



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA OPERATIVO, ADMINISTRATIVO Y TÉCNICO DE AGUA POTABLE
MUNICIPAL EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Jorge Mario Martínez García

Asesorado por el Ing. Kenneth Alejandro Molina Escobar

Guatemala, agosto de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA OPERATIVO, ADMINISTRATIVO Y TÉCNICO DE AGUA POTABLE
MUNICIPAL EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JORGE MARIO MARTÍNEZ GARCÍA

ASESORADO POR EL ING. KENNETH ALEJANDRO MOLINA ESCOBAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Juan Ramón Ordoñez Hernández
EXAMINADOR	Ing. William Ricardo Yon Chavarria
EXAMINADOR	Ing. Raúl Alberto Marroquín y Marroquín
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA OPERATIVO, ADMINISTRATIVO Y TÉCNICO DE AGUA POTABLE
MUNICIPAL EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 9 de febrero de 2011.

Jorge Mario Martínez García



Guatemala, 14 de diciembre de 2014

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Por este medio me permito informar a usted que en mi calidad de Asesor, he terminado la revisión del trabajo de graduación titulado **“DIAGNOSTICO DEL SISTEMA OPERATIVO, ADMINISTRATIVO Y TECNICO DE AGUA POTABLE MUNICIPAL EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil **Jorge Mario Martínez García**, y habiéndose efectuado todas las correcciones indicadas, el suscrito lo da por aprobado, por lo que se le solicita continuar con los trámites correspondientes.

Atentamente,

Ing. Civil Kenneth Alejandro Molina Escobar
Asesor, Col. 8,268

Kenneth Alejandro Molina Escobar
INGENIERO CIVIL
COLEGIADO No. 8268



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
7 de agosto de 2012

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DIAGNOSTICO DEL SISTEMA OPERATIVO, ADMINISTRATIVO Y TÉCNICO DE AGUA POTABLE MUNICIPAL EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Jorge Mario Martínez García, quien contó con la asesoría del Ing. Kenneth Alejandro Molina Escobar.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Lic. Manuel María Guillén Salazar
Jefe del Departamento de Planeamiento

Manuel María Guillén Salazar
ECONOMISTA
Colegiado No. 4758



/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Kenneth Alejandro Molina Escobar y del Jefe del Departamento de Planeamiento, Lic. Manuel María Guillén Salazar al trabajo de graduación del estudiante Jorge Mario Martínez García, titulado **DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA OPERATIVO, ADMINISTRATIVO Y TÉCNICO DE AGUA POTABLE MUNICIPAL EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, agosto de 2012.

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA OPERATIVO, ADMINISTRATIVO Y TÉCNICO DE AGUA POTABLE MUNICIPAL EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Mario Martínez García**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 7 de agosto de 2012

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

**Dios y
a la Virgen María**

Por darme la bendición de poder llegar el día de hoy a culminar mi carrera de Ingeniero Civil.

Mis padres

Jorge Martínez Celada y Concepción García de Martínez ya que con este acto de graduación me permito honrarlos en vida, por todo su sacrificio y esfuerzo que han hecho por mí durante toda su vida.

Mi esposa

Reina Husiri Eguizábal de Martínez porque te lo prometí mi amor, que algún día no muy lejano íbamos a llegar juntos a la meta, a ti mi fiel amiga y compañera, porque siempre has creído en mí, brindándome tu apoyo incondicional hoy te puedo decir lo logramos mi amor.

Mis hijas

Shirley, Lourdes y Naomi porque el día de hoy les estoy demostrando que el ser humano es capaz de lograr las metas más inalcanzables y que nuestros sueños se pueden hacer realidad si creemos en Dios y en nosotros mismos.

Mi amigo Eddie Paiz

Porque con tu amistad tan sincera y desinteresada, te convertiste en un héroe de leyenda y yo sé que hoy te encuentras aquí presente entre nosotros disfrutando de este triunfo, aunque físicamente ya no lo estés, pero tu memoria será inmortal por siempre.

**Al estudiante obrero
y padre de familia
de la Facultad de
Ingeniería**

A ustedes compañeros que les toca ser estudiantes, obreros y al mismo tiempo padres de familia, porque el día a día se convierte en un verdadero reto de constancia y perseverancia por alcanzar sus sueños, a ustedes compañeros les hago esta dedicación especial, ya que con el sacrificio que hoy hacen y que va más allá de alcanzar una meta, algún día no muy lejano se convierta en un sueño hecho realidad. A ustedes compañeros porque si se puede y si se pudo.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios y a la Virgen María

Por protegerme y darme sabiduría para aceptar y enfrentar este reto con constancia, perseverancia y dedicación ya que sin la bendición de Dios este día no hubiese podido llegar.

Mis padres

Jorge Martínez Celada y Concepción García de Martínez por haberme inculcado buenos principios y valores los cuales fueron el inicio para una buena educación y aún, siendo obreros pudieron orientarme con humildad para que siguiera estudiando la carrera que por vocación yo elegí.

Mi esposa

Reina Husiri Eguizábal de Martínez porque eres como una estrella que ilumina mi vida en la oscuridad de la noche, por haber aceptado el reto junto a mí de ser mi compañera y amiga incondicional para ver hoy concluida mi carrera y así podernos demostrar a nosotros mismos que juntos podemos hacer realidad nuestros sueños por amor.

Mis hijas

Shirley, Lourdes y Naomi por el sacrificio que han tenido que hacer junto a mí, por todas las limitaciones que hemos tenido que pasar juntos y en especial por el tiempo que no les he podido dedicar y porque ustedes son y serán siempre el motivo por el cual yo seguiré luchando.

Mis hermanos

Sonia Leticia y Fernando Martínez García por creer en mí y apoyarme siempre para que yo pudiera terminar mi carrera.

La Facultad de Ingeniería y personal docente

Por todas las enseñanzas teóricas y prácticas que me supieron impartir para mi formación académica.

La familia White García

Por sus muestras de amistad y apoyo brindadas a lo largo de toda mi carrera, en especial a mi amigo y ahora colega Ing. Edgar Armando White García.

**La empresa
LJ Constructores**

Por haberme dado la oportunidad de efectuar mis prácticas laborales.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO	1
1.1. Datos generales del municipio	1
1.2. Fundación del municipio	2
1.3. División política-administrativa	4
1.4. Ubicación y localización geográfica	4
1.5. Población	5
1.5.1. Costumbres y tradiciones	5
1.5.2. Servicios existentes	8
1.6. Agua potable	9
1.7. Consumo promedio de agua municipal por habitante/día	12
1.8. Tarifa municipal promedio	12
1.9. Cobertura de servicios de agua potable	12
1.10. Conexiones ilícitas	13
1.11. Organización comunitaria	15
2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	19
2.1. Diagnóstico administrativo-organizacional	19
2.2. Diagnóstico técnico	21

2.2.1.	Estudio de mercado.....	21
2.2.1.1.	Demanda	22
2.2.1.2.	Oferta.....	24
2.2.1.3.	Precio y comercialización	26
2.2.2.	Evaluación ambiental.....	27
3.	ANÁLISIS TÉCNICO DE LA SITUACIÓN DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.....	31
3.1.	Redes de distribución actuales.....	31
3.2.	Sistemas de distribución de agua potable por bombeo	32
3.2.1.	Caudal medio diario (Q_m).....	32
3.2.2.	Caudal máximo diario (Q_c).....	33
3.2.3.	Caudal de bombeo (Q_b)	33
3.2.4.	Caudal máximo horario (Q_h)	34
3.2.5.	Diseño de la tubería.....	35
3.2.6.	Tipo de tubería	35
3.2.7.	Diámetro de la tubería	35
3.2.8.	Coeficiente de fricción (C)	36
3.2.9.	Diseño de la línea de conducción	36
3.2.10.	Presiones y velocidades	37
3.2.11.	Diseño de tubería de impulsión	37
3.2.12.	Tubería de succión	37
3.2.13.	Tubería de descarga.....	39
3.2.14.	Altura neta de succión	40
3.2.15	Altura neta de succión positiva disponible en bombeo horizontal	41
3.2.16.	Altura neta de succión positiva disponible en bombeo vertical	43
3.2.17.	Cálculo de altura neta de succión positiva	43

3.2.18.	Presión atmosférica (ha).....	44
3.2.19.	Carga dinámica total (CDT).....	44
3.2.20.	Carga dinámica total en bombeo horizontal	44
3.2.21.	Carga dinámica total en bombeo vertical.....	46
3.2.22.	Sobrepresión por golpe de ariete	47
3.2.23.	Manómetros.....	48
3.3.	Calidad del agua potable	48
4.	SITUACIÓN FINANCIERA DEL MUNICIPIO EN RELACIÓN CON EL AGUA POTABLE.....	51
4.1.	Ingresos y egresos financieros del municipio	51
4.2	Porcentaje de subsidización del agua potable en el municipio de Villa Nueva.....	56
5.	PROPUESTAS.....	61
5.1.	Modelo de instrumento de autogestión.....	61
5.1.1.	Convocatoria y coordinación del proceso.....	62
5.1.2.	Estructura y toma de decisiones	62
5.1.3.	Conocimiento pleno de la situación.....	63
5.1.4.	Socialización de la información y toma de conciencia de las comunidades.	63
5.1.5.	Sistematización de las propuestas y puesta en marcha de éstas.....	63
5.1.6.	Evaluación constante del modelo de autogestión	64
5.2.	Plan municipal de agua	64
5.2.1.	Preservación de las zonas de recarga hídrica	65
5.2.2.	Censo específico del tema del agua	65
5.2.3.	Fuentes de abastecimiento	66
5.2.4.	Ampliación del área de cobertura.....	66

