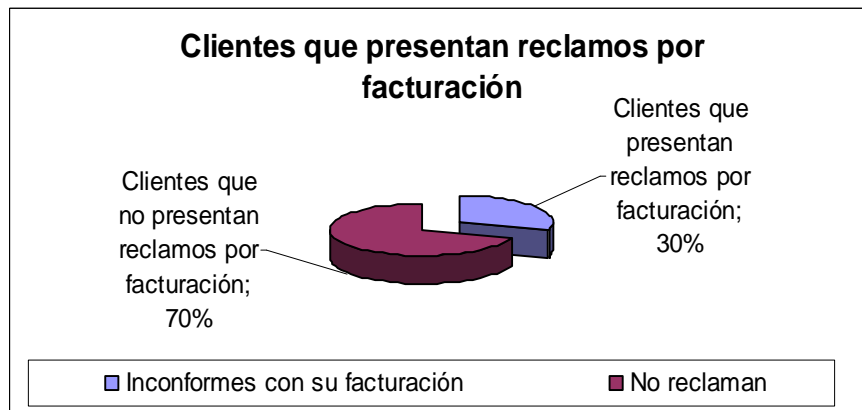


En aplicación de la encuesta se determina que apenas el 11% de los usuarios conoce el volumen de su consumo y sabe que valor debe pagar, en contraste con el 89% de usuarios que no se fijan en el volumen de agua que le facturan y de que esta pagando a la EMAAPQ., Lo que demuestra que los clientes simplemente se fijan en el valor a pagar y no en el volumen que consumieron durante el mes.

5.- ¿Ha solicitado usted revisión de su factura por lectura no tomada?

Respuesta.

Usuarios que solicitan revisión de su factura	
Inconformes con su facturación	19
No reclaman	45



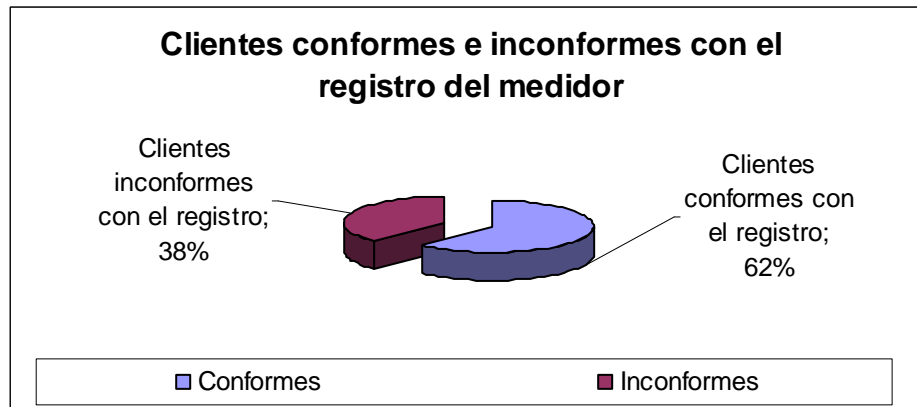
El presente análisis nos demuestra que existe un alto índice de inconformidad por el pago de su factura de agua potable y alcantarillado el cual llega al 30% de reclamos por la factura a pagarse.

El 70% de clientes de este servicio no tienen inconvenientes por el valor a pagar y con o sin razón pagan normalmente.

6.- ¿Cree usted que su medidor le está marcando correctamente?

Respuesta.

Usuarios inconformes con el registro del medidor	
Conformes	40
Inconformes	24

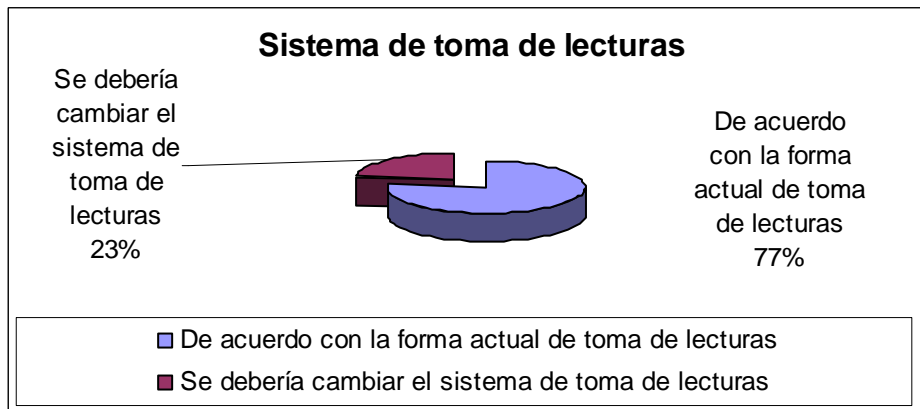


Con los resultados obtenidos, podemos analizar que el 38% de los usuarios afirma su medidor no está registrando correctamente sus lecturas y que apenas el 62% esta satisfecho con el registro de su medidor.

7.- ¿Está conforme usted con el sistema de toma de lecturas y medición vigente?

Respuesta.

Sistema actual de toma de lecturas	
De acuerdo con la forma actual de toma de lecturas	49
Se debería cambiar el sistema de toma de lecturas	15



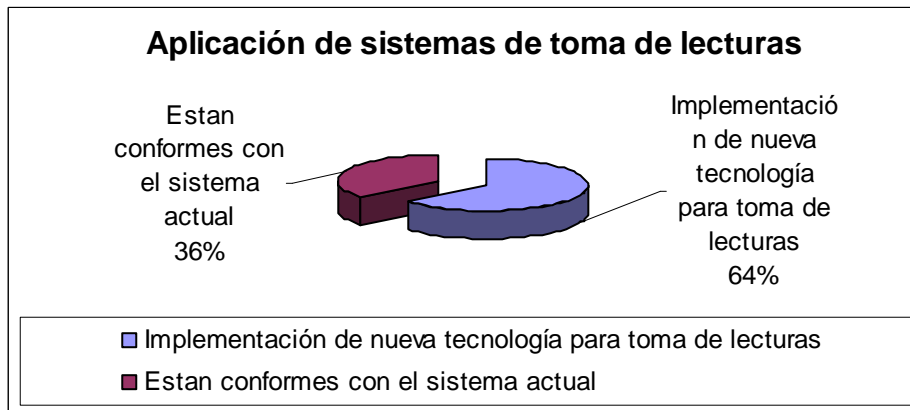
El 77% de los clientes de este servicio se encuentran conformes con el sistema de toma de lecturas implementado, en contra posición del 23% que cree que se debe aplicar nuevos sistemas de lecturas.



8.- ¿Le gustaría que el sistema de lecturas mejore, aplicando nuevas tecnologías?

Respuesta.

Aplicación de sistemas de toma de lecturas	
Implementación de nueva tecnología para toma de lecturas	41
Están conformes con el sistema actual	23

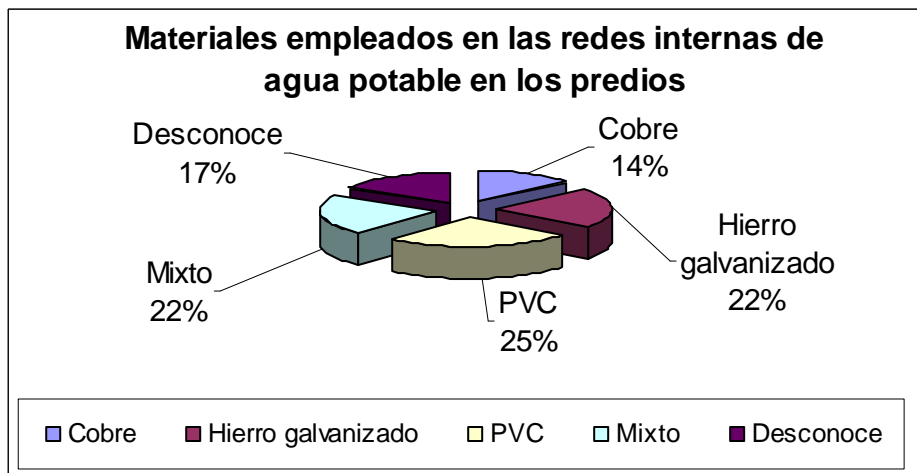


En atención a la encuesta y sus resultados obtenidos, el 64% de los usuarios encuestados están de acuerdo con la aplicación de sistemas innovadores de tomas de lectura. Paralelamente el 36% esta conforme con el sistema actual de tomas de lecturas a medidores de agua potable.

9.- ¿De que material es la red de distribución interna?

Respuesta.

materiales empleados en las redes internas del predio	
Cobre	9
Hierro galvanizado	14
PVC	17
Mixto	14
Desconoce	11

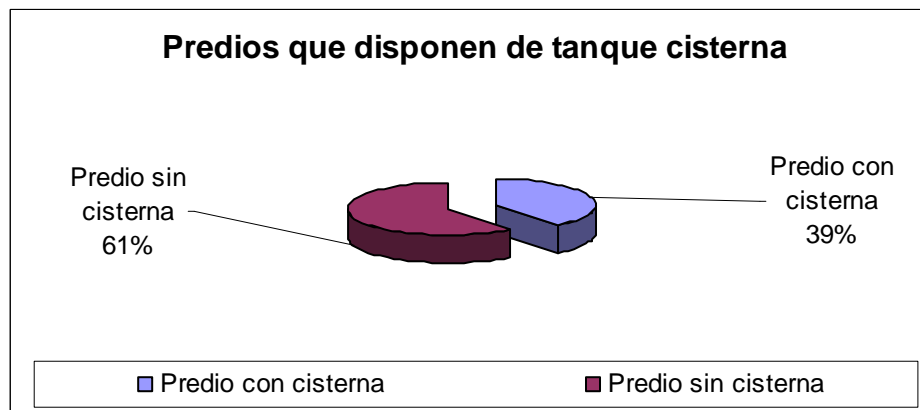


Dentro de la gama de materiales y accesorios para redes de agua potable interna, en atención a su eficiencia, seguridad y durabilidad; el 14% utiliza el cobre que es lo mas recomendable por su eficacia y durabilidad, el 17% no sabe de que materiales son sus instalaciones internas lo que podría tener inconvenientes en el momento de un daño, el 22% dispone de tuberías de hierro galvanizado, el cual con el paso de los años presenta deterioros o perforaciones y aloja demasiado sedimentos en su interior, pudiendo llegar a taponarse la tubería, otro 22% es de carácter mixto, que puede ser viable y el 25% es de PVC que son conductos que no permiten adherencias internas pero con el paso de los años su estructura molecular se cristaliza presentándose inconvenientes a largo plazo.

10.- ¿Dispone usted de cisterna?

Respuesta.

Predios que disponen de cisterna	
Predio con cisterna	25
Predio sin cisterna	39

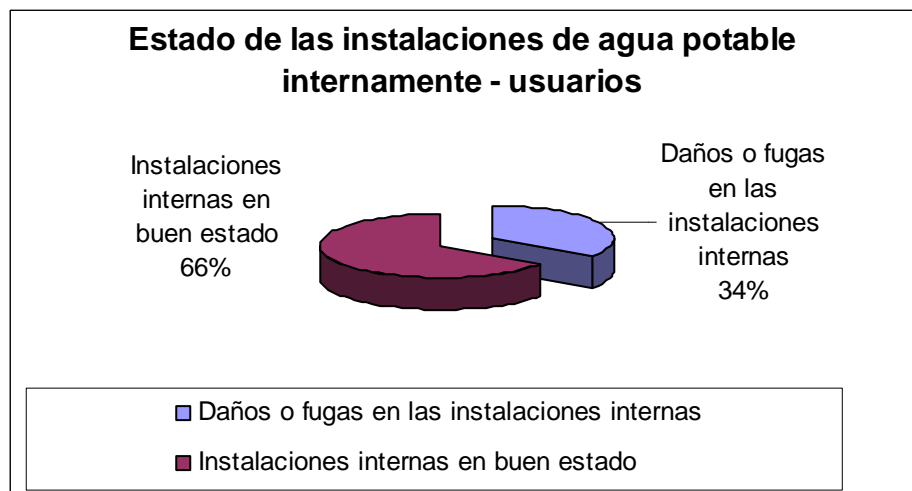


La encuesta nos revela que el 39% de los propietarios de los predios encuestados disponen de tanque de almacenamiento de reserva o cisterna y el 61% tienen el abastecimiento directo sin cisterna y que no han tenido problemas de abastecimiento, lo que demuestra que existe cierta confianza respecto al permanente abastecimiento.