5.2.5. Creación de políticas relativas al tema del agua 66

CONCLUSIONES69

RECOMENDACIONES.....71

BIBLIOGRAFÍA..... 73

ANEXOS..... 75

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Fuentes de agua.....	14
2.	División territorial de las zonas del municipio de Villa Nueva.....	16
3.	Organización estructural dirección de aguas.....	20
4.	Disponibilidad de recursos hídrico superficiales de la República de Guatemala.....	25
5.	El ciclo del agua.....	29
6.	Mapa de contaminación coliformes totales.....	30

TABLAS

I.	Fuentes de abastecimiento de agua potable del municipio de Villa Nueva.....	9
II.	Cobertura del servicio de agua municipal.....	11
III.	Cobertura de agua potable y saneamiento a nivel nacional.....	13
IV.	División territorial de las zonas del municipio de Villa Nueva.....	15
V.	Organización comunitaria del municipio de Villa Nueva.....	17
VI.	Guatemala: estimaciones de la población total por municipio período 2008 – 2015.....	22
VII.	Situación de abastecimiento de agua por sectores del municipio.....	26
VIII.	Hogares con servicio de agua entubada en porcentaje en el municipio de Villa Nueva.....	31
IX.	Listado de pozos que cuentan con sistema de cloración.....	49
X.	Ingresos a la municipalidad.....	52

XI.	Fondos propios de la Municipalidad de Villa Nueva, año 2009	53
XII.	Resumen de ingresos y gastos	55
XIII.	Consumo de energía eléctrica de los equipos instalados en pozos de agua 2009	57
XIV.	Tabla actual de cobro de canon de agua municipal	58
XV.	Tabla sugerida de cobro de canon de agua municipal con cuota fijada a Q20,00	59

GLOSARIO

Acuífero	Dicho de una capa o vena subterránea que contiene agua.
Agua artesiana	Se denomina así, al agua que brota a presión cuando es perforado un acuífero.
Área colectora	Área geográfica donde se lleva a cabo la recolección del agua a emplearse.
Área de toma	Es el área donde se realiza la captación de agua para ser conducida a los diferentes destinos.
Cuenca hidrológica	Territorio donde se localizan las tomas de aguas que alimentan el sistema de distribución de aguas de un municipio o región.
Dotación	Es la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante, se expresa en litros por habitante por día.
Estrato freático	Flujo de agua que está acumulada en el subsuelo en capas superpuestas de masa mineral de espesor uniforme.

Evapotranspiración	Término empleado en hidrología que incluye toda el agua escapada a la atmósfera, ya sea por evaporación, transpiración u otros procesos.
Flujo volumétrico	Cantidad de volumen de agua que fluye en un tiempo determinado.
gpm	Galones de agua que fluyen por cada minuto.
Lppd	Litros de agua que una persona consume diariamente.
Media paja de agua	Cantidad de 30 000 litros de agua que tiene derecho una vivienda a usar por el pago del servicio que se le presta.
Pérdida	Cantidad de agua que entra al servicio municipal de distribución, sin que se pueda determinar su destino.
Polución	Contaminación intensa y dañina del agua o del aire, producida por los residuos de procesos industriales o biológicos.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, de la carrera de Ingeniería Civil, muestra un análisis de la situación actual, en cuanto a lo operativo, técnico y administrativo del sistema de distribución de agua potable del municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala.

Se inicia con la monografía del municipio, en donde se muestran datos generales en cuanto a población, servicios existentes, principales fuentes de abastecimiento de agua potable, etcétera.

Se presenta un análisis específico de temas administrativos, organizacionales y técnicos; para lo cual se tomaron en cuenta criterios vertidos por personal del Departamento de Aguas de la municipalidad de dicho municipio.

Finalmente y luego de encontrar algunos datos pertinentes relativos a los aspectos de las redes actuales, sistemas de bombeo, (en las cuales se aprecian figuras y gráficas para ayudar a una mejor comprensión del lector) se presenta una propuesta de un instrumento de autogestión comunitaria, que pueda coadyuvar a que la población del municipio sea participe a mejorar la calidad de prestación de servicio.

OBJETIVOS

General

Dar a conocer la situación actual del sistema operativo, técnico y administrativo de la red de agua potable en el municipio de Villa Nueva.

Específicos

1. Localizar e identificar, de acuerdo con su nivel de importancia, cuáles son las principales fuentes de abastecimiento de agua del municipio.
2. Determinar en nivel de importancia, cuáles son los problemas que dificultan una adecuada distribución de agua potable en el casco central del municipio de Villa Nueva.
3. Proponer la creación de un instrumento de autogestión, que permita el involucramiento de la población, a través de sus respectivos comités de vecinos, COCODES y COMUDES; para el mejoramiento o solución de sus problemas relativos a la distribución del agua potable.

INTRODUCCIÓN

El alto índice de crecimiento poblacional en el municipio de Villa Nueva según el Instituto Nacional de Estadística –INE-, para el 2000, la densidad poblacional era de 2 760 habitantes por kilómetro cuadrado y cuatro años después en el 2006, el crecimiento proyectado por dicha institución, la densidad poblacional era de los 3 122 habitantes por kilómetro cuadrado, aumentando en un 12 por ciento en un período de seis años.

Sumado a la migración interna, de la ciudad capital e interior de la república, ha provocado una explotación desmedida del recurso agua, esto según fuentes consultadas dentro de la propia municipalidad se puso de manifiesto a finales de la década de los 90, con una drástica caída en la capacidad de los pozos; si se agrega el mal estado de las tuberías y su falta de mantenimiento y el hecho que en la mayor parte de tramos, ha rebasado su período de vida útil, resulta lógico determinar que este factor provoca pérdidas innecesarias y desperdicios enormes del agua suministrada.

En la actualidad no existe un estudio técnico sobre la situación real, de la red de distribución de agua potable en dicho municipio, especialmente en lo relacionado a principales fuentes de abastecimiento, situación de la tubería conductora, porcentaje de conexiones lícitas e ilícitas, costo del servicio, etcétera.

Por tal razón, se hace necesario presentar como trabajo de graduación el tema diagnóstico del sistema operativo, administrativo y técnico de agua potable municipal en el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, para que las autoridades municipales puedan tomarlo como un elemento auxiliar que les sirva de soporte para gestiones de financiamiento y mejorar la red de conducción de agua potable del municipio y de esta forma mejorar la calidad de vida del grupo objetivo.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO

1.1. Datos generales del municipio

Departamento:	Guatemala
Municipio:	Villa Nueva
Categoría de la cabecera:	Municipal
Extensión:	114 kilómetros cuadrados
Altura:	1 330 metros sobre nivel del mar
Clima:	Templado
Límites:	Al norte con el municipio de Mixco y Guatemala, al este con el municipio de San Miguel Petapa, al sur con el municipio de Amatitlán, al oeste con el municipio de Magdalena Milpas Altas (Sacatepéquez).
Número de habitantes:	527,174 habitantes según datos proyectados del INE.
Idioma:	Español
Accidentes geográficos:	Seis montañas, tres cerros, cinco ríos, cuatro zanjones, dos quebradas, parte del Lago de Amatitlán, cuatro parajes, un parcelamiento agrario (Bárcenas).
Sitios arqueológicos:	El Frutal, Eucaliptos, Falda, Santa Clara, Taltic, Zarzal, Villa Nueva (centro).

Sitios turísticos: Parque Naciones Unidas.
Religión: Predomina la religión católica (70%). El 30% lo constituyen iglesias evangélicas y algunas otras sectas.

1.2. Fundación del municipio

La fundación del municipio de Villa Nueva de la Concepción se realizó en 1763, a raíz de la inundación del Pueblo de Petapa en octubre de 1762. Los españoles decidieron trasladarse al paraje denominado Valle de las Mesas, lo de Barillas y fundar allí una nueva población para protegerse de otra posible catástrofe o inundación.

Los primeros pobladores fueron ciento cincuenta (150) familias. Para el terremoto de 1773, muchas familias de Antigua Guatemala ilustres y acomodadas llegaron a la población para formar parte de ella, aumentando así el número de pobladores.

Las personas que intervinieron en la fundación fueron el Procurador Casimiro Esteban de Arrea quien presentó el primer escrito al señor Alfonso Fernández de Heredia, Mariscal de Campo de los Reales Ejércitos de su majestad, Gobernador y Capitán General del Reino, a quien se solicitó formar un pueblo separado del antiguo en el paraje llamado Lo de Barillas por su buen terreno y clima, además de contar con agua del río de los Plátanos, con el permiso del dueño del terreno, el señor Blas de Rivera y del bachiller Manuel de Morga.

Este escrito estuvo a la vista del señor fiscal quien dio su parecer a favor, firmando el 20 de enero de 1763. Autos y vistos concede licencia que pide la feligresía de ladinos del pueblo de Petapa para el traslado al Paraje lo de Barrillas. Firman don Alfonso Fernández de Heredia por mando de su señoría Agustín de Guirola y Castro.

Enseguida el mismo procurador pidió al Gobierno Eclesiástico la licencia para el traslado de la iglesia a la nueva población con todas las cofradías y hermandades de la antigua iglesia, la que fue otorgada por el señor doctor Francisco Joseph de Palencia, Dean de la Santa Iglesia Metropolitana de Guatemala, Previsor, Vicario General y Gobernador en el Arzobispado.

Así fue como se trasladó también la parroquia consagrada a la Concepción Purísima de Nuestra Señora al bello paraje llamado Lo de Barrillas y se conoció con el nombre de Villa Nueva de Concepción del Valle de las Mesas.

Llenos los requisitos y trámites ante el alcalde mayor de Amatitlán y Sacatepéquez, don Estanislao Antonio Croquer, en señal de fundación de la Nueva Villa, con un azadón cavó la tierra en el lugar que se construiría la iglesia; trazó la plaza central midiendo con una cuerda 106 varas cuadradas y así quedó señalada como plaza mayor con sus calles de 8 varas de ancho alrededor y una al centro en diagonal de 10 varas destinadas para el camino real de tráfico de las provincias de la ciudad de Guatemala.

1.3. División política-administrativa

“Cuenta con 1 villa (zona Central), 5 aldeas y 11 caseríos (varias fincas) Bárcenas, Rancho Santa Clara, El Frutal, San Antonio, Villalobos, Santa Catalina (El Zarzal y Guillén), El Paraíso, El Zarzal, San Francisco, Rancho Azul, La Selva, Concepción, Santa Isabel, Roldán, Las Lomas, El Rosario. Actualmente todas han sido fraccionadas y con desmembraciones convirtiéndose en más de 300 colonias o fraccionamientos, algunas en la parte central (zona 1) y el resto en las 13 zonas que corresponden.

Algunas de estas colonias son Residenciales y cuentan con los servicios básicos; también se encuentran en Villa Nueva asentamientos humanos muy poblados, uno de ellos el más grande de Centro América, El Zarzal y el otro es ciudad Peronia, ambos muy saturados poblacionalmente.”¹

1.4. Ubicación y localización geográfica

El municipio de Villa Nueva se encuentra situado en la parte sur del departamento de Guatemala, en la Región I o región Metropolitana. Se localiza en la latitud Norte 14° 31' 32" y en la longitud Oeste 90° 35' 15". Limita al norte con los municipios de Mixco y Guatemala; al sur con el municipio de Amatitlán; al este con el municipio de San Miguel Petapa; todos del Departamento de Guatemala; y al oeste con los municipios de Magdalena y Santa Lucía Milpas Altas ambos del departamento de Sacatepéquez.

Cuenta con una extensión territorial de 114 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 1 330 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente su clima es templado.

¹ <www.villanueva.gob.gt>. [Consulta: en enero de 2012].

Se encuentra a una distancia de 16 kilómetros de la cabecera departamental de Guatemala. Cuenta con una cabecera catalogada como Villa Nueva, 3 aldeas, 6 caseríos y 5 fincas.

1.5. Población

El municipio de Villa Nueva tiene como característica principal la absorción de la que ha sido objeto por el área metropolitana utilizando los habitantes al municipio como ciudad dormitorio, ya que sus trabajos por lo regular los realizan en el casco urbano del área metropolitana guatemalteca (AMG), que lo constituye el municipio de Guatemala. Tiene dos componentes poblacionales bien definidos, la población tradicional del lugar, cuyas raíces se pierden en la época de su fundación y los inmigrantes que han llegado a poblar las colonias y lotificaciones, generalmente procedentes de la capital y que por el crecimiento de esta se han desplazado a nuevos lugares de vivienda. La composición de la población según grupo étnico indígena 5,3 % no Indígena 88,9%².

1.5.1. Costumbres y tradiciones

De las costumbres y tradiciones que han desaparecido de las festividades por diversas razones las más notorias son: corrida de toros, carrera de cintas, juegos infantiles, encostalados, palo encebado, comal tizado, sacarrín, competencias de relevos y otros.

Para adultos: zarabandas, billarines, argollas, tiro al blanco, chiolita, chingolingo, loterías o polacas y las vendimias de las ferias como buñuelos, torrijas, tamales, dulces variados, chuchitos, granizadas, batido de súchiles con pinol en jícara, etcétera.

² Proyecciones de población por municipio 2008-2020. <www.ine.gob.gt> [Consulta: en enero de 2012].

Hay tradiciones que aún predominan en el folclor de los villanovanos entre ellas se menciona el tradicional desfile de los Fieros o enmascarados que surge como una burla a los españoles y por otro lado como una manera de alejar o espantar a los malos espíritus. Esta tradición, paso a ser popular en donde se pone de manifiesto muchos aspectos de la vida diaria de la sociedad villanovana, nacional y extranjera. Esta celebración se lleva a cabo en Villa Nueva el 1 de noviembre, día de los difuntos.

Este desfile da inicio en horas de la mañana frente al edificio municipal y los participantes imitan personajes variados elaborando sus trajes e indumentaria igual a la que utilizan o usan los personajes que imitan, por ejemplo: los fundidores, las tinajeras, la tina polaca, las vendedoras del mercado, el baile de las flores, Cantinflas, Blanca Nieves y los 7 enanos, Drácula y muchos más.

El recorrido es acompañado por marimbas y orquestas nacionales que van interpretando los éxitos del momento que regularmente es música muy alegre con la que amenizan a los enmascarados y público presente en las diferentes paradas que realizan las vistosas comparsas.

Hay un lema muy conocido y popular entre los participantes y es: “no hay fieros sin chicha ni chicha sin fieros”, la chicha es una bebida que se prepara de manera especial en esta fecha y es elaborada con diferentes frutas, jugo de caña, panela, azúcar y otros ingredientes. Esta famosa bebida se sirve en un punto especial del recorrido a los fieros que así lo deseen.

De igual forma se hace mención a la celebración de la Semana Mayor, esta conmemoración mística distingue y hace única a Villa Nueva y por ende a Guatemala, pues se pone de manifiesto el fervor religioso que engalana sus calles con majestuosas alfombras elaboradas en aserrín y de múltiples colores que forman parte del tributo de los creyentes al paso de los cortejos procesionales. Brotando sentimientos de fe, fraternidad, unidad y redención, que une a los guatemaltecos bajo un mismo clamor, la triste partida de Jesús del Nazareno. La conmemoración de la Semana Santa está profundamente arraigada en la espiritualidad de los villanovanos iniciando el domingo de ramos y finalizando el domingo de resurrección.

Y se finaliza con la celebración de la Virgen de Concepción. Villa Nueva un municipio rico en tradiciones y folclor, celebra el 8 de diciembre la feria en honor a la Virgen Concepción de María, patrona del municipio.

A partir del 20 de abril de cada año los feligreses enmarcan el inicio de esta conmemoración al salir por las noches en cortejos de rezados, visitando los hogares de las familias villanovanas que les esperan con juegos pirotécnicos para llevar a cabo la novena en honor a la virgen y el santo rosario, finalizando el 8 de diciembre cuando se celebra el día de la fiesta patronal.

La fe católica establece los rezados mayores el 6 y 7 de diciembre, cuando salen los cortejos al caer la tarde y retornan por la madrugada a la parroquia.

El 6 de diciembre se caracteriza por propiciar el encuentro de otras vírgenes veneradas que, al igual que la de Concepción, recorren el municipio durante el año y cuya unión da continuidad al rezado o procesión final de las visitas que hace La Inmaculada Concepción el día 7, siendo este el prelude que da inicio a la celebración del 8 de diciembre; realizando para ello actos culturales, conciertos de marimba, la quema del tradicional castillo y otros juegos pirotécnicos frente al atrio del templo.

Cabe mencionar que este día es declarado feriado oficial en Villa Nueva. Sí usted se pregunta, ¿cómo surgió esta fiesta de la iglesia?, pues según cuenta la historia, esta festividad se remonta a 1762 cuando fue colocada la primera piedra que dio origen a la fundación del municipio, encomendándolo a la Inmaculada Concepción de María. Y es así como los villanovanos en compañía de miles de visitantes de diferentes lugares de la república reviven año a año esta fecha llena de fervor religioso en conmemoración a la virgen.

1.5.2. Servicios existentes

Como segundo municipio del departamento de Guatemala en cuanto a número poblacional, cuenta con los servicios básicos más importantes: energía eléctrica, agua potable, drenajes y asfalto, correos, telefonía, servicios de taxis, buses urbanos y extraurbanos, colegios, escuelas, institutos de segunda enseñanza, salas de cine, canchas polideportivas, estadio, estación de bomberos, mercado, pensiones, restaurantes, centros comerciales, hospitales privados, clínicas médicas particulares, centro de salud, cementerios, bancos estatales y privados, monumentos históricos, autoridad municipal, Policía Nacional Civil (PNC), Policía Municipal (PM), Policía Municipal de Tránsito (PMT), Ministerio Público (MP), centro de justicia, iglesias, etcétera.