11.- ¿Ha notado usted que tiene fugas en sus instalaciones internas?

Respuesta.

Estado de las instalaciones internas en los predios	
Daños o fugas en las instalaciones internas	22
Instalaciones internas en buen estado	42

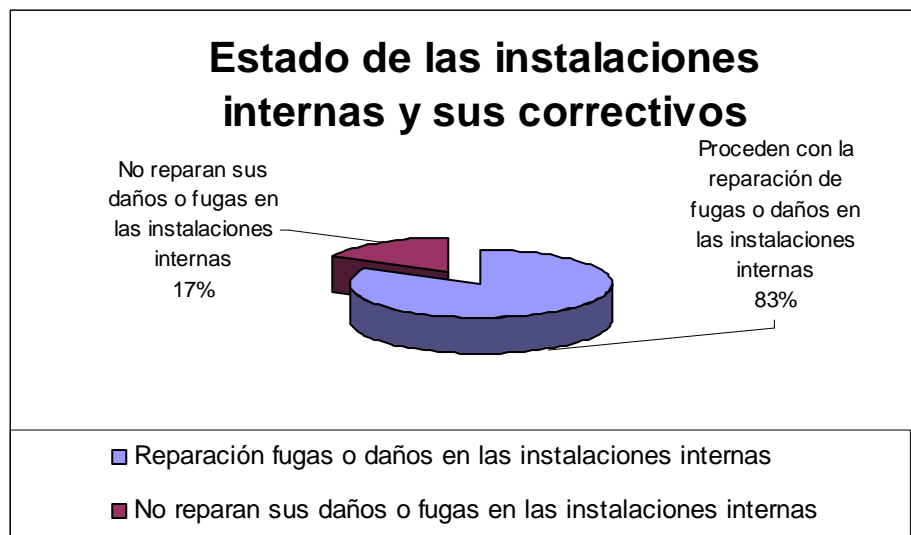


Los datos obtenidos y procesados señalan que el 34% de los predios tienen o tuvieron daños o fugas en sus instalaciones tales como tuberías, inodoros, accesorios etc., y que el 66% no han tenido estos inconvenientes, lo implicaría el 34% de desperdicios.

12.- ¿Sabiendo que tiene daños internos en sus instalaciones ha tomado acciones correctivas?

Respuesta

Predios con daños en las redes internas	
Reparación fugas o daños en las instalaciones internas	53
No reparan sus daños o fugas en las instalaciones internas	11

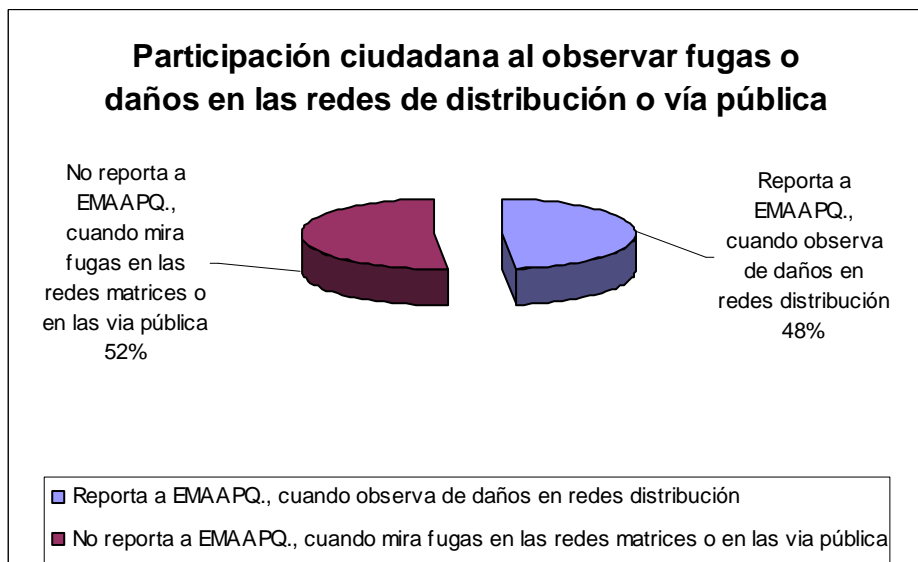


En el gráfico de encuestas observamos que una vez detectados los daños o fugas internas, el 83% procede con su reparación y que el 17% sabiendo que tiene problemas en sus instalaciones no lo corrigen, deduciendo que ese 17% ocasiona las probables fugas.

13.- ¿Cuándo ha visto daños en las redes de distribución extras a su predio, ha reportado?

Respuesta.

Participación de la ciudadanía en el reporte de fugas en tuberías matrices o de distribución	
Reporta a EMAAPQ., cuando observa de daños en redes distribución	31
No reporta a EMAAPQ., cuando mira fugas en las redes matrices o en la vía pública	33

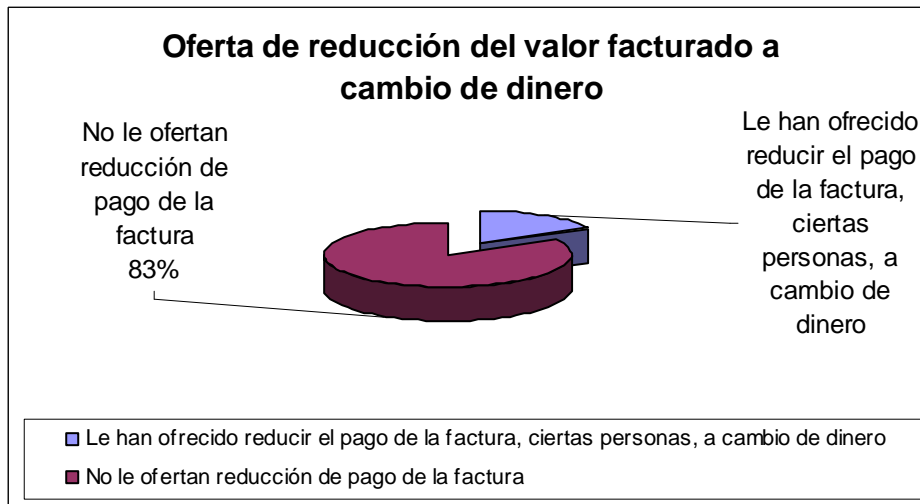


El gráfico de la encuesta nos revela, un alto desperdicio, que el 52% de los usuarios, al ver daños o fugas en las redes matrices de distribución de agua potable no reporta o poco le importa de estas pérdidas de agua y que podría perjudicar al abastecimiento del líquido vital a la ciudadanía en general, en contraste con el 48% que si lo hace, coadyuvando con los intereses de la comunidad y la EMAAPQ.

14.- ¿Personas inescrupulosas le han ofrecido reducir su gasto y pago por consumo?

Respuesta.

Personal sin convicción ofrece servicio de reducción de pago	
Le han ofrecido reducir el pago de la factura, ciertas personas, a cambio de dinero	11
No le ofertan reducción de pago de la factura	53

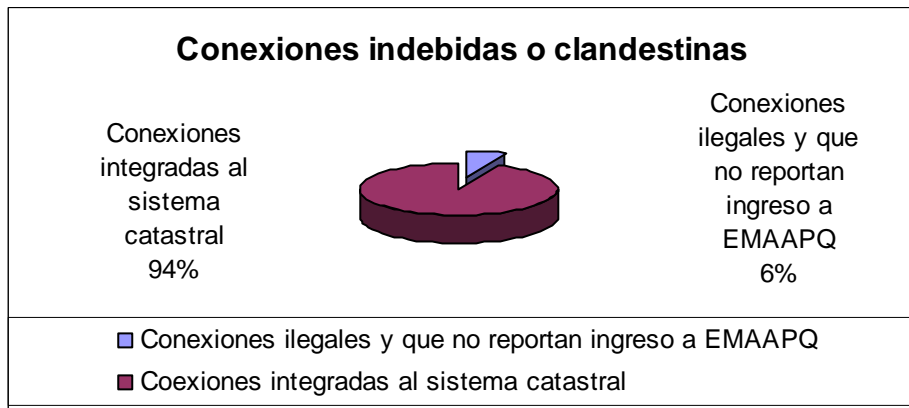


Al 17 % de los diferentes usuarios encuestados les han ofrecido reducir el valor de sus facturas a cambio de cierta cantidad de dinero, personas de alguna manera se encuentran vinculadas con la EMAAPQ., creando un acto de corrupción y aumentando el índice de agua no contabilizada o no facturada, en contraparte del 83% que no ha sido inducida a este ilícito, determinando un alto porcentaje de buenos usuarios.

15.- ¿Ha visto a sus vecinos realizar conexiones clandestinas, o by-pass?

Respuesta.

conexiones clandestinas	
Conexiones ilegales y que no reportan ingreso a EMAAPQ	4
Conexiones integradas al sistema catastral	60



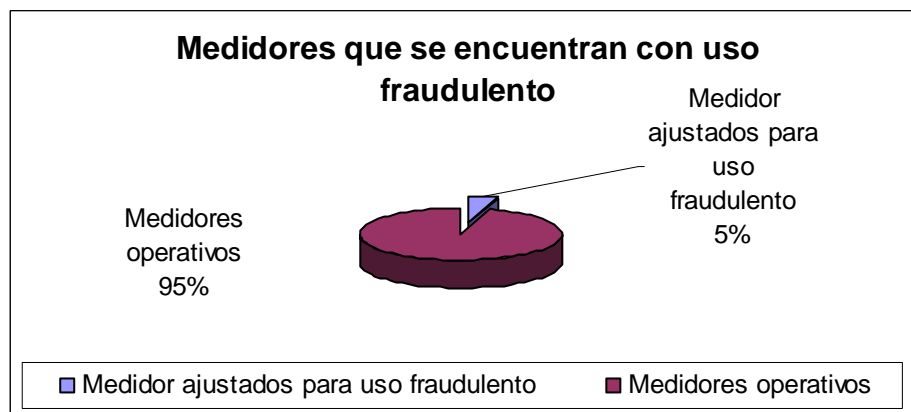
En las encuestas realizadas en lo que respecta a conexiones indebidas o clandestinas, se detecta que el 6% de clientes encuestados han sido observadores de ejecución de conexiones indebidas o fraudulentas. Este 6% afecta al ingreso total de la facturación, sin embargo el 94% de las conexiones se encuentran dentro de lo correcto.



16- ¿Ha visto o sabe que algún vecino o conocido permite la manipulación del medidor de agua potable o altera el normal funcionamiento del mismo?

Respuesta.

uso fraudulento	
Medidor ajustado para uso fraudulento	3
Medidores operativos	60



El gráfico nos permite observar que dentro de los medidores instalados, en los predios, objeto de esta encuesta, existe un 5% de medidores con uso fraudulento o que no están registrando el verdadero consumo que se tiene dentro de un predio. A diferencia que el 95% se presume que los contadores se encuentran registrando el consumo debido.