1.6. Agua potable

El municipio cuenta con una red de distribución de agua potable, la cual se hace insuficiente para dar cobertura a toda la población de Villa Nueva; sumado a lo anterior, vale la pena hacer mención que la totalidad de esta red funciona a través del método de bombeo, lo cual a su vez genera un alto costo de la extracción del agua, desde los mantos freáticos hasta los tanques de distribución, para posteriormente distribuirse a la población por el método de gravedad. En la tabla que sigue, se detallan los distintos pozos con los que cuenta el municipio, además se identifica la ubicación exacta de cada uno de ellos, la capacidad de aforo y el número de usuarios que se abastecen de cada uno de ellos.

Tabla I. **Fuentes de abastecimiento de agua potable del municipio de Villa Nueva**

UBICACIÓN GENERAL					
No.	POZO MECÁNICO	ZONA	DIRECCION	AFORO EN 24 HRS (GPM)	USUARIOS REGISTRADOS
1	COLONIA SAN MIGUELITO	1	13a. AV. "B" 7-50 ZONA 1	240	614
2	SAN MIGUELITO 2	5	14a. AV. "A" Y 5a. CALLE ZONA 5	230	
3	COLONIA EL TABLONCITO	1	11a. AV. 7-64 ZONA1	185	359
4	PARQUE CENTRAL	1	4a. CALLE ENTRE 5a. Y 6a. AV. ZONA 1	170	1 011
5	RESIDENCIALES VILLA NUEVA	1	1a. AV. "B" 5-03 ZONA 1	17	68
6	TIERRA DE PROMISION II	2	10a. CALLE "A" 7-51 ZONA 2	50	147
7	JACARANDAS	2	8a. Av SAN JOSÉ EL PLACER ZONA 2	80	100
8	BARCENAS (CABRINI)	2	FINAL AVENIDA SAN JOSE ZONA 2	90	505
9	SANTA CLARA	3	CARRETERA A BARCENAS ZONA 3	410	1 193

Continuación de la tabla I.

10	SANTA ISABEL I (POZO 2)	3	1a. CALLE 3-34 ZONA 3	146	890
11	SANTA ISABEL I (POZO 1)	3	8a. AV. 7-83 ZONA 3	65	
12	SANTA ISABEL II (POZO 1)	3	8a. AV. 24-55 SECTOR 1 Y 2	320	2 978
13	SANTA ISABEL II (POZO 2)	3	8a. AV. 23-16 SECTOR 1 Y 2	274	
14	SANTA ISABEL II (POZO 3)	3	7a. AV. 23-18 SECTOR 3	433	
15	COLONIA CERES	3	COL. CERES ZONA 3	89	251
16	BARCENAS (LAS VACAS)	3	11a. AV. 0-60 ZONA 3	205	2 700
17	BARCENAS (IGLESIA)	3	12a. AV. 2-70 ZONA 3	186	
18	BARCENAS (TERMIBUS)	3	8a. CALLE TERMIBUS ZONA 3	150	
19	COLONIA ETERNA PRIMAVERA (POZO 1)	4	4a. AV. 1-66 ZONA 4	7.5	1 406
20	COLONIA ETERNA PRIMAVERA (POZO 2)	4	4a. AV. 1-66 ZONA 4	71	
21	COLONIA ETERNA PRIMAVERA (POZO 3)	4	4a. AV. 1-66 ZONA 4	205	
22	COLONIA LAS ORQUIDEAS	4	13a. AV. "B" 1-70 ZONA 4	165	599
23	SAN FRANCISCO (POZO 1)	4	1a. AV. 5-43 ZONA 4	250	1 841
24	SAN FRANCISCO (POZO 2)	4	1a. AV. 5-43 ZONA 4	125	
25	SAN FRANCISCO (POZO 3)	4	1a. AV. Y 1a. CALLE ZONA 4	163	
26	MANANTIAL	4	2a. AV. 5-70 ZONA 4	125	469
27	MERCADO NUEVO (POZO 1)	4	CARRETERA A MAYAN GOLF	60	
28	MERCADO NUEVO (POZO 2)	4	CARRETERA A MAYAN GOLF	200	
29	COLONIA SAN ANTONIO	5	10a. AV. 2-10 ZONA 5	100	669
30	PARAISO DEL FRUTAL	5	0 CALLE 2-10 ZONA 5	90	3
31	COLONIA LOS PLANES (POZO 1)	5	7a. AV. 5-53 ZONA 5	85	711
32	COLONIA LOS PLANES (POZO 2)	5	7a. AV. 5-53 ZONA 5	152	
33	COLONIA ENRIQUETA (POZO 2)	5	12a. CALLE 4-20 ZONA 5	160	919

Continuación de la tabla I.

34	COLONIA ENRIQUETA (POZO 1)	5	5a. AV. FRENTE AL BARRANCO ZONA 5	104	
35	PANORAMICA DEL FRUTAL	5	CARRETERA A PARAISO DEL FRUTAL	194	638
36	MARIANITA	6	8a. CALLE FINAL ZONA 6	63	70
37	APSA	6	BOULEVARD CONCEPCIÓN ZONA 6	145	1 172
38	RESIDENCIALES DE MONTE MARÍA (POZO 1)	12	10a. AV. 43-00 ZONA 12	90	408
39	PRADOS DE MONTE MARÍA (POZO 2)	12	15a. CALLE Y 21 a. AV. ZONA 12	127	609
40	CIUDAD REAL I	12	CALLE CORONA 4-62 ZONA 12	61	271
41	LA PAZ	4	CALLE CORONA 4-62 ZONA 13	206	1 266
42	COLINAS DE VILLA NUEVA	4	5a. Calle 13-01 asentamiento Colinas de Villa Nueva, zona 4	300	823

Fuente: Información obtenida de entrevista con trabajadores de la Dirección de Aguas, Municipalidad de Villa Nueva.

Es difícil cuantificar cuántos beneficiarios hacen uso del vital líquido, en virtud que en un porcentaje significativo de usuarios, existen viviendas en alquiler con un hacinamiento de personas que hacen difícil dicha cuantificación; 22 690 usuarios registrados cuentan con conexiones lícitas.

Tabla II. Cobertura del servicio de agua municipal

No. de viviendas atendidas		Promedio de horas de servicio diario		Tipo de sistema usado (1=gravedad; 2=bombeo)	Volumen total mensual distribuido (m ³)	¿El agua es clorada?	
Área urbana	Área rural	Área urbana	Área rural			Sí	No
20690	2000	6	4	2	85 6200	X	

Fuente: Información obtenida de entrevista con trabajadores de la Dirección de Aguas, Municipalidad de Villa Nueva.

La tabla II, muestra la totalidad de viviendas del municipio de Villa Nueva que reciben el servicio de la municipalidad, nótese en esta que las horas de servicio en el área urbana, supera en un promedio de dos horas diarias a la prestación del servicio en el área rural, esto se debe básicamente a la mayor concentración de población urbana que tiene el municipio.

1.7. Consumo promedio de agua municipal por habitante/día

En el municipio de Villa Nueva es que tiene información que el consumo promedio por habitante es de 150 litros-habitante/día. Este dato se obtiene a partir de registros históricos.

1.8. Tarifa municipal promedio

“Q30,00/mes, la municipalidad cuenta para la distribución de agua potable dentro del municipio con 42 pozos municipales, con tratamiento de agua para distribución por medio de clorinador con hipoclorito de sodio, todas dentro del municipio de Villa Nueva”³.

1.9. Cobertura de servicios de agua potable

De más está hablar de lo importante que es para la población villanovana el acceso a los servicios básicos y fundamentales, tal es el caso del agua potable. En los últimos años, si bien ha habido avances significativos a nivel nacional en la cobertura de estos servicios, se calcula que cerca de tres millones de guatemaltecos carecen de servicios públicos de agua potable y aproximadamente 6 millones, de saneamiento.

³ Datos proporcionados en entrevista realizada al Ingeniero Julio Herrera, jefe de supervisión y ejecución de la Dirección de Aguas de la Municipalidad de Villa Nueva.

En la siguiente tabla, se muestra el incremento en porcentajes, de mejoras que ha habido en relación a los accesos sostenibles a mejores fuentes de abastecimiento del vital líquido; así como el porcentaje que ha aumentado de población que ha tenido acceso a mejores servicios de saneamiento.

Tabla III. **Cobertura de agua potable y saneamiento a nivel nacional**

Indicador	Año Base		Último Dato Oficial (2002) ¹	2015
	1990 ²	1994 ³		
Proporción de Población con acceso sostenible a mejores fuentes de abastecimiento de agua—chorro de uso exclusivo, chorro para varios hogares y chorro público	63	68	75	82
Proporción de Población con acceso a mejores servicios de saneamiento—inodoro y excusado lavable	32	35	47	66

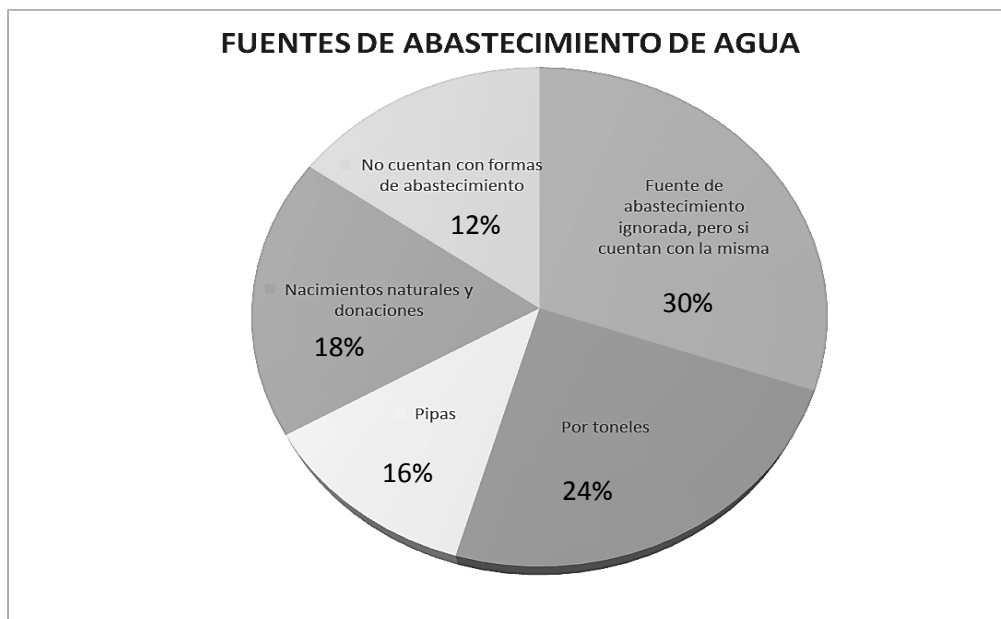
Fuente: Información obtenida de entrevista con trabajadores de la Dirección de Aguas, Municipalidad de Villa Nueva.

1.10. Conexiones ilícitas

Un porcentaje alto de conexiones ilícitas es otra variable o componente difícil de cuantificar, debido a la falta de información, lo que denota la necesidad de efectuar un censo del servicio y consumo un 40% de abastecimiento privado y un 40% que se abastece por otros medios.

En la siguiente gráfica se muestran los porcentajes y las fuentes de abastecimiento de agua potable en la población del municipio de Villa Nueva proporcionado por empresas privadas o comités de vecinos.

Figura 1. Fuentes de agua



Fuente: Departamento de Aguas DMP, Municipalidad de Villa Nueva.

Esta gráfica representa los porcentajes de la población a los cuales la municipalidad no presta los servicios del vital líquido y que lo realizan personas particulares, beneficiándose con los altos ingresos que obtienen al suministrar agua de dudosa reputación.

1.11. Organización comunitaria

La Municipalidad de Villa Nueva, cuenta con una unidad especial que se encarga de mantener el contacto directo y permanente con la comunidad, vía Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES) y Consejos Municipales de Desarrollo (COMUDES), así como las asociaciones de vecinos, interactuando con instituciones externas, como la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Secretaria General de Planificación (SEGEPLAN), Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA), y en algunos casos con Organizaciones No Gubernamentales (ONG) e iglesias de todas las denominaciones, con el fin de procurar la organización permanente de los vecinos para hacer frente a eventos extraordinarios.

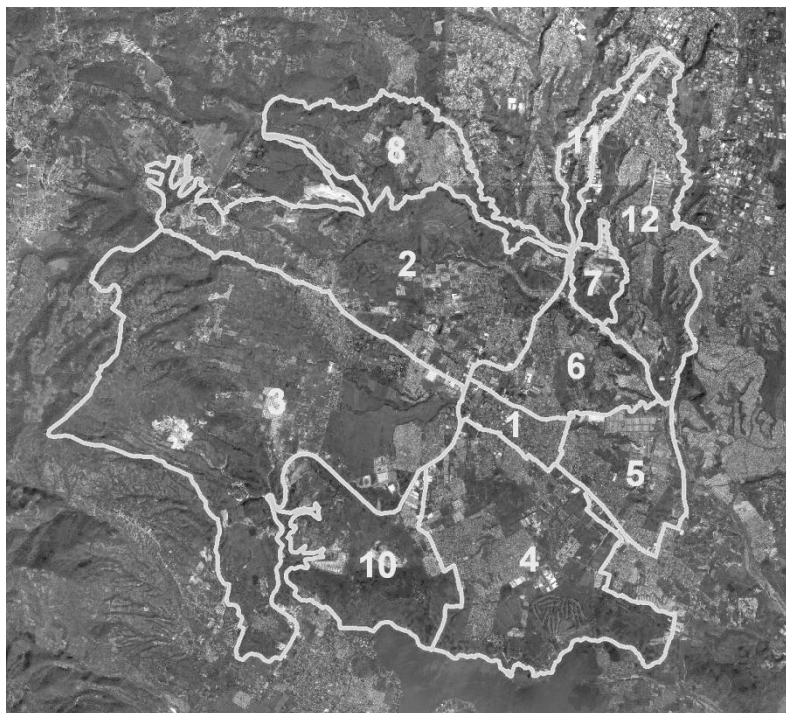
Con base en el ordenamiento territorial llevado a cabo por la Municipalidad de Villa Nueva en el 2008, se realizó una división territorial de 05 sectores, los cuales albergan las once zonas del municipio, este esquema se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IV. **División territorial de las zonas del municipio de Villa Nueva**

Sector	Lugares de atención
1	Zona 1 - Zona 5 - Zona 6
2	Zona 4 - Zona 10
3	Zona 2 - Zona 3
4	Zona 12
5	Zona 7 - Zona 8 - Zona 11

Fuente: Información obtenida en entrevista con colaboradores de la Oficina de Comunicación Social, de la Municipalidad de Villa Nueva.

Figura 2. **División territorial de las zonas del municipio de Villa Nueva**



Fuente: Información obtenida en entrevista con colaboradores de la Oficina de Comunicación Social, de la Municipalidad de Villa Nueva.

La figura 2 muestra la forma en que geográficamente se ubican las zonas del municipio de Villa Nueva, a través de una fotografía satelital. Además, se hace más fácil interpretar de forma sectorial la división del municipio, complementando con esto, la información contenida en la tabla IV.

Formación de Comités de Desarrollo Municipal (COMUDES) y Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES). En el 2008 se integraron 51 organizaciones comunitarias entre COMUDES y COCODES; en el 2009 se integraron 53, sumándose a las 260 organizaciones comunitarias atendidas entre Asociaciones, COMUDES y COCODES.

Tabla V. Organización comunitaria del municipio de Villa Nueva

Sector	Zonas de atención de los comités	COMUDES	COCODES	TOTAL
1	1, 5 y 6	4	-	4
2	4 y 10	11	4	15
3	2 y 3	9	3	12
4	12	8	1	9
5	7, 8 y 11	12	1	13
TOTALES:		44	9	53

Fuente: Información obtenida por colaboradores de la Oficina de Comunicación Social, de la Municipalidad de Villa Nueva.

La tabla V, indica los niveles organizativos de cada uno de los COMUDES Y COCODES con los que cuenta el municipio, además de su sector y zonas de influencia.

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

2.1. Diagnóstico administrativo-organizacional

“El manejo y la distribución municipal de agua potable, constituyen uno de los problemas graves del municipio, 63% de la población no recibe el vital líquido, debe reconocerse que desde el punto de vista administrativo-organizacional, se han dado pasos importantes para la solución de este; uno de estos lo constituye la organización de una dirección técnica especializada en el tema de agua y saneamiento.”⁴

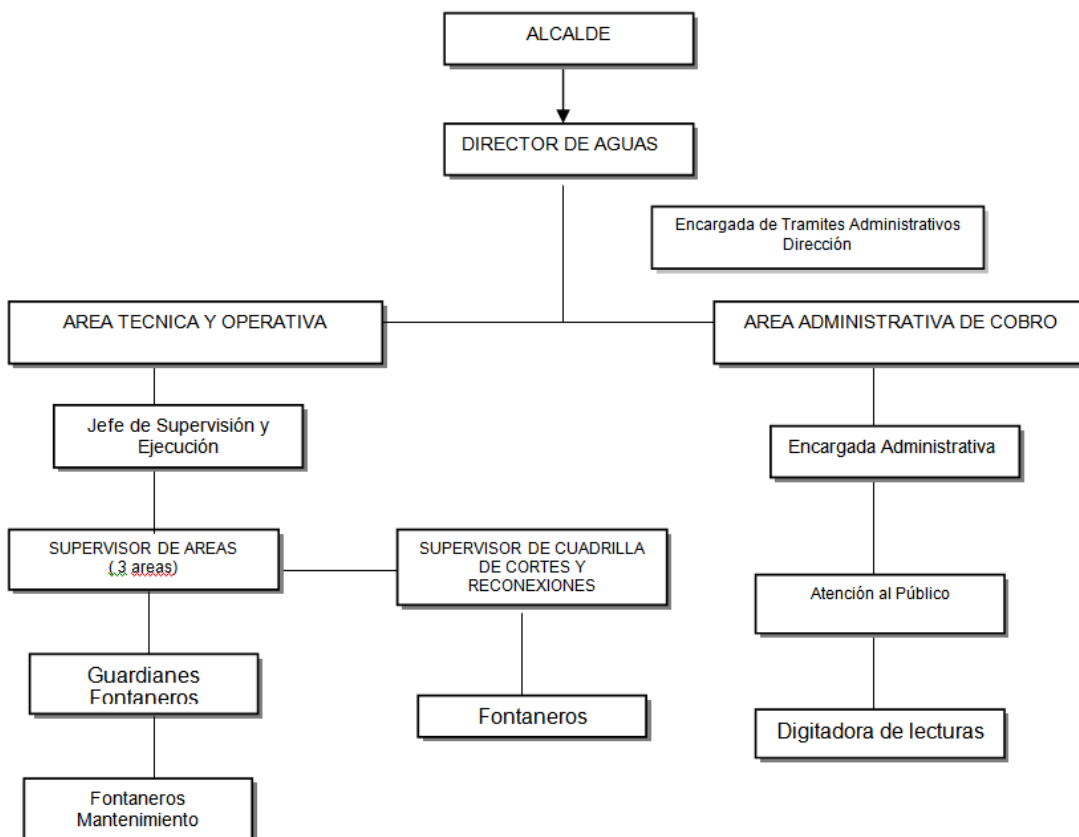
La Dirección de Agua y Saneamiento de la Municipalidad de Villa Nueva es la que se encarga de realizar un análisis general y constante sobre la situación del vital líquido en el municipio, cuantificando la cobertura municipal en su distribución, localizando las causas que impiden cobertura total en el municipio.