Tabulación de resultados						
N	Respuesta-pregunta	%	Respuesta-pregunta	%		%
1	con medidor	97%	sin medidor	3%		
2	Facilidad lect.	75%	dificul. Lect	25%		
3	Mensual	88%	Varios	12%	ocasional	
4	conocen consumo	11%	Desc-consumo	89%		
5	Reclamo-fact	30%	no reclaman	70%		
6	Registro-conforme	62%	registro-inconforme	38%		
7	de acuerdo sist. Lectura	77%	cambio sist.lect	23%		
8	conformes tecn- aplicada	36%	se requiere nueva tec	64%		
9	mat. Cobre	14%	HG, mixto, desconoce	61%	PVC	25%
10	con cisterna	39%	sin cisterna	61%		
11	instal.inter. OK	66%	instal.inter.fugas	34%		
12	Reparan sus instalac.inter	83%	no reparan	17%		
13	Reporte daño extra predio	48%	no reporta daño exp	52%		
14	oferta reduc.pago Fac.	17%	no oferta, reducc,pag	83%		
15	conexiones legales	94%	conexiones ilegal	6%		
16	medidores uso fraude	5%	medidores OK	95%		

### 3.6. Pregunta directriz.

**¿Qué cantidad de agua potable es producida y no facturada en el DMQ durante el 2007?**

Pregunta planteada a falta de hipótesis por la limitación en la obtención de datos o información. Para responder la pregunta de investigación analizaremos inicialmente los datos de producción de la planta de tratamiento, El Placer y su distribución, con lo que determinaremos en este cuadro, la pérdida existente en Planta.

Cuadro No. 01

Volumen de producción ver sus volumen de distribución en la Planta el Placer.

<b>Producción y distribución de la planta EL PLACER</b>				
<b>Mes</b>	<b>Producción</b>	<b>Distribución</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Porcentaje</b>
	M3	m3	m3	Distribución
Ene-07	1362445	1332535	29910	97,80
Feb-07	1345150	1315240	29910	97,78
Mar-07	1274525	1241335	33190	97,40
Abr-07	1339498	1307268	32230	97,59
May-07	1424390	1373900	50490	96,46
Jun-07	1345594	1312248	33346	97,52
Jul-07	1320365	1272251	48114	96,36
Ago-07	1324166	1281774	42392	96,80
Sep-07	1293149	1252746	40403	96,88
	12029282	11689297		97,17

Fuente: informe mensual del departamento de ingeniería operativa de EMAAPQ., a septiembre del 2007.

Elaboración: autor.

El agua utilizada o desperdiciada y no facturada en la Planta el Placer llega al 2,83%

El sistema de El Placer abastece o distribuye a 6 tanques de almacenamiento y distribución y estos a 6 diferentes sectores urbanos, dentro de este grupo se encuentra el tanque No 11 que es el que abastece al sector 11 del centro de Quito.

Los siguientes datos corresponden al tanque No 11 que es uno de los que se alimentan de la planta El Placer y sus datos nos permiten establecer las diferencias entre el agua distribuida y el volumen de agua facturada en el sector mencionado.

Cuadro No. 02.

Volumen de distribución ver sus volumen de facturación en el centro histórico del DMQ.

<b>Cuadro de análisis volumen de distribución y facturación sector 1</b>					
<b>Distribución</b>					
<b>Mes</b>	<b>Planta</b> <b>V = m3</b>	<b>Tanque S-11</b> <b>V = m3</b>	<b>facturación</b> <b>V = m3</b>	<b>diferencia</b> <b>V = m3</b>	<b>volumen NF</b> <b>%</b>
Ene-07	1332535	116870	77571	39299	34
Feb-07	1315240	108813	67878	40935	38
Mar-07	1241335	115851	78011	37840	33
Abr-07	1307268	126914	84663	42251	33
May-07	1373900	116022	77030	38992	34
Jun-07	1312248	112995	74705	38290	34
Jul-07	1272251	98953	60986	37967	38
Ago-07	1281774	113816	74865	38951	34
Sep-07	1252746	116502	78816	37686	32
<b>Total</b>	<b>11689297</b>	<b>1026736</b>	<b>674525</b>	<b>352211</b>	<b>X=</b> <b>34,44 %</b>

Fuente: Ingeniería operativa y procesamiento de datos EMAAPQ.

Elaboración: autor.

Los datos registran fluctuaciones de agua no contabilizada que van desde el 32% al 38%, durante el período de estudio.

El promedio de agua no contabilizada del período comprendido entre enero del 2007 al septiembre del 2007 es de 34,44%.

Analizados los resultados de la producción total en la Planta de El Placer y uno de sus 6 tanques se determina que, se han distribuido 11.689.297m<sup>3</sup> y el tanque 11 ha distribuido 1.026.736m<sup>3</sup>, en contraparte del volumen facturado que es de 674.525m<sup>3</sup>, existiendo un volumen no facturado de 352.211m<sup>3</sup>, que representa el 34,44% de agua no facturada.

Con el fin de relacionar los resultados obtenidos, citaremos los índices de producción y facturación, de todo el DMQ., incluidos todos sus sistemas de producción, distribución y facturación, desde enero del 2007 a septiembre del 2007, con lo que se determinará el porcentaje de agua no contabilizada y no facturada.

Cuadro No. 03

Volumen de agua no facturada en función de la producción general total en el DMQ.

<b>Índice de agua no contabilizada a septiembre del 2007</b>		
<b>Producción total</b>	18.928.585,44	100,00
<b>Facturación total</b>	12.464.379,00	65,85
Diferencia	6.464.206,44	<b>34,15</b>

Agua no facturada en función de la producción para el DMQ., es de 6.464.206,44 m<sup>3</sup>. que representa el 34,15%

Fuente: Ingeniería operativa.

Elaboración: autor.

En este cuadro consolidado de producción total y la facturación total a septiembre del 2007 se deduce que el índice de agua no contabilizada, es el 34,15 %., cifra que es muy similar a la obtenida en el sector de estudio que fue de 34,44%

Este volumen del 34,15% de agua no facturada representa aproximadamente \$ 1.038.177,03 US., que EMAAPQ., presumiblemente ha dejado de percibir en el período enero a septiembre del 2007.

Dentro de este valor se encuentran inmersas ciertas condiciones y situaciones que por acuerdo, por ley, o por ornato se deducen y no se factura.

Consumo en piletas, parques, jardines, plazas públicas de la ciudad.

Consumo en lavanderías publicas.

Consumo en instituciones de servicio social y ayuda a la comunidad.

Instituciones y escenarios amparados por La Ley del Deporte y recreación.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones.

- La EMAAPQ., tiene un alto índice de medidores instalados y funcionando, pero le hace falta cubrir un mínimo porcentaje con lo que mejoraría el índice no controlado de agua distribuida y no medida, ese porcentaje se transforma en considerable cuando hay uso indiscriminado presentándose un alto desperdicio del elemento líquido vital, generalmente en conexiones de uso gratuito y público tales como; plazas públicas, piletas, servicios higiénicos, lavanderías públicas y usos amparados por la Ley del deporte que tienen el servicio gratuito. Así como se ha determinado que la EMAAPQ tiene dificultades considerables con la ubicación de medidores en los predios, para su toma de lecturas, lo que ocasiona inconvenientes tanto para la empresa como para el usuario.
- Mas de las tres cuartas partes de los clientes están convencidos que les están facturando lo que realmente consumieron existiendo un bajo porcentaje que no está satisfecho con esta actividad y la mayoría de usuarios no supervisa ni controla su consumo en m<sup>3</sup> y tampoco revisa en volumen de su factura, para afirmar o rechazar los valores aplicados, dando por aceptando el valor impuesto por EMAAPQ., lo que ocasiona reclamos por el valor facturado, en donde estaría inmerso; la no toma de lecturas, error al digitar, inconvenientes en el predio, (no hay quien atienda, perro bravo etc.). Así como también la confiabilidad del estado del medidor instalado en el predio tiene cierto grado de inconformidad que es atribuible al instrumento de medida. A lo que se sumaría la percepción de los clientes en relación al sistema de toma de lecturas y su satisfacción, determinándose que se debería cambiar el sistema de toma de lecturas a nuevas tecnologías.

- Los materiales que comúnmente utilizan los usuarios en sus redes internas de agua potable, menos de la mitad acertadamente utiliza tuberías de cobre que son durables y no permiten adherencias de sedimentos ni aleaciones ferrosas, así como también emplea el PVC y polipropileno, que también son materiales recomendables para este uso, en contraparte de más de la mitad emplea hierro galvanizado que en nuestro medio es de baja calidad y permite adherencias de sedimentos que con el tiempo se oxida y produce pérdidas de carga, disminución de caudal de ingreso, fugas y filtraciones.
- La función del tanque cisterna es la de hacer una reserva en caso de escasez del elemento líquido vital, en las actuales condiciones de abastecimiento por EMAAPQ., no amerita la permanencia de estos reservorios ya que si este cisterna no es controlado en su servicio, causa altos desperdicios del elemento líquido vital, así como también aumenta el volumen de consumo y la correspondiente facturación.
- En las redes internas de los predios existe un alto índice de fugas, daños, desperdicios, lo que conlleva a un alto consumo y valor elevado de sus planillas mientras dure estos desperfectos, lo cual es atribuible al estado de las instalaciones internas de los clientes de agua potable y alcantarillado de EMAAPQ., en muchos casos los usuarios no corrigen sus desperfectos y daños internos ya detectados, por lo que sus planillas de pago seguirán siendo altas, por consumos que no lo hicieron directamente si no que desperdician, en desmedro de otros sectores y usuarios que podrían tener mejor abastecimiento. Por falta de una cultura de uso y servicio del agua potable más de la mitad de usuarios simplemente miran cuando hay fugas en redes de distribución y no contribuye reportando para su reparación, lo que ocasiona altas pérdidas del elemento líquido vital.
- Se estima un porcentaje considerable de conexiones fraudulentas o no debidas por lo se va incrementando los porcentajes e índices de agua no facturada, a lo que se suma la existencia de medidores que se encuentran en uso fraudulento, parte de las causas por las cuales no coinciden entre el volumen producido y distribuido en comparación del volumen facturado.



#### 4.2. Recomendaciones.

- A los consumidores tales como; lavanderías públicas, plazas públicas, escenarios deportivos amparados por la Ley del deporte, ligas barriales, cuentas oficiales, cuentas municipales, etc., que gozan del servicio gratuito, se debería racionalizar el consumo con el correspondiente control y limitaciones pertinentes.
- Se deben reubicar más de un cuarto del total medidores instalados, ya que se encuentran en sitios no aptos para una toma de lectura, con esta reubicación se podrá tomar lecturas directamente de tal manera que no tenga que interrumpir las actividades de los clientes o si no fue factible tomar la lectura por que no hubo quien abra la puerta y permita la toma de lectura.
- Promover campañas educativas a gran escala con el fin de desarrollar el buen uso de los servicios prestados por la EMAAPQ.
- Tomar acciones que encaminadas hacia el cliente con el fin de reducir el porcentaje de insatisfacciones, con el objetivo de brindar un mejor servicio en beneficio de sus usuarios.
- Desarrollar políticas y difundirlas sobre; la ubicación, uso mantenimiento, vida útil y conservación de los medidores de agua potable, revisiones periódicas de las instalaciones internas.
- Aplicar la Ley de defensa del consumidor, que obliga a pagar al cliente por el consumo real y efectivo, implementando contadores actualizados efectivos e inteligentes, que permitan almacenar información e histogramas de consumo.
- Investigar y desarrollar sistemas de tomas de lectura, que vengán a solucionar los reclamos por esta actividad de tal manera que sus mediciones sean de lo más confiables a través proyectos en sistemas de toma de lectura.
- Promocionar programas de conservación de este valioso elemento líquido vital y que sus usuarios y ciudadanos participen en el control de los sistemas de distribución con el oportuno reporte cuando observen daños en redes matrices y evitar el consecuente efecto de desabastecimiento, con la implementación de módulos de educación y cultura del buen uso y

preservación del agua, difundiendo por los principales medios de comunicación.

- El sistema catastral debe estar en permanente mantenimiento y verificación de campo evitando y controlando las conexiones clandestinas, coadyuvando con la reducción de agua no facturada.
- Aplicar la ciencia y tecnología existente con el fin de mitigar a futuro las posibles repercusiones por el aumento de índices de agua no contabilizada, lo que ocasionaría elevación de costos por m<sup>3</sup> y posiblemente un desabastecimiento a corto plazo con una limitada cobertura, consecuentemente EMAAPQ., esta en su obligación el reducir los índices de agua no contabilizada y no facturada, brindando un eficiente servicio a sus clientes, obteniendo la satisfacción del mismo por el servicio prestado, a costos razonables. Para lo cual debe realizar acciones agresivas y proyectos de medición en todos sus sistemas desde la etapa de captación, conducción, almacenamiento, tratamiento, distribución, sectorización, con el correspondiente instrumento de medición.

## CAPITULO V.

### PROYECTO TELELECTURAS EN EL CENTRO DE QUITO.

#### **Tele lecturas automáticas e inteligentes para medidores o contadores de agua potable, instalados en el sector centro del DMQ.**

##### **5.1. Presentación y localización.**

Un eficiente sistema de medición de agua potable en la actualidad, requiere de inversiones y aplicación de nuevas tecnologías, consecuentemente consiste en remplazar sistemas obsoletos por uno de mejor calidad, seguridad y eficiencia. Es así que en la ciudad de San Francisco de Quito, capital de los ecuatorianos, ciudad declarada patrimonio mundial de la humanidad por la UNESCO., en una de sus áreas denominada centro o casco histórico, en donde confluyen actividades tales como; política, económica, religiosa y social. Se encuentran usuarios de agua potable y alcantarillado, que se convierten en referentes, para implementación y aplicación de un sistema automático de toma de lecturas.

Sector de contrastes con actividades; culturales, artísticas, comerciales, clericales, administrativas de poder político nacional y seccional, es un sector estratégico que se encuentra abastecido del servicio de agua potable y alcantarillado por EMAAPQ., a través de su antigua y legendaria Planta de El Placer, esta a su vez suministra a 6 tanques de distribución y uno de ellos alimenta a este sector estratégico que actualmente se encuentra compuesto por 3.725 predios o usuarios que disponen de conexiones de agua potable con sus respectivos medidores, que en por lo menos el 50% de los mismos se encuentran en estado de actualización y/o recambio.

El presente trabajo revisa y explora la información disponible sobre el centro de la ciudad y su complemento, constituyendo un estudio y punto de partida para la factibilidad y aplicación de un sistema de medición científico y tecnológico que venga a solventar debilidades de los instrumentos de medida instalados y el consecuente sistema de medición, así como también tomar acciones a corregir por los usos indebidos en ciertas cuentas y saber que volumen se esta subvencionando a las cuentas de carácter social, público y los que se encuentran bajo el amparo de la Ley del Deporte de esta forma se ira alcanzando una recuperación de los índices de agua no contabilizada y no facturada, que se ha convertido en una pérdida económica para EMAAPQ.

De una manera sistemática, dinámica se irá evaluando y aplicando el sistema de medición científico y tecnológico que permitirá la implementación de un sistema de toma de lecturas automáticas determinando con certeza el volumen de distribución, así como también se determinen los volúmenes de facturación, permitiendo el desarrollo conjunto de este sector y de la EMAAPQ.

## **5.2. Objetivos.**

### **5.2.1. Objetivo General.**

- Implementar un sistema científico y tecnológico de toma de lecturas a medidores de agua potable, que se encuentran instalados en los predios ubicados en el casco colonial o centro histórico de la ciudad de San Francisco de Quito, mediante sistemas de redes GSM., en un tiempo corto de 4 meses y la vida útil del proyecto será de largo plazo.

### 5.2.2. Objetivos específicos.

- Cotizar los diferentes sistemas conocidos y que mejor se adapten al sector y medio establecido.
- Analizar y seleccionar el sistema más idóneo y que ofrezca mejores ventajas para los intereses de la EMAAPQ., y sus clientes.
- Comprar el sistema elegido y los elementos requeridos, para la implementación y funcionamiento del sistema, que venga a solucionar el problema detectado.
- Seleccionar y contratar a una compañía especializada y experimentada en este tipo de tecnologías.
- Ejecutar la obra física en el tiempo previsto.
- Fiscalizar la ejecución del trabajo ajustándose a los documentos precontractuales y al avance de obra, siendo un facilitador para el contratista.
- Evaluar el proyecto, beneficios sociales y empresariales.

### 5.3. Estudio Técnico.

La tecnología ha desarrollado sistemas y productos de alta precisión, con grandes beneficios para las compañías suministradoras del servicio y consumidores del mismo, conservando el medio ambiente.

La cuantificación o medición de agua potable; en cada una de sus fases de consumos, en cada vivienda, comercio, industrias, o usuarios en general, es la base de funcionamiento de un sistema de agua potable, por lo que es necesario determinar los aspectos de mercado del producto final a implementarse, con los correspondientes juicios técnicos, que implique las características de los elementos del equipo y con la información obtenida del mercado de tecnologías, aplicando indicadores de utilidades, costos unitarios y rentabilidad se ha

seleccionado cinco tecnologías o sistemas de tele lectura que son los siguientes:

- Lectura remota mediante ScanCounter.
- Lectura remota o móvil por radio frecuencia.
- Lectura remota o móvil a través de un vehículo.
- Lectura remota mediante radio fijo y repetidoras.
- Lectura remota o relectura mediante líneas telefónicas por GSM.

Para la preselección se analizaron y se descartaron varias alternativas, ya sea porque: no cumplen requerimientos técnicos, requieren mayor inversión, mayores costos de operación, no son aplicables a nuestro medio. Este proceso avanza con la identificación de las alternativas más promisorias, luego se debe seleccionar una alternativa considerada como la mejor y más conveniente a los intereses de los usuarios y de la EMAAPQ.

Dentro de este análisis, se determina que en la ciudad de Quito, sector centro histórico en atención a los datos estadísticos se determinó que existen 3725 usuarios con una cobertura de medidores instalados del 97% de este total, se estima que por lo menos el 50% de los contadores se encuentran pre-equipados con emisor de impulsos a los cuales es necesario adicionar elementos y dispositivos complementarios de manera rápida, el otro 50% será adquirido con todos los elementos requeridos, que serán utilizados como reemplazos de los medidores que cumplieron su vida útil o que se encuentran en mal estado. Para el proyecto se considerará 4.000 medidores quedando un margen, para complementación, reposición y futuros clientes.

Para estos análisis, se somete a La Ley de Contratación Pública vigente. Se nominarán las comisiones técnicas necesarias, quienes prepararán y analizarán los diferentes sistemas de toma de lecturas y prepararán los informes técnicos pertinentes a consideración de la autoridad competente.

La autoridad correspondiente analizará y evaluará el proyecto, disponiendo del recurso económico y humano, si lo realizará con sus propios medios o a través de contratistas, mediante invitaciones o licitaciones públicas. Analizados los sistemas existentes por las comisiones técnicas la autoridad considera la factibilidad de aplicación de la telemetría en la medición, implementando redes inalámbricas de comunicación, con puntos de concentración de hasta 50 unidades, ampliando mediante multiplexores los puntos de concentración de hasta 400 unidades.

Con estos sistemas de lecturas automáticas, se detectan informaciones en tiempo real, determinando perfiles de consumo, fugas de agua, intervenciones fraudulentas, daños en los instrumentos de medición, disminuyen el margen de error humano, asegurando que el usuario pague lo que realmente consume.

Para el proceso de automatización de toma de lecturas en la ciudad de Quito en el casco histórico, se analizará específicamente el sistema tomas de lecturas a distancia, para 4.000 medidores o contadores de agua potable, que dispongan de emisores de impulsos, a los cuales se les complementará con los accesorios correspondientes en un cincuenta por ciento y el otro cincuenta por ciento se adquirirán medidores con las especificaciones pertinentes, los mismos que servirán de reemplazo a los que ya cumplieron su vida útil o que no dispongan de los emisores de impulsos.

De de las cinco tecnologías viables preseleccionadas, se procede con selección de la que nos permita trabajar con los más altos rendimientos y con los costos mínimos en donde se evalúa aplicando el siguiente cuadro.

Cuadro No. 04

Análisis comparativo y de valoración de los sistemas de toma de lecturas.

Puntaje	Lectura Remota mediante Scancounter	Lectura móvil por radio Frecuencia	Lectura móvil a través de vehículo	Lectura mediante radio fijo	Telefonía Móvil GSM
económico(5)	3	2,5	3	3	3
ventajas (5)	2,5	2	2	3	4
Total	<b>5,5</b>	<b>4,5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>

Fuente: Bibliografía, Eco. Marco Caldas y autor.

Elaboración: autor.

El puntaje por el análisis económico es equivalente a 5 puntos y el valor por las ventajas económicas es equivalente a 5 puntos.

La tecnología de tele lecturas por telefonía mediante redes GSM presenta los mejores indicadores, en este caso alcanzó el puntaje 7. A más de las consideraciones económicas en la selección se analizó y se consideró lo siguiente:

- La comunicación; lectura automática de manera rápida y segura. Compatibilidad con los sistemas de comunicación actuales tales como vía radio, teléfono convencional, telefonía móvil GSM, etc. El protocolo de transmisión digital de datos asegura lecturas reales exactas y libres de error
- Información: conocimiento preciso de cuanto y como se consume el agua, detección de fugas tales como goteo, caja negra, consumo horario, histograma.
- Capacidad de almacenamiento de información.
- Facilidad de cambio que será progresivamente de lectura visual a diferentes formas de lectura digital, mejorando el conocimiento y la gestión de la información.



### **5.3.1. Ventajas de la aplicación de este sistema de toma de lecturas automáticas.**

Dentro del proceso de evaluación y selección del sistema de tele lecturas más favorable, además de lo ya citado, también se consideró las siguientes ventajas:

- Las lecturas son recolectadas desde largas distancias.
- La detección de fallas y toma de lecturas son en tiempo real.
- Se eliminan los errores humanos.
- Facilidad de lectura en predios en los cuales los medidores se encuentran ubicados en lugares inaccesibles o en donde a los propietarios del lugar no se los puede ubicar fácilmente.
- Reducir en una cantidad considerable el número de reclamos por efecto de lecturas mal tomadas, estimadas o por concepto de puertas cerradas.
- Facturar consumos reales a través de lecturas reales en predios en los cuales se cobraba una tarifa básica, lo que iba en perjuicio de la empresa y que causaba posteriores molestias al usuario.
- Evitar que el lector ingrese al domicilio del usuario eliminando por ende las molestias que se causan al propietario del predio.
- El costo por toma de lectura es muy bajo.
- Mejora el servicio al cliente, ya que no interrumpe su actividad.
- Se obtienen lecturas automáticamente sin importar las condiciones climatológicas.
- Permite conocer aspectos básicos sobre los hábitos de consumo de los clientes respecto a los caudales y volúmenes.
- Conociendo las estadísticas de consumo de cada cliente sabremos definir el dimensionamiento correcto de los medidores. (Si se esta perdiendo agua por

no registrarse caudales muy bajos o excesivamente altos).

- El software es específico y permite el proceso de gran cantidad de datos y el acceso a todas las lecturas de una manera rápida y simple.
- La implementación de este sistema permite optimizar los recursos económicos, humanos, financieros y otros, (obteniendo mayores beneficios a menores costos).
- Este sistema permite flexibilizar el diseño inicial de tal manera que en el futuro se pueda añadir más registros o medidores de acuerdo al requerimiento o necesidad.

Seleccionada la tecnología, el siguiente objetivo es determinar las características del proceso que exige el proyecto así como también el tipo de elementos que son parte del mismo determinando la manera de cómo alcanzarlo a través de un esquema preliminar, considerando que materia prima o materiales existen en el mercado nacional y que elementos necesariamente se debe adquirir en el mercado internacional, la mano de obra nacional y que condiciones debe reunir, así como también la secuencia que debe aplicarse, la contratación de los servicios.

Dentro del análisis de materiales por adquirirse en el mercado internacional se ha definido el siguiente:

- Equipo telefónico autoalimentado GSM
- Puntos de lectura.
- Equipo de campo GSM
- Equipo de cabecera GSM
- Medidor o contador para aplicación de tele lectura
- Aditamento complementario de medidor compatible para tele lectura mediante sistema GSM.