Se han hecho propuestas técnicas para la ampliación de la cobertura, como el mejoramiento de la calidad del agua en las áreas que ya son atendidas. Para una mejor comprensión del funcionamiento de la dirección técnica y de sus aportes en el tema administrativo, se pueden mencionar los siguientes:

⁴ Datos proporcionados en entrevista realizada al Ingeniero Julio Herrera, jefe de supervisión y ejecución de la Dirección de Aguas de la Municipalidad de Villa Nueva.

- Sistematización de la información referente al agua.
- Apoyo técnico profesional referente al tema.
- Análisis y estudios constantes.
- Acompañamiento a la población para las mejoras de los sistemas de dotación de agua.
- Presentación de propuestas y soluciones técnicas.
- A continuación se presenta el organigrama completo de la dirección, la cual fue creada en el 2010.

Figura 3. Organización estructural dirección de aguas



Fuente: Información obtenida en entrevista con colaboradores de la Oficina de Comunicación Social, de la Municipalidad de Villa Nueva.

Vale la pena mencionar también, que aparte de los aportes, citados anteriormente, estos aún son insuficientes para la cobertura total del servicio dentro del municipio, siendo el factor principal para ello, la falta de recursos económicos destinados a este tema.

2.2. Diagnóstico técnico

A continuación se detallan los aspectos más importantes del estudio, análisis y diagnóstico técnico del sistema de distribución de agua potable del municipio de Villa Nueva.

2.2.1. Estudio de mercado

Desde el punto de vista económico en el estudio de mercado se establece el producto que se desea ofertar al consumidor, es decir, qué características tendrá el producto, de qué materiales será elaborado. También se determina el segmento del mercado a dónde será dirigido el producto, así como la oferta, demanda y precio de venta.

Normalmente un estudio de mercado depende de tres análisis previos, los cuales son: análisis del producto, análisis del consumidor y análisis de la competencia; obviamente en este trabajo, no se hará análisis profundo de mercado desde el punto de vista conceptual, principalmente porque el producto consiste en un elemento básico y esencial para la vida, lo cuál, impide que el mismo pueda verse como un producto lucrativo.

Si se va a centrar en el análisis en términos de la población atendida, así como en el costo real de la distribución de agua potable en el municipio y cuáles son las variables que influyen para que este servicio no llegue a todos los hogares.

2.2.1.1. Demanda

En un capítulo anterior se aborda el tema sobre la situación actual del municipio en cuanto a servicios básicos, incluyendo obviamente, el agua potable, en este primer análisis se determinó la falta de acceso a este servicio de una buena parte de la población. En este capítulo se trata de dar a conocer los datos oficiales de población, especialmente las proyecciones de crecimiento demográfico proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística INE, tomando como base el último censo del 2002, XI de población y VI de habitación.

Tabla VI. **Guatemala: estimaciones de la población total por municipio período 2008 – 2015**

Departamento y Municipio	PERIODO							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	13,677,815	14,017,057	14,361,666	14,713,763	15,073,375	15,438,384	15,806,675	16,176,133
Departamento de Guatemala	2,994,047	3,049,601	3,103,685	3,156,284	3,207,587	3,257,616	3,306,397	3,353,951
Guatemala	980,160	984,655	988,150	990,750	992,541	993,552	993,815	994,078
Santa Catarina Pinula	80,781	82,976	85,290	87,589	89,876	92,150	94,410	96,656
San José Pinula	63,448	65,531	67,730	69,939	72,161	74,395	76,640	78,896
San José del Golfo	5,596	5,656	5,721	5,781	5,837	5,889	5,937	5,981
Palencia	55,858	56,922	58,046	59,139	60,202	61,237	62,242	63,218
Chinuautila	115,843	118,502	121,306	124,064	126,780	129,454	132,084	134,670
San Pedro Ayampuc	62,963	65,279	67,728	70,205	72,713	75,251	77,819	80,416
Mixco	462,753	469,224	474,421	479,238	483,705	487,830	491,619	495,079
San Pedro Sacatepéquez	38,261	39,136	40,059	40,967	41,860	42,740	43,605	44,455
San Juan Sacatepéquez	196,422	202,074	208,035	213,975	219,905	225,821	231,721	237,245
San Raimundo	27,465	28,093	28,756	29,407	30,049	30,680	31,301	31,912
Churranchito	11,964	12,206	12,462	12,712	12,956	13,195	13,427	13,654
Fraijanes	40,114	41,327	42,607	43,886	45,167	46,448	47,730	49,012
Amatitlán	100,933	103,272	105,738	108,165	110,556	112,912	115,230	117,511

Continuación de la tabla VI.

Villa Nueva	474,368	488,335	501,395	514,335	527,174	539,909	552,535	564,686
Villa Canales	131,984	135,618	139,449	143,258	147,050	150,823	154,577	158,309
San Miguel Petapa	145,133	150,796	156,790	162,874	169,054	175,331	181,704	188,172

Fuente: Instituto Nacional de Estadística INE, proyección de población por municipio 2008-2020.

En la tabla anterior aparecen resaltados los datos oficiales de población, la cual en el período del 2008 al 2012, se incrementó en un 11% así como la proyección de crecimiento poblacional del municipio de Villa Nueva; de la misma forma se puede analizar que si actualmente se estima que la población es de 527 174 habitantes, y de acuerdo con los datos proporcionados por la Dirección de Aguas de la Municipalidad de Villa Nueva, el consumo diario por habitante es de 150 litros-habitante/día, de tal forma que la demanda actual puede calcularse así:

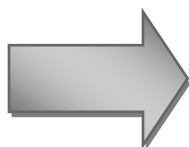
$$Dd = Dd/h * H$$

Donde

Dd = demanda diaria

Dd/h = demanda diaria por habitante

H = número de habitantes



$$Dd = 150 \text{ litros/habitante} * 527,174$$

$$Dd = 79\,1076,100 \text{ litros diarios}$$

$$Dd = 79\,076 \text{ medias pajas/mes}$$

Teóricamente se sabe que para satisfacer una vivienda promedio se necesita, de media paja de agua (30 metros cúbicos de agua al mes); es decir, que para satisfacer la demanda actual de la población, la municipalidad requiere 399 071 conexiones de media paja cada una.

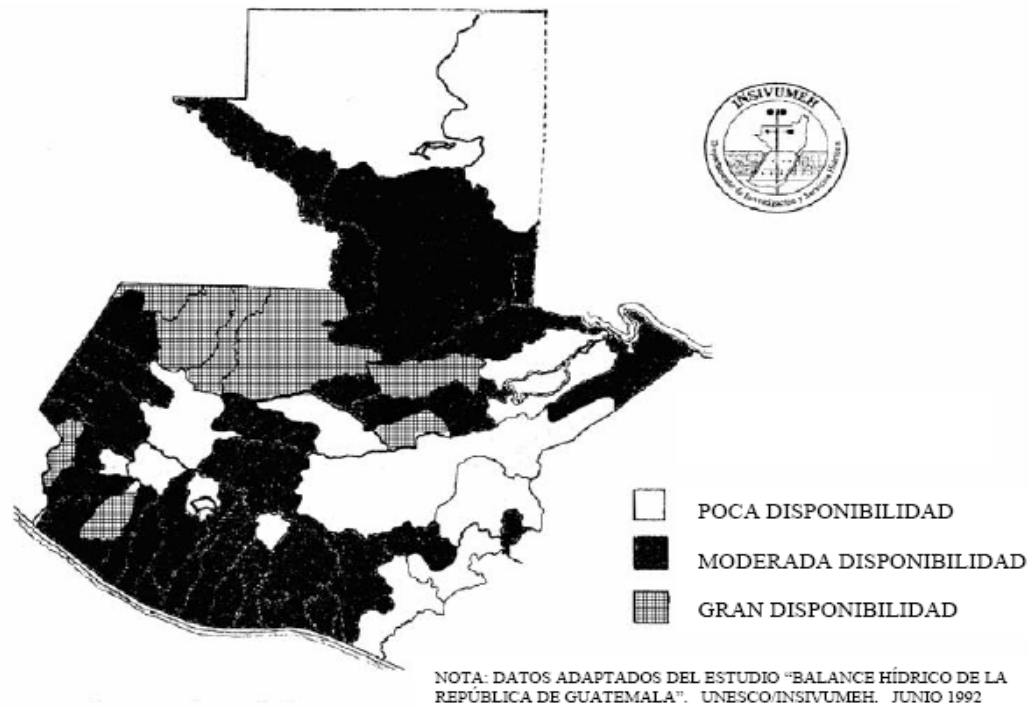
2.2.1.2. Oferta

El tema de la oferta ya ha sido abordado brevemente en este trabajo. Por tal razón en este apartado se volverán a citar las mismas fuentes y se tratará de ahondar más en el tema.