- Caudalímetro

La provisión de materiales dentro del mercado nacional se considera el siguiente:

- Cable sucre 3x18 AWG
- Tubería de polietileno o manguera de conducto eléctrico.
- Cable telefónico.
- Líneas telefónicas GSM.
- Misceláneos.

Para la selección del recurso humano se procedió con una evaluación de necesidad y requerimiento de mano de obra, se elaboró un cuadro de cualificación del elemento humano de; actividades, responsabilidades y jerarquías aplicando el siguiente cuadro.

Cuadro No. 05

Cuadro de requisitos del recurso humano y su evaluación.

Recurso humano requerido					
Formación mínima	Denominación				
	Peón	técnico 1	especialista	residente	jefe proyecto
Ciclo básico	10				
Bachiller técnico		10			
Tecnólogo Electrónico.			10		
Ingeniero electron/mecánico			0	10	10
Experiencia	3	4	3	2	5
Postgrado				5	5
total puntaje	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>20</b>

Puntaje mínimo requerido 10 puntos

El valor por requisito mínimo es de 10 puntos a ello se suma por cada ítem 5 puntos

Fuente y elaboración: autor.

### 5.3.2. Sistema de toma de lecturas automáticas a distancia aplicando tecnología denominada Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM.).

La relectura y telemetría puede realizarse por diferentes medios y sistemas, citaremos: por satélites, por fibra óptica, por telefonía celular, por Internet satelital y Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM.), para este proyecto se ha seleccionado e implementaremos redes (GSM), que son leídas mediante; telefonía móvil y telefonía convencional. Con estos sistemas de lecturas automáticas, se detectan informaciones en tiempo real, determinando

perfiles de consumo, fugas de agua, intervenciones fraudulentas, daños en los instrumentos de medición, y otros adicionales datos que se requieran.

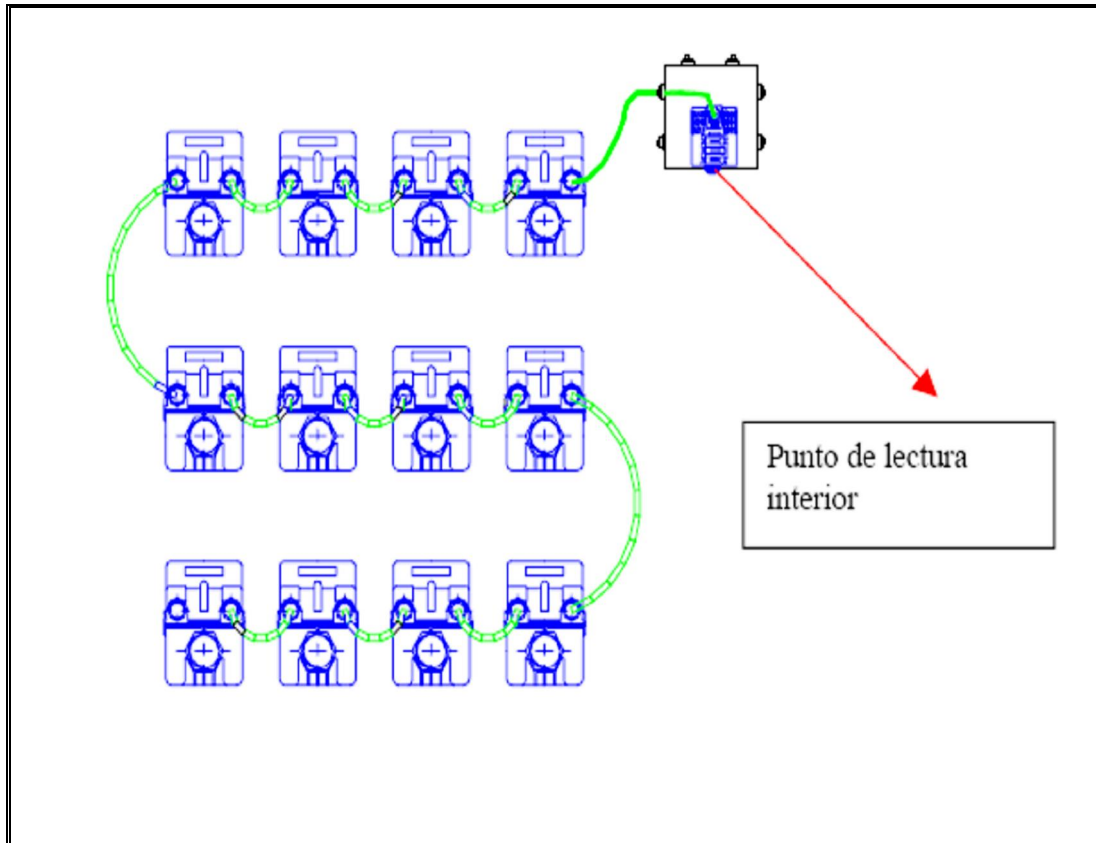
El sistema de comunicación GSM establece y mantiene las comunicaciones entre terminales móviles y las Estaciones Base (BS) de la red GSM., a través de un sistema Time División Múltiple Access(TDMA), GSM digitaliza y comprime los datos, se lo envía por un canal que funciona en cualquiera de los 900Mhz., 1800 Mhz. y 1900Mhz. banda de frecuencias.

Actualmente GSM es el estándar de facto telefónico inalámbrico. Estos sistemas de redes se complementan con el software pertinente, para el caso captura de datos y lecturas de contadores, permite el acceso a todas las lecturas de una manera rápida y simple.

Este sistema concentra en un punto, la información suministrada por un grupo de contadores o medidores, constituyendo en un sistema modular, adaptándose al número y tipo de contadores a leer en una determinada instalación, tales como conjuntos residenciales, centros comerciales, barrios, en general los usuarios de agua potable ubicados en el centro histórico de Quito.

Gráfico 9.

Esquema o tipología de la instalación y concentración en un punto para la toma de datos.



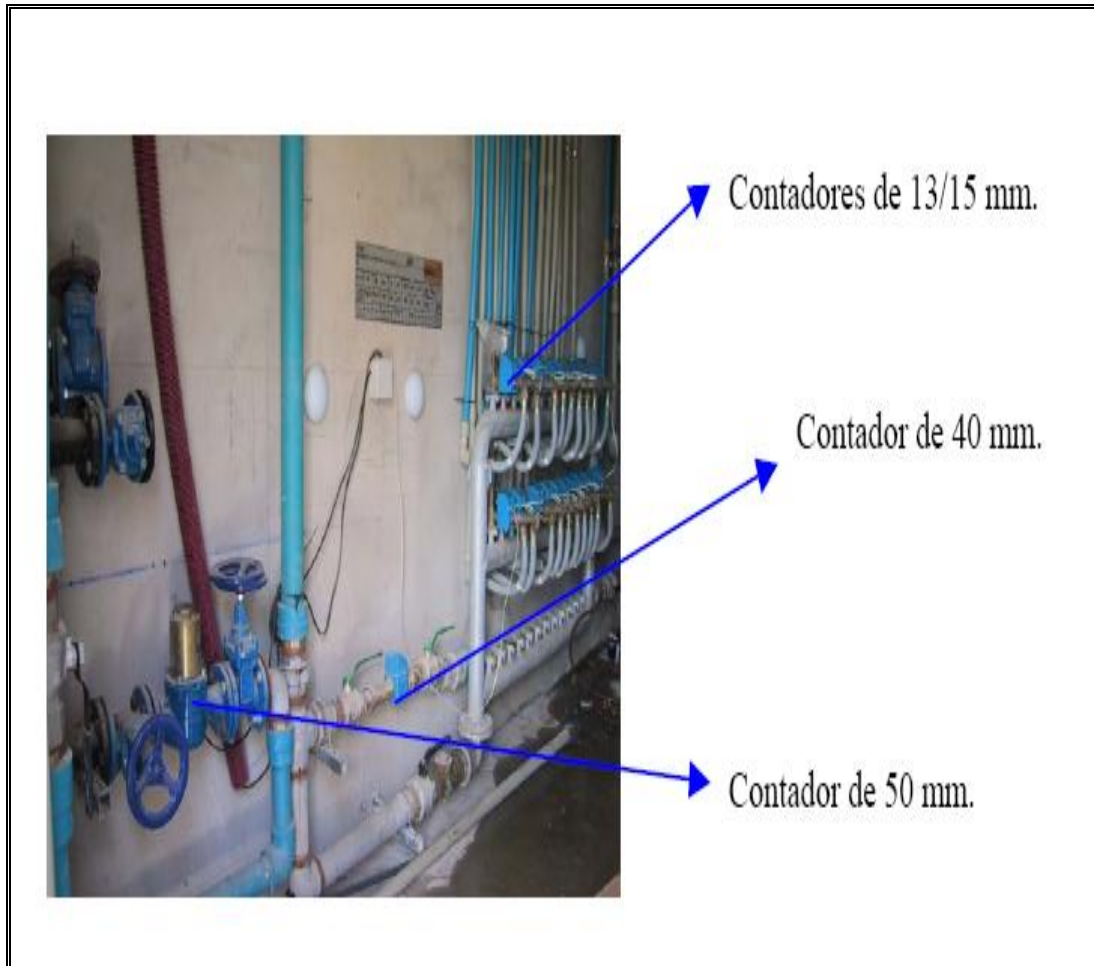
Fuente: CONTAZARA- España.

Elaboración: autor.

Este tipo de instalación modular es en serie, en donde se van interconectando progresivamente, y en secuencia de tal manera que todos los contadores queden integrados a un solo punto de lectura.

Gráfico 10.

Contadores varios diámetros que se concentran en un solo punto de lectura.



Fuente: CONTAZARA- España.

Elaboración: autor.

La información enviada por cada uno de contadores a un sistema centralizado en donde se puede almacenar hasta 50 contadores.



Gráfico 11.

Centralización de contadores para la transmisión de datos a un TRC 602 GSM.



Elaboración: autor.

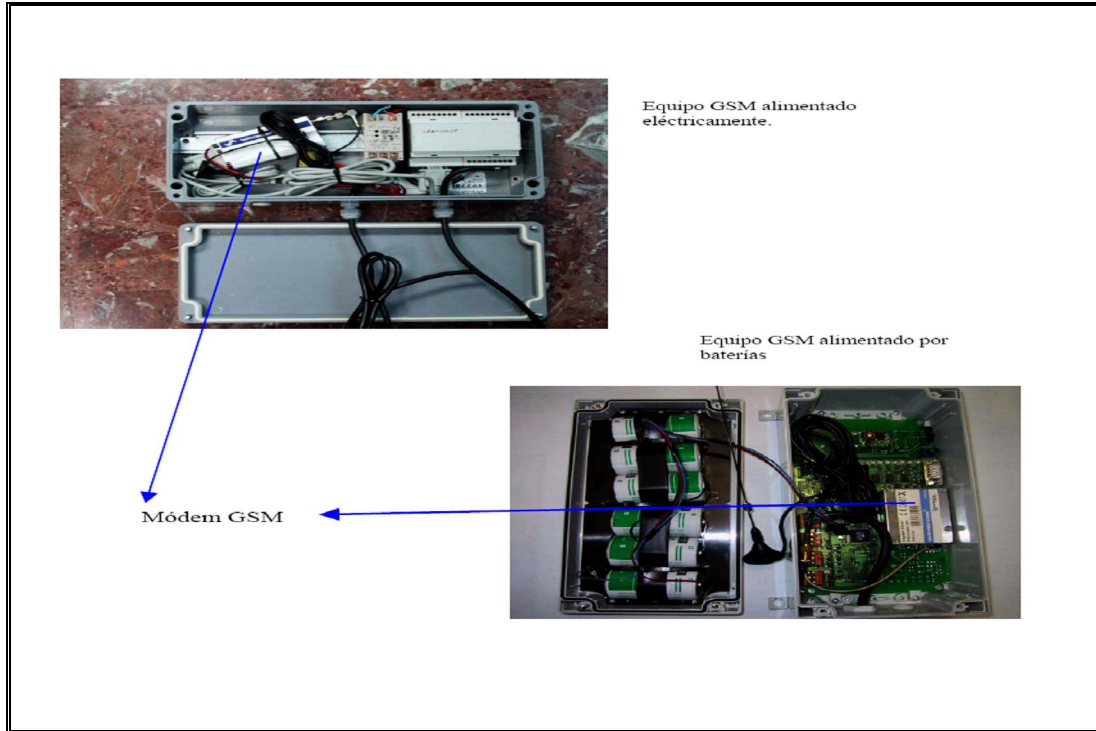
Comunicación: los 50 contadores una vez concentrados en un punto de lectura para su comunicación, lo realizan a través de un TRC 602 GSM, que se comunicará con un módem y a través línea telefónica conmutada.

Los equipos módem por su alimentación eléctrica existen de dos tipos; uno que se alimentará directamente desde el suministro eléctrico de la red de energía eléctrica local, y el otro que dispone de baterías para su alimentación de energética, en el proyecto los dos tipos de módems que se instalarán indistintamente, dependiendo del sitio, donde se encuentren los contadores y si ese sitio de concentración dispone o no de energía eléctrica.



Gráfico 12.

Módems alimentados de energía eléctrica local y alimentado por baterías.



Fuente: CONTAZARA

Gráfico 13.

Esquema del funcionamiento del sistema GSM.

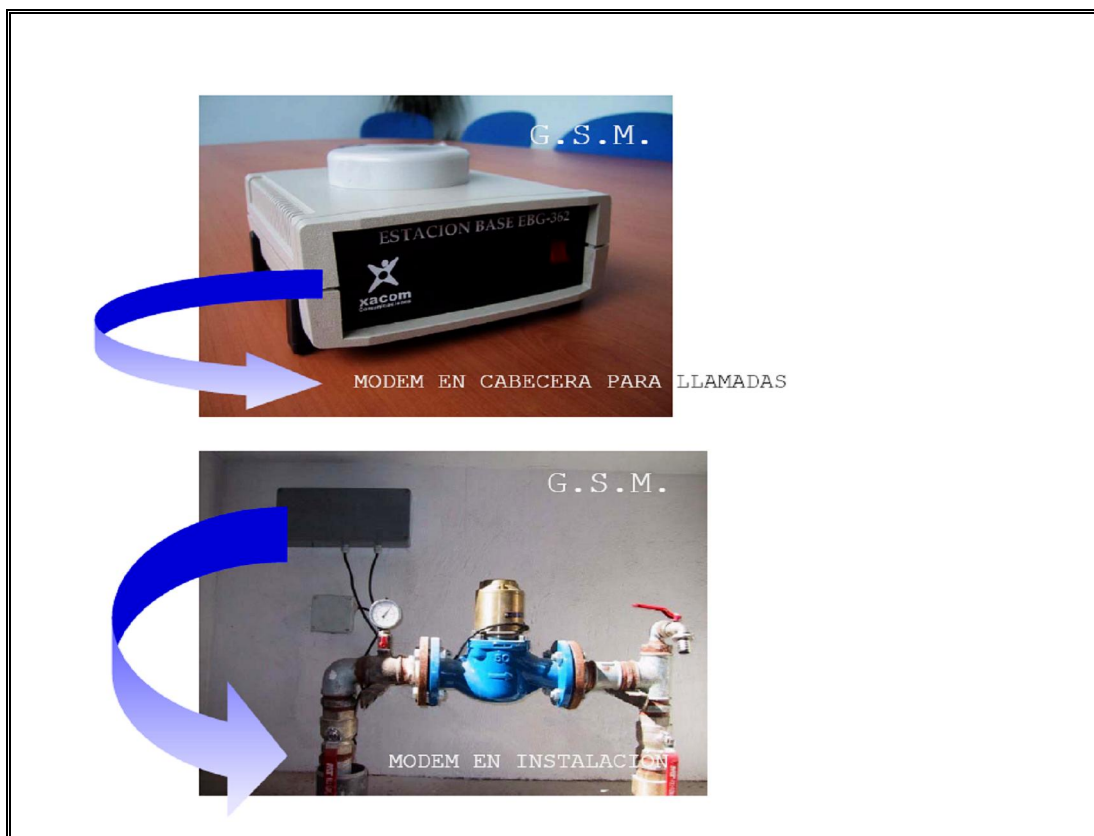


Este sistema de lectura GSM., requiere de la instalación de un módem ubicado en la instalación de concentración o batería de contadores y otro ubicado en la oficina desde la cual se realizará las llamadas.

Las llamadas o interrogaciones desde el módem de cabecera se realizará periódicamente para los efectos de facturación en donde procesará automáticamente la emisión de facturas, así como también se planificará un estudio sistemático del comportamiento de cada uno de los consumidores de agua potable, a través de su contador, de tal manera que se obtengan histogramas de consumo en los diferentes momentos, estableciéndose un monitoreo de consumo. De tal manera que se obtenga información sobre todo de consumos nocturnos y se recomiende al usuario tome las correcciones correspondientes, evitando desperdicios.

Gráfico 14.

Módems de campo o en instalación y módem de cabecera o de oficina desde el cual se realizará las llamadas o interrogaciones.



Para el funcionamiento de los módems con sistemas GSM se requiere de dos líneas telefónicas una de ellas se conectará con el módem que se encuentra ubicado en la instalación o punto de concentración de lecturas y la otra línea se conectará con el módem ubicado en la oficina desde la cual se realizará las llamadas.

El software de comunicación, permite el acceso a todas las lecturas de una manera rápida, simple, confiable, e inmediata. En donde se obtendrán inicialmente la siguiente información o datos:

- Serie, marca y diámetro del medidor o contador.
- Día y hora de la toma de lectura.
- Valor registrado por el medidor.

Para estudio del comportamiento y análisis de consumos adicionalmente se obtendrá la siguiente información:

- Número de aperturas y cierres o número de veces de registro de paso de agua.
- Tiempo en consumos y no consumos.
- Consumos diurnos y nocturnos.
- Monitoreos a grandes consumidores (caudales por; horas, días, semanas, meses etc.).
- Histograma de caudales.

En la implementación de este sistema se aplicará con uso de multiplexor, que permite concentrar hasta 8 puntos de lectura es decir hasta 400 contadores. Este sistema permite optimizar los recursos económicos, financieros y otros, obteniendo altas utilidades a menor costo.

### **5.3.3. Equipos y elementos requeridos para aplicación de telectura mediante sistemas de redes GSM**

Para implementación y aplicación del sistema automático de toma de lecturas a distancia se requiere de los siguientes elementos:

- Medidores o contadores inteligentes de registro electrónico equipados con emisores de impulsos. (2.000 u.)
- Dispositivos complementarios de los emisores de impulsos. (2.000u). para sustitución parcial.
- Dispositivo concentrador de datos de contadores (TRC 602 GSM). (80u).
- Equipo GSM con módem en instalación, alimentado por baterías y energía eléctrica local. (10u).
- MODEM en cabecera para llamadas. (ubicado en el centro de control u oficina central de procesamientos). (2u).
- Líneas telefónicas GSM (10 de campo) y (2 de cabecera).
- Cable telefónico de interconexión con recubrimiento blindado (50.000m).

### **5.4. Costos y valoración del proyecto.**

La determinación de los costos es en base del propio estudio técnico en donde se determina y distribuye los costos del proyecto en términos totales y unitarios que exige el proyecto en su vida útil. Dentro de este análisis esta inmerso la mano de obra, materiales, servicios, costos unitarios, impuestos, aranceles, costos fijos y variables.

Los costos de materiales para nuestro proyecto se dividirá en dos grupos: grupo uno; equipos, materiales y accesorios de importación, que por tratarse de una

empresa pública y de servicio no se aplicaran valores por impuestos y aranceles, valores que están determinados en el siguiente cuadro.

Cuadro: No. 06.

Equipos, materiales y accesorios de importación.

Item	Detalle	Cantidad	unidad	Precio unit.	costo total
1	Medidores o contadores inteligentes	2000	u	\$ 120,00	\$ 240.000,00
2	Dispositivos complementarios de pulsos	2000	u	\$ 60,00	\$ 120.000,00
3	Concentradores de puntos TRC 602 GSM	80	u	\$ 600,00	\$ 48.000,00
4	Equipo GSM con modem, a batería	12	u	\$ 760,00	\$ 9.120,00
5	Multiplexores	10	u	\$ 800,00	\$ 8.000,00
6	Sofwarre	1	u	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
					<b>\$ 427.120,00</b>

Fuente: Bibliografía eco. Marco Caldas y autor.

Elaboración: autor.

El segundo grupo esta conformado por materiales que se encuentran al alcance en el mercado nacional y se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro: No. 07.

Materiales y suministros de adquisición local.

Item	Detalle	Cantidad	unidad	Precio unit.	sub-total
1	Líneas telefónicas GSM.	12	u	\$ 100,00	\$ 1.200,00
2	Cable telefónico de interconexión blindado	50000	u	\$ 1,10	\$ 55.000,00
4	Teflón	4000	rollo	\$ 0,35	\$ 1.400,00
5	materiales, miscelaneos				\$ 5.000,00
					<b>\$ 62.600,00</b>

Fuente: Bibliografía economista Marco Caldas

Elaboración: autor.

De igual manera determinamos los costos unitarios y los tipos de trabajos

determinados en el proyecto, dentro de la planificación se han establecido tres tipos de trabajos con sus cálculos de costos unitarios que son los siguientes:

Cuadro No. 08.

Costo unitario trabajo tipo uno

Descripción: materiales y accesorios	unidad	cantidad	costo unit \$
Dispositivos complementarios de pulsos a instalarse en medidor existente	unidad	1	\$ 60,00
Cable telefónico de interconexión blindad	Metro	12	\$ 1,10
Misceláneos	Rollo	1	\$ 0,23
<b>total accesorios</b>			<b>\$ 61,33</b>

### Mano de obra

Instalación de dispositivo complementario	\$ 8,00	<b>total mano obra</b>
Transporte manipuleo, bodegaje y seguro all risk (3%)	\$ 1,84	<b>cant. 2000u</b>
<b>total mano de obra</b>	<b>9,84</b>	<b>\$ 191.679,80</b>

<b>Valor total de la instalación dispositivo</b>	<b>71,17</b>
--	--------------

Fuente: investigación.

Elaboración: autor.

El trabajo tipo uno corresponde a la instalación del dispositivo complementario a instalarse en los medidores existentes e instalados en 2000 cuentas del centro histórico, a un costo de \$ 9,84 US., por cada instalación, lo que nos da como resultado un total de \$ 19.679,80 US.

El trabajo tipo dos, corresponde a la instalación de medidor inteligente nuevo que se recambia en cuentas donde el medidor anterior ya cumplió con su vida útil o se encuentra dañado, cálculo realizado en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 09.

Costo unitario trabajo tipo 2

Descripción: materiales y accesorios	unidad	cantidad	costo unit \$
Medidor inteligente con dispositivos	unidad	1	\$ 120,00
Cable telefónico de interconexión blindad	metro	12	\$ 1,10
Misceláneos	Rollo	1	\$ 0,23
<b>Total accesorios</b>			<b>\$ 121,33</b>

**Mano de obra**

Instalación de dispositivo complementario	10,00	<b>total mano obra cant 1725u</b>
Transporte manipuleo, bodegaje y seguro all risk (3%)	\$ 3,64	
<b>Total mano de obra</b>	<b>13,64</b>	<b>\$ 23.528,83</b>

<b>Valor total de la instalación dispositivo</b>	<b>134,97</b>
--	---------------

Fuente: Bibliografía economista Marco Caldas

Elaboró: autor.