Actualmente, de acuerdo con información proporcionada por la Dirección de Aguas de la Municipalidad de Villa Nueva, el sistema de agua potable cuenta con 42 pozos que logran dotar del vital líquido a un 63% de la población; para lograr suministrar al 37% restante de la población se necesitaría de cuatro (4) pozos con más caudal y de acuerdo con el índice de crecimiento de población proyectada al 2020 del 17,3%. Se necesitaría tres pozos adicionales que sumarían 49 pozos y de esta manera cubrir el 100% de la demanda requerida de la población.

Se debe tomar en cuenta que no basta únicamente con perforar pozos y ponerlos a funcionar para responder a la demanda de agua potable, previo a ello se debe determinar cuál es la capacidad hídrica real del municipio; aunque el tema de la capacidad hídrica del municipio se abordará más ampliamente en capítulos posteriores, vale la pena ejemplificar esta situación con la siguiente figura:

Figura 4. **Disponibilidad de recursos hídricos superficiales de la República de Guatemala**



Fuente: Informe balance hídrico de la República de Guatemala. INSIVUMEH. Junio 1992.

Como se puede observar en la figura, la disponibilidad de recursos hídricos en el departamento de Guatemala y por ende en el municipio de Villa Nueva es moderada, lo cual debe ser tomado en cuenta cuando se analiza el tema de la oferta, ya que esta situación exige otras medidas, tales como la preservación de las zonas de recarga hídrica y la protección de los mantos freáticos, tema que también se abordará en los siguientes capítulos.

2.2.1.3. Precio y comercialización

Para este inciso se ha considerado unificar, por su estrecha relación, el tema tanto del precio actual que cobra la Municipalidad de Villa Nueva por la prestación del servicio, como la comercialización que empresas o urbanizaciones privadas hacen del vital líquido, a través de pozos propios; para ejemplificar tal situación se debe regresar al capítulo uno de este mismo trabajo y analizar la figura 1, la cual resulta de la tabla que se presenta a continuación:

Tabla VII. **Situación de abastecimiento de agua por sectores del municipio**

SECTOR	CANTIDAD (por sector)
No se suministra agua municipal	10
Se distribuye por toneles	8
Pipas	4
Nacimientos naturales y donaciones	6
No cuentan con el vital líquido	5

Fuente: Información obtenida en entrevista con colaboradores de la Dirección de Aguas, de la Municipalidad de Villa Nueva.

De la anterior tabla se puede deducir, dado que ninguno de los sectores que aparecen en ella y que sólo uno de estos no cuenta con servicio de agua potable, que el resto de los sectores es atendido por empresas privadas de distinta forma, ya sea a través de pipas, por venta de unidades de medida de tonel, etcétera, por lo que se puede deducir que la comercialización de este servicio es alta.

Sumado a lo anterior, se debe mencionar que la cuota municipal promedio por la prestación del servicio es de Q30,00 mensual por conexión domiciliar por 30 metros cúbicos, equivalente a media paja de agua, si se contrasta este precio con el que cobran las empresas privadas que surten a determinados sectores, como por ejemplo, las inmobiliarias que cuentan con pozos propios para sus proyectos, se nota que lo cobrado por la municipalidad, en contraposición a estos equivale aproximadamente a una tercera parte, es decir, el cobro en estos sectores oscila entre Q90,00 y Q120,00 mensuales por la misma dotación de agua al mes.

Para fines metodológicos se considera oportuno también hacer la comparación del costo que conlleva el suministro de agua potable a través de toneles; según datos proporcionados por la Dirección de Aguas de la Municipalidad de Villa Nueva, se determinó que el consumo diario de agua potable es de aproximadamente 150 litros/habitante, el consumo por una familia de seis miembros es de 27 metros cúbicos mensuales, equivalente a 27 000 litros/mes, igual a la capacidad de 130 toneles. Teniendo un precio unitario Q7,50, lo que significa una erogación de Q975,00 mensuales por familia.

2.2.2. Evaluación ambiental

Se puede deducir, que existe una enorme demanda de agua potable en el municipio de Villa Nueva y que la municipalidad no cuenta con la infraestructura necesaria para dotar a toda la población del vital líquido, lo cual conlleva, entre otras cosas a la búsqueda y posterior explotación de nuevos mantos acuíferos, lo cual indiscutiblemente tendrá un impacto ambiental.

Aunque no es objetivo el presentar un estudio completo del impacto ambiental que puede producir la perforación de al menos siete pozos nuevos, que son los que estima la Dirección de Aguas, de la Municipalidad de Villa Nueva necesarios para dotar a la totalidad de la población de agua potable; se van a mencionar algunos parámetros para que se deben considerar para mitigar en alguna medida la perforación de estos.

Uno de estos parámetros y probablemente el más importante lo constituye la preservación de las zonas de recarga hídrica; se sabe que el agua es un recurso vital para el ser humano. Su disponibilidad y calidad durante las distintas etapas del año dependen de diversas condiciones meteorológicas y de las interrelaciones que mantiene con otros recursos naturales, condiciones que comprometen, entre otros, la salud sobre la tierra, la productividad agrícola y la vida misma de los seres humanos.

Se deben preservar las zonas de recarga hídrica a través de la reforestación ya que para que el ciclo hidrológico se cumpla se necesitan árboles para ayudar a retener el agua de las precipitaciones y de esta manera crear una mejor infiltración en el suelo, para ayudar a mantener los niveles de los mantos freáticos de aguas subterráneas. En la figura siguiente se muestra un ejemplo que recoge de forma simple la idea de la forma de abastecimiento, tratamiento, conducción y distribución de agua potable.

Figura 5. El ciclo del agua



Fuente: Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2010. © 1993-2003 Microsoft Corporation.

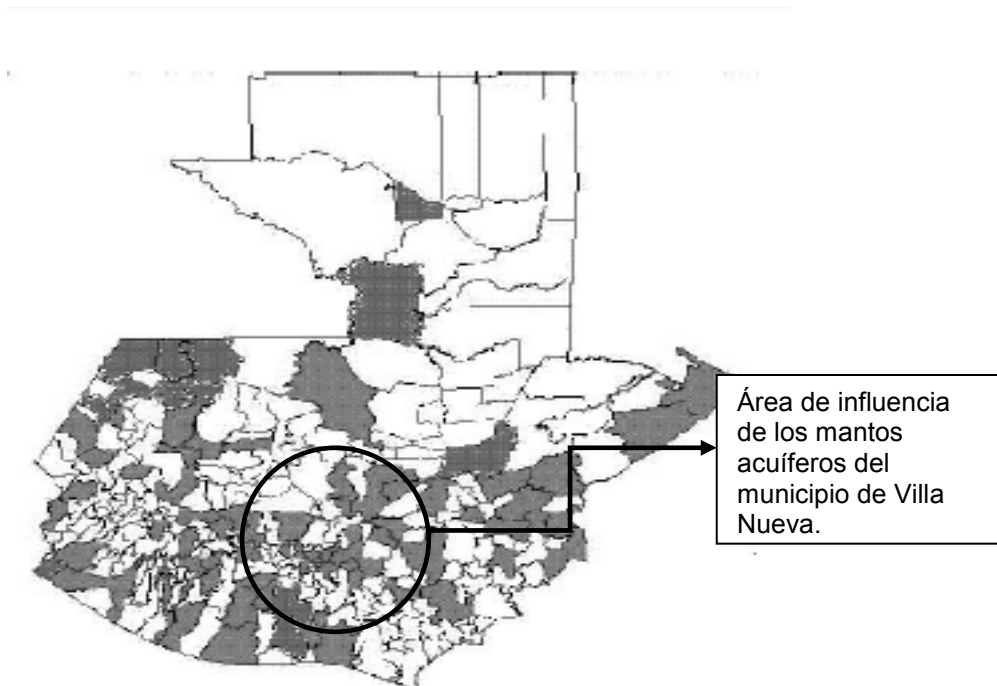
En la figura 5 se interpreta como se cumple el ciclo hidrológico, empezando por el agua de lluvia que se filtra a través del suelo, para luego alimentar, por escorrentía, los mantos freáticos que conforman las cuencas de captación que posteriormente alimentan los ríos y lagos, que al evaporarse regresan al cielo en forma de vapor, cerrando de esta forma el ciclo.