El recambio de medidores es menester realizarlo en por lo menos 1725 cuentas de agua potable a un costo unitario de \$ 13,64 US., obteniendo un resultado de \$ 23.528,83 US.

Para el tipo de trabajo No 3 se establece la instalación de los dispositivos electrónicos, tales como módems, líneas telefónicas, interconexiones de puntos de concentración y se ha valorado en el siguiente cuadro.



Cuadro No. 10.

## Costo unitario trabajo tipo 3

Descripción: materiales y accesorios	unidad	Cantidad	costo unitario \$
Instalación dispositivo TRC 602 GSM	Unidad	1	\$ 600,00
Instalación de módem GSM	Unidad	1	\$ 760,00
Instalación línea telefónica GSM	Unidad	1	\$ 100,00
Instalación modem cabecera	Unidad	1	\$ 760,00
Misceláneos		1	\$ 0,23
<b>Total accesorios</b>			<b>\$ 2.220,23</b>

**mano de obra**

Instalación de dispositivo complementario	35,00	<b>total mano obra promd.26</b>
Transporte manipuleo, bodegaje y seguro all risk (3%)	\$ 66,61	
<b>total mano de obra</b>	<b>101,61</b>	<b>\$ 2.641,78</b>

Fuente: bibliografía, economista Marco Caldas

Elaboró: autor.

La instalación de elementos electrónicos se estima en la cantidad de 26 puntos y estos valorados en \$. 66,61 US cada punto, nos da un total de \$. 2.641,78 US.

La valoración general de proyecto resulta de la sumatoria de los rubros pertinentes y se determina en el siguiente cuadro los costos directos, relacionados con el proyecto



Cuadro No. 11.

Cuantificación de los costos de materiales y mano de obra del proyecto.

<b>Total de gastos.</b>	
Materiales de importación	\$ 427.120,00
Materiales de compra local	\$ 62.600,00
Costo total trabajo tipo 1.	19679,80
Costo total trabajo tipo 2	23528,83
Costo instalación del software	1000,00
Costo total trabajo tipo 3 (instrumentos electrónicos)	\$ 2.641,78
	<b>\$ 536.570,41</b>

Fuente: Bibliografía economista Marco Caldas

Elaboró: autor.

## 5.5. Recursos.

### 5.5.1. Asignación de recursos.

Por ser un tema de manejo comercial este proyecto piloto se llevará a su desarrollarse en el tiempo de un año que se dará inicio en enero del 2009. Se solicitará la inclusión de la partida presupuestaria destinada a la aplicación de telemetría en el centro de Quito, el presupuesto anual del 2009 con cargo a La Gerencia Comercial, por el valor de \$ 536.570,41.US.

Parte de los costos, en este caso únicamente lo pertinente al valor del medidor se lo recuperará a través de los clientes.

### 5.5.2. Recuperación de la inversión.

En el análisis realizado no incluye el valor del dinero a través del tiempo que se puede definir como el tiempo que transcurre para que se produzca el importe igual al de la inversión. Al periodo de recuperación del capital es el espacio necesario para que el flujo de fondos en efectivo, producidos por una inversión, iguale el desembolso de efectivo originalmente requerido para la misma.

El proyecto esta calculado para una vida útil de 10 años, periodo en el cual se recuperará la inversión del proyecto.

Cuadro 12.

Recuperación de la inversión.

Recuperación de la inversión.								
\$ 536.570,41								
Año	cargo medidor \$	recuperación m3. (10%)	costo \$ m3	valor \$ recuperado	tasa alcantarillad (38,6%) \$	nuevos clientes \$	costo med (\$120)	Total \$
2009	163500,00	26331	0,4700	12375,37	4776,89			180652,26
2010	163500,00	26331	0,4800	12638,67	4878,53			181017,20
2011		26331	0,4900	12901,98	4980,16	35	4200	22082,14
2012		26331	0,5000	13165,29	5081,80	35	4200	22447,09
2013		26331	0,5100	13428,59	5183,44	30	3600	22212,03
2014		26331	0,5200	13691,90	5285,07	35	4200	23176,97
2015		26331	0,5300	13955,20	5386,71	30	3600	22941,91
2016		26331	0,5400	14218,51	5488,34	35	3600	23306,85
2017		26331	0,5500	14481,81	5589,98	40	4800	24871,79
2018		26331	0,5600	14745,12	5691,62	35	4200	24636,74
								<b>547344,98</b>

El mayor porcentaje de recuperación de la inversión se lo realizará en los dos primeros años.

Fuente: bibliografía economista Marco Caldas

Elaboración: autor.

### 5.5.3. Cálculo de la tasa interna de retorno (TIR).

Cuadro 13.

Calculo de la TIR	
Años	Ingresos
0	<b>\$ -536.570,41</b>
1	180.652,26
2	181.017,20
3	22.082,14
4	22.447,09
5	22.212,03
6	23.176,97
7	22.941,91
8	23.306,85
9	24.871,79
10	24.636,74
	<b>\$ 10.774,57</b>
<b>Flujo sumatoria</b>	<b>\$ 10.774,57</b>
<b>TIR</b>	<b>1%</b>

Elaboración: autor.

Dentro del campo de inversión privada, será recomendable invertir, cuando el uso del capital en inversiones alternativas rinde menos que el capital invertido en el proyecto. En nuestro caso es un proyecto de carácter social y debemos resaltar los beneficios sociales a obtenerse.

## 5.6. Evaluación del proyecto.

Dentro de las evaluaciones del proyecto se lo realiza acorde al tipo de proyecto diferenciándose entre, evaluación privada y evaluación social; la evaluación privada constituye el punto de vista de quien esta interesado en ejecutar el proyecto, exclusivamente en función de los costos y beneficios. La evaluación social, es el punto de vista de la economía en su conjunto, sin mirar específicamente los costos y beneficios que inciden directamente en el ejecutor del proyecto.

También se considera los precios de mercado y los precios sociales; que constituyen los indicadores para calificar precios existentes en el mercado, partiendo de ellos se podrá establecer la conveniencia o no, Así también se debe valorar socialmente la inversión que implica en la adquisición de los insumos y en los bienes producidos, que reflejan incidencias en la economía.

Dentro de la evaluación los criterios parciales en el beneficio y el ahorro, son generalmente ambiguos o no concluyentes, por cuanto los beneficios sociales respecto a cada factor productivo son generalmente asimétricos. Los precios de los factores productivos de origen nacional o internacional, que reflejan costos o ingresos en el proyecto deben incluir impuestos y los derechos de aduana deben ser excluidos de la evaluación social.

Al realizar balances contables en los proyectos sociales, generalmente no coinciden con la información de costos y beneficios económicos

Es por eso que encontramos diferencias entre flujos de caja para evaluaciones privadas y la evaluación social. Generalmente las diferencias entre flujo de caja privado y social se encuentran los ítems considerados son distintos, el flujo privado utiliza precios de mercado, mientras en lo social se valoran con el precio social que entrega la Secretaría General de Planificación.

### **5.6.1. Costo beneficio sociales.**

#### **Beneficios sociales.**

Los beneficios sociales del proyecto están dados esencialmente por el mejoramiento del servicio, evitando que el usuario tenga inconvenientes con la facturación por la toma de lecturas y los problemas que causa por errores humanos en esta actividad. Se recuperaría por lo menos el 10% de agua no facturada por EMAAPQ., lo que evitaría alzas de tarifas considerables en afectación directa a la economía familiar o de los clientes y ni siquiera pensar en racionamientos del elemento líquido vital.

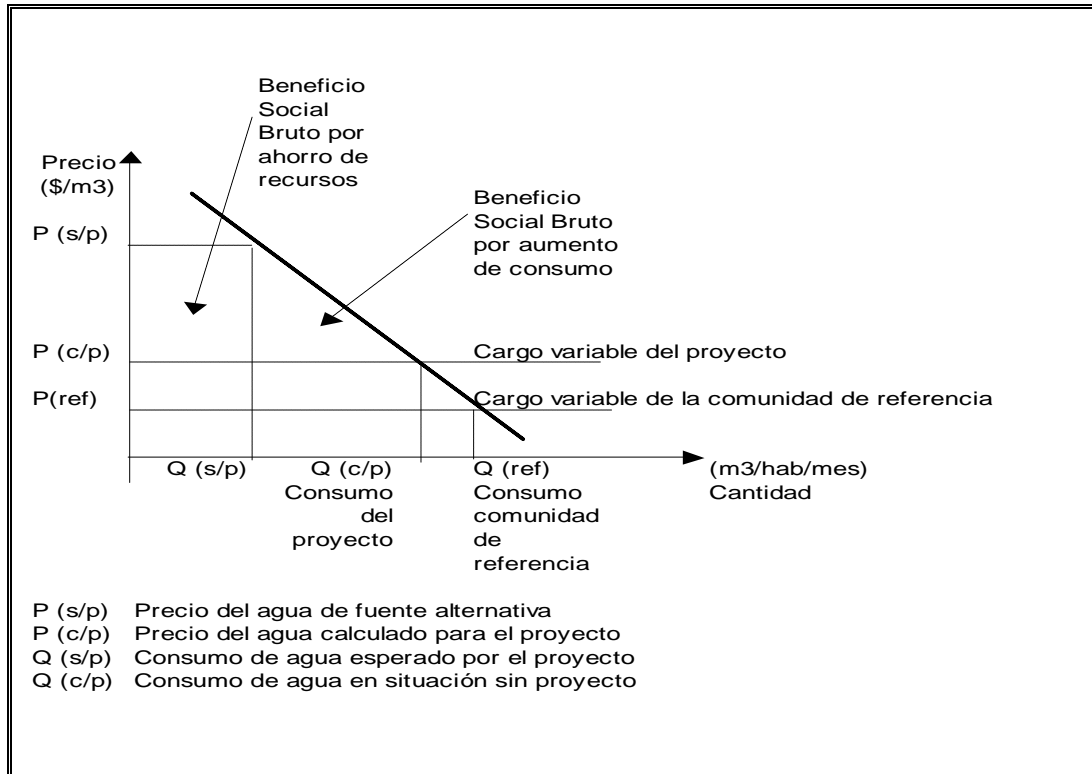
Se realizaría una atención inmediata por daños en los medidores, además que el sistema permite monitorear y analizar los perfiles de consumo tanto diurnos como nocturnos de tal manera que se determinaría la cantidad de fugas internas en los predios por desperfectos de sus instalaciones, lo que afecta a la economía del usuario por el incremento de pago por agua que se esta desperdiciando.

Otro beneficio de gran aporte sería la subvención que recibe por parte de la empresa pública, en relación al precio cobrado por el proyecto ejecutado a través de la empresa privada.

El grupo familiar o cliente consumidor que recibe estos beneficios, puede valorarse a través de la curva de la demanda individual o de consumidor, relacionando entre el valor de uso y su consumo de agua por un periodo de tiempo.

Gráfico No. 15.

Beneficios sociales.



Fuente: Proyecto fortalecimiento del sistema de inversiones públicas. Secretaría General de Planificación. (CONADE).

El subsidio a la inversión compatibiliza la realización del proyecto que aumenta riqueza nacional, consecuentemente un VAN social positivo y el autofinanciamiento del proyecto, en donde el subsidio es un aporte de la empresa a sus clientes, usuarios, y la comunidad capitalina en general.

En donde los beneficios sociales se hacen presentes en los subsidios a las instituciones de asistencia social y las educacionales gratuitas, quienes pagarán media tarifa por los servicios.

Por las condiciones socioeconómicas de los habitantes del DMQ., las planillas de pago por consumo mensual de agua potable, tendrán la rebaja, en función de la zona catastral Municipal y del porcentaje correspondiente previsto como rebaja. Este beneficio social favorecerá solamente a los clientes domésticos que

consuman hasta  $20\text{m}^3$  de agua al mes. Las personas mayores de 65 años de edad pagarán el 50% de la tarifa correspondiente al consumo de hasta  $20\text{m}^3$  por mes de agua potable en un medidor de su propiedad. El consumo de en piletas, parques, jardines, plazas públicas de la ciudad será asumido por la EMAAPQ., las lavanderías publicas tendrán valor 0 por su consumo ya que beneficia a personas de escasos recursos económicos. Así como también se benefician las instituciones de servicio social y ayuda a la comunidad y las instituciones y escenarios amparados por La Ley del Deporte y recreación.

### **Beneficio institucional.**

El beneficio hacia la EMAAPQ., se verá reflejado con la recuperación y facturación de por lo menos el 10% de agua no contabilizada y no facturada.

Obtendrá lecturas automáticas e inmediatas en el tiempo y momento que lo requiera.

Podrá monitorear permanentemente a los instrumentos de medida instalados en los predios de tal manera que podrá actuar en el menor tiempo sobre el instrumento que pueda tener alteración o desviación o simplemente que se dañe por situaciones de distribución.

De existir un excedente podrá redistribuir a sus clientes con deficit o incrementar los mismos, así como también ampliaría su cobertura de abastecimiento.

### **5.6.2. Costos sociales.**

Los costos económicos sociales, se deducen de los costos privados a descontar impuestos o subsidios, etc., es el detalle de la inversión desagregada con el objetivo de alcanzar precios sociales.

Dentro de los costos sociales con la aplicación del sistema de toma de lecturas

mediante redes GSM., es la eliminación de puestos de trabajo, que vendría a agravar el alto índice de desempleo que existe en nuestro país y particularmente en la ciudad de Quito, en detrimento de las familias que dependen de estas plazas de trabajo.

El desempleo a nivel seccional y nacional es una tarea pendiente conjunta y que el gobierno nacional debe tratarlo como un objetivo principal. El desempleo oficialmente alcanza índices del 11% y el subempleo al 49% de la población ecuatoriana. El pago de deuda internacional representa el 38% del Presupuesto General del Estado, en contra parte de la inversión social, que es mínima.

### **5.7. Planificación de la ejecución.**

El presente proyecto será aplicado 3.725 cuentas que se encuentran actualmente en servicio, en el centro histórico de Quito, con una ampliación o incremento de usuarios o clientes en un número de 275, sumando la aplicación a 4.000 usuarios.

Se iniciará con trabajos preliminares en septiembre del 2008 con la correspondiente solicitud de inclusión de partida presupuestaria para el año 2009, posteriormente se realizarán las bases y especificaciones técnicas para la consecución de este proyecto, con la conformación de las correspondientes comisiones técnicas y aprobaciones por las autoridades pertinentes. Mediante licitaciones públicas se convocará a las compañías calificadas para que participen en este proyecto, luego se procederá con la evaluación de ofertas y adjudicación del proyecto con el pertinente contrato de provisión y prestación de servicios.

La emisión de cartas de crédito para importación de equipos accesorios y demás implementos y previa presentación de toda la documentación pertinente por parte del adjudicado, será en el mes de enero del 2009.

Los tramites de importación estarán a cargo del oferente, el cual tendrá 90 días de plazo a partir de la entrega del anticipo, para la importación de los bienes y los mismos se encuentren en las bodegas del contratista, conjuntamente con todos los





*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

materiales que se obtengan en el mercado local.

Los trabajos de campo se darán inicio en el mes de mayo del 2009 y el tiempo estimado de ejecución será de cuatro meses.

Se programara con anticipación una campaña de información a cargo de la EMAAPQ., con el fin de que el usuario tenga conocimiento del trabajo que se va a realizar y los beneficios que se pueden obtener tanto para el cliente como para la empresa, lo que ayudara en la agilidad con que se podrán realizar los trabajos.

7.1.1. Cronograma de actividades - ejecución proyecto de tele								
Cuadro 14								
CRONOGRAMA DE EJECUCION DEL PROYECTO								
Actividades.	Año 2007				Año			
	Septiemb	Octubre	Noviem	Dicie	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Presentación del proyecto	→							
Solicitud de presupuesto-año 2009	→	→						
Designación de comisión técnica.		→						
Preparación de bases.			→					
Aprobación bases por autoridades.				→				
Invitación a licitación pública/provisión				→				
Adjudicación licitación pública					→			
Firma del contrato						→		
Entrega del anticipo						→		
Apertura de cartas de crédito: bienes						→		
Recepción de bienes.								→
Comprobación de existencia bienes								→
Contratación de RRHH								→
Fiscalización								→
Visita conjunta-predios								→
Inicio de trabajos de campo								→
Campañas informativas- 1/2 comunicación					→	→	→	→
Pago planillas avance de obra								
Reporte de instalación al SISCOM								
Facturación-cargo medidor								
Recepción provisional								
Recepción definitiva								

**5.7.2. Proceso Operativo.**

Para el control y su permanente evaluación de cumplimiento y avance de obra, se aplicará el siguiente proceso operativo y sus mediciones.

Cuadro No 15.

Proceso operativo.

**PROCESO OPERATIVO: Instalación de sistema GSM para toma de lecturas automáticas**

**Factores de valorización del cliente: Prestar servicios de buena calidad , brindar buena atención**

Proceso	Subproceso	Actividades	Subactividades	Indicadores	meta subactividad	
					valor	unidad
Instalación de sistema de lecturas automáticas mediante Redes GSM	Micromedición	Instalación y actualización de medidores Para lecturas automáticas	Instalar elementos complementarios, en medidores con preemisor de impulsos	No. elements.inst/ Programados	2.000	elemento complementario
			reposición de medidores Que cumplieron su vida útil - dañados	No. Meds.inst/ Programados	1725	medidores
			Instalación e interconexión de medidores, con cable telefónico	No. Inst. e intercnx/ Programados	3725	interconexión
			Instalación de dispositivo TRC 602 GSM	No.dispositivos.inst/ Programados	80	TRC 602 GSM
			Instalar módems de Campo, con líneas telefónicas GSM	No.módems inst/ Programados	10	módems
			Instalar módems de cabecera, con líneas telefónicas GSM	No.módems inst/ Programados	2	módems

### 5.7.3. Recomendaciones de instalación.

Se debe tener en cuenta que:

- El usuario siempre tiene la razón: El sistema deberá ser vendido al usuario, él quiere decir que el jefe de grupo de instalación deberá saber abordarlo, explicarle las ventajas del sistema y de la mejor manera lograr la autorización para su instalación, nunca debe entrar en confrontación con el usuario ni realizar la instalación de los dispositivos sin su autorización.
- Trabajamos en casa del usuario: Por tanto siempre debemos dejar las cosas igual o mejor que como las encontramos, la instalación deberá ser limpia y estética, en lo posible tomar la opinión del usuario y persuadirlo de las ventajas.
- Se deberán tomar las medidas para evitar que el usuario manipule el sistema, se debe proteger la red para evitar ser removido y el cable deberá estar perfectamente instalado, se deberá persuadir al usuario de no cortar o manipular los cables.

### 5.8. Campo de aplicación.

Este procedimiento es aplicable para todas las instalaciones de agua potable, que dispongan de medidores o no, con miras a poner en funcionamiento un proyecto de lectura automática de medidores utilizando la señal de pulsos con redes GSM.

### 5.9. Responsabilidad.

Será responsabilidad directa de la EMAAPQ., quién controlará desde su inicio hasta su culminación con la recepción del proyecto, y de manera progresiva irá

integrándolo a su administración y la empresa contratista o proveedora de los servicios y equipos electrónicos, software, medidores, accesorios etc., con mano de obra e instalación de los dispositivos y elementos complementarios requeridos para su funcionamiento será responsable de la ejecución. Así como también estará a cargo de personal debidamente capacitado y entrenado que conozca el dispositivo y los cuidados a tener con el mismo, dicho personal deberá contar con un alto entrenamiento por parte del proveedor de los dispositivos electrónicos, el software y demás elementos será responsable de su instalación, implementación, pruebas de funcionamiento y capacitación al personal de EMAAPQ., que operará este sistema de lecturas automáticas.

#### **5.10. Aspectos ambientales.**

Con el fin de no afectar o mejorar la calidad ambiental en el DMQ., se ha previsto realizar un estudio de impacto ambiental y los efectos que se disponía antes del proyecto para luego contrastar con los efectos del proyecto ejecutado, para proponer las medidas correctivas. Siendo de gran importancia contactar con los usuarios e informar de la situación.

**7.1.1. Cronograma de actividades - ejecución proyecto de tele**

Cuadro 14

**CRONOGRAMA DE EJECUCION DEL PROYECTO**

Actividades.	Año 2007				Año 2008			
	Septiemb	Octubre	Noviem	Dicie	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Presentación del proyecto	→							
Solicitud de presupuesto-año 2009	→	→						
Designación de comisión técnica.		→	→					
Preparación de bases.			→					
Aprobación bases por autoridades.				→				
Invitación a licitación pública/provisión				→				
Adjudicación licitación pública					→			
Firma del contrato					→			
Entrega del anticipo					→			
Apertura de cartas de crédito: bienes					→			
Recepción de bienes.								→
Comprobación de existencia bienes								→
Contratación de RRHH								→
Fiscalización								→
Visita conjunta-predios								→
Inicio de trabajos de campo								→
Campañas informativas- 1/2 comunicación					→	→	→	→
Pago planillas avance de obra								
Reporte de instalación al SISCOM								
Facturación-cargo medidor								
Recepción provisional								
Recepción definitiva								

### **Bibliografía:**

- Cavalcanti C, (1996) *Medición de Agua: Política y Práctica.*, impreso en Brasil.
- Chauveau, L. (2004) *Riesgos Ecológicos. ¿una amenaza inevitable?* México: Ediciones Larousse S.A.
- Riechmann, J. (2003) *Cuidar la Tierra. Políticas Agrarias y alimentarias sostenibles para entrar en el siglo XXI.* Barcelona: Icaria Editorial S.A.
- Siegmund M. Redl, Matthias K. Weber, Malcolm W. Oliphant: (1995) *An Introduction to GSM.* Artech House, March 1995, ISBN-13:978-0890067857
- Siegmund M. Redl, Matthias K. Weber, Malcolm W. Oliphant: (1998) *GSM*
- Vilches, A. y Gil, D. (2003) *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia.* Madrid: Cambridge University Press. Capítulos 3 y 10.
- Caldas M. (2006) *Mi libro (Preparación y evaluación de proyectos).* Quito Ecuador
- Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE), Banco Interamericano de Desarrollo en Ecuador (1997). *Metodología de formulación y evaluación de proyectos de agua potable.* Secretaría General de Planificación Quito- Ecuador
- Edición Grupo Ruhrgas Industries edición 2004 (fabricante mundial de contadores de agua potable, gas, electricidad y energía térmica).
- Elster Iberconta Edición 2004 ó Latinoamérica. (Fabricante de contadores para Latinoamérica)
- Edición 2003 ZENNER (fabricante de contadores en Alemania)
- *Personal Communications Handbook*, Artech House, May 1998, ISBN-13: 978-089006.
- Fierro Marco (1992) consultor. *Plan Maestro de Agua Potable de Quito.* 1992.Biblioteca de EMAAPQ. Quito-Ecuador.

- Torres M. Germán (2005) Asesor del Programa de agua no contabilizada. EMAAP.Q., septiembre del 2005., Seminario de agua no contabilizada
- Revista EMAAPQ. (junio 2007) Plan Operativo
- [http:// www.unesco.org/water/index\\_es.shtml](http://www.unesco.org/water/index_es.shtml)., dirección electrónica visitada en agosto del 2007
- <http://www.worldwaterforum4.org.mx/home/tools.asp?lan=spa>, México 2006:4th World Water Forum, dirección electrónica visitada en septiembre del 2007





AUTORIZACION DE PUBLICACION.

Autorizo a la Facultad de Gerencia Empresarial del Instituto de Altos estudios Nacionales la publicación de esta Tesis, de su bibliografía y anexos, como artículo de la Revista o como artículo para ser utilizado en revistas, documentos o como fuente de investigación.

Quito, marzo 2008

---

MARCELO HERNAN QUISHPE P.