Otro de los factores que deben tomarse en cuenta para la mitigación del impacto ambiental es la falta de sistemas adecuados de saneamiento doméstico, urbano, industrial, agrícola y agroindustrial en el país, lo cual contribuye a su contaminación de las fuentes. Anualmente se producen cerca de 1 540 millones de metros cúbicos de aguas residuales, de las cuales se estima reciben algún tratamiento sólo el 5%. Consecuentemente, la mayoría de fuentes superficiales están contaminadas y las subterráneas amenazadas severamente.

Esta situación, expone a la población del municipio, que podría adquirir enfermedades gastrointestinales, por la falta de saneamiento ambiental, deteriora las condiciones naturales del agua y con ello las de los sistemas ecológicos esenciales a que pertenecen, impactando negativamente en la biodiversidad.

Aún cuando no se cuenta con un sistema nacional de información, se sabe que en el país existen 87 plantas de tratamiento de aguas residuales, de las cuales funciona sólo el 1%. En análisis de laboratorio realizados por INFOM se encontró contaminación por coliformes en las regiones iluminadas en el siguiente mapa. En el mismo se ha resaltado el área de influencia de los mantos acuíferos del municipio de Villa Nueva, para hacerse a la idea de lo que anteriormente se ha expuesto.

Figura 6. **Mapa de contaminación coliformes totales**



Fuente: GALINDO, Juan; MOLINA, Leonel. RASGUA, 2007: Mapa 1, p. 30.

3. ANÁLISIS TÉCNICO DE LA SITUACIÓN DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

3.1. Redes de distribución actuales

Es en 1948 cuando se introduce el agua potable a la cabecera del municipio de Villa Nueva, ampliándose a las zonas rurales del mismo, se ha mencionado que la municipalidad tiene serias limitantes para cubrir la demanda de la población de este servicio, es por ello, que los habitantes se proveen a través de pozos, toneles y de ríos o bien, pagando un alto costo por metro cúbico de agua a las personas particulares que la suministran, lo que incide en la precaria economía de los hogares y en su salud.

El agua que se provee a la población por medio de pozos tiene muy poco tratamiento, las industrias que se abastecen de agua, contribuyen a la explotación subterránea; la siguiente tabla muestra el porcentaje de viviendas que reciben a través de redes el servicio.

Tabla VIII. Hogares con servicio de agua entubada en porcentaje en el municipio de Villa Nueva

Sin sistema	Con sistema	No especificado
4.1	89.6	6.3

Fuente: Instituto Municipal de Fomento (INFOM), normas generales para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.

Este 90% representa los casi 23 000 usuarios reflejados en la tabla I y el 10% restante son los reflejados en la figura 1.

3.2. Sistemas de distribución de agua potable por bombeo

Una red de distribución de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenada que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural, el suministro, desde los nacimientos a tanques de captación y tanques de distribución y acometidas domiciliarias. Existen dos sistemas de distribución de agua potable, por gravedad y por bombeo, por ser este último el que se utiliza en el municipio de Villa Nueva, se van a desarrollar en esta parte las características y los parámetros que se utilizan para el diseño de un sistema como el descrito.

3.2.1. Caudal medio diario (Qm)

Este es conocido también como caudal de conducción y es la cantidad de agua que consume una población en un día. Este caudal se puede obtener del promedio de consumos diarios durante un año, pero cuando no se cuenta con registros de consumo se puede calcular en función a la dotación asignada en un día. Este se calcula de la siguiente forma:

$$Q_m = P_f * D / 86\,400 \text{ seg- día}$$

Donde

Qm	= caudal medio diario
Pf	= población futura
D	= dotación
86 400	= cantidad de segundos en un día

3.2.2. Caudal máximo diario (Qc)

El consumo máximo diario es conocido como caudal de conducción, es el que se utiliza para diseñar la línea de conducción y es el consumo máximo de agua que puede haber en 24 horas, observado durante un año, el cual no incluye gastos causados por incendios u otros imprevistos como desastres naturales. Cuando no se cuenta con información de consumo diario, este se puede calcular incrementándole un porcentaje denominado factor día máximo.

$$Q_c = Q_m * FDM$$

Donde

Qc = consumo máximo diario o caudal de conducción

Qm = consumo medio diario o caudal medio

FDM = factor día máximo

3.2.3. Caudal de bombeo (Qb)

Cuando el sistema exige ser diseñado por bombeo, se requiere considerar un caudal de bombeo suficiente para abastecer el consumo máximo diario en un determinado período de bombeo. Para determinar el caudal de bombeo es importante definir el período de bombeo, el cual se determina en función del caudal que proporciona la fuente. Dicho período afecta directamente al diámetro de la tubería de descarga, la potencia de la bomba y a las dimensiones del tanque de alimentación, si el caudal de la fuente es menor que el caudal de bombeo. Se recomienda que el período de bombeo sea de ocho a doce horas.

Es importante aclarar que el equipo de bombeo es diseñado para un período de diez años, más no el resto de componentes del sistema; por lo que la tubería de descarga debe diseñarse de tal manera que sea suficiente para abastecer a una población futura de veinte años, como en este caso.

$$Q_b Q_c * 24 \text{ horas} = H$$

Donde

Q_b = caudal de bombeo

Q_c = caudal de conducción

H = número de horas de bombeo al día

3.2.4. Caudal máximo horario (Q_h)

Conocido también como caudal de distribución, debido a que es el utilizado para diseñar la línea y red de distribución; y es el consumo máximo en una hora del día, del cual se obtiene de la observación del consumo durante un período equivalente a un año. Si no se tienen registros, se puede obtener multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima.

$$Q_d = Q_m * FHM$$

Donde

Q_d = consumo máximo horario o caudal de distribución

Q_m = consumo medio diario o caudal medio

FHM = factor hora máxima

3.2.5. Diseño de la tubería

Para garantizar que el sistema preste un servicio eficiente y continuo durante el período de vida útil, se debe determinar la clase de tubería y los diámetros adecuados, a través del cálculo hidráulico, con fórmulas como la de Darcy-Weisbach o Hazen & Williams.

3.2.6. Tipo de tubería

En sistemas de acueductos se utiliza generalmente tubería de cloruro de polivinilo rígido (PVC) y de hierro galvanizado. La tubería PVC es plástica, económica, fácil de transportar y de trabajar, pero es necesario protegerla de la intemperie. La tubería de HG es de acero, recubierta tanto en su interior como en su exterior de zinc, es usada en lugares donde la tubería no se puede enterrar, donde requiera una presión mayor de 175 M.C.A., en pasos de zanjón o aéreos.

Para altas presiones se recomienda utilizar en cuanto sea posible tubería PVC de alta presión y HG sólo donde el PVC no soportará la presión o donde las características del terreno no permitan su empleo, ya que su costo es considerablemente alto.

3.2.7. Diámetro de la tubería

Para el diseño hidráulico el diámetro de la tubería se calcula de acuerdo al tipo de sistema que se trate, lo cual se estudiará oportunamente; sin embargo, para todo diseño se debe utilizar el diámetro interno de la tubería, no así el diámetro comercial.

3.2.8. Coeficiente de fricción (C)

Cuando se emplea la fórmula de Hazen & Williams para el diseño hidráulico con tubería PVC, puede utilizarse un coeficiente de fricción de 140 a 160, recomendándose un $C = 140$ cuando se duda de la topografía y un $C = 150$ para levantamientos topográficos de primero y segundo orden. Para tubería de HG se puede utilizar un $C = 100$. En el caso de utilizar otras fórmulas se deben utilizar coeficientes de fricción equivalentes a las medidas anotadas.

3.2.9. Diseño de la línea de conducción

La línea de conducción es la tubería que inicia de los tanques de captación hasta el tanque de distribución, mismas que están diseñadas para trabajar a presión, a través de fórmulas como la de Hazen & Williams. Para la línea de conducción se debe seleccionar la clase y diámetro de tubería que se ajusta a la máxima economía, no menor de 4 pulgadas, siempre y cuando la capacidad de la tubería sea suficiente para transportar el caudal día máximo, si se trata de un sistema por gravedad o transportar su equivalente en un determinado período de bombeo, si trata del diseño de tubería de descarga para un sistema de bombeo.

Tanto para el diseño de conducción como cualquier otro tipo de tuberías, es conveniente incrementar la longitud horizontal de la misma, en un porcentaje de 2% a 5%, de acuerdo con la pendiente del terreno.

3.2.10. Presiones y velocidades

La presión hidrostática en línea de conducción se recomienda mantenerla en lo posible debajo de 80 metros columna de agua, ya que arriba de ésta es conveniente prestar especial atención a la calidad de válvulas y accesorios para evitar fugas cuando el acueducto esté en servicio, la máxima presión permisible bajo este cuidado es de 90 metros columna de agua. La presión hidrodinámica en la línea no debe ser mayor de 60 metros columna de agua.

La velocidad en la línea de conducción se debe mantener entre 0,60 y 3,00 metros por segundo en un sistema por gravedad y entre 0,55 y 2,40 metros por segundo en un sistema por bombeo.

3.2.11. Diseño de tubería de impulsión

La tubería de impulsión se compone de tubería de succión y tubería de descarga, éstas deben cumplir con las normas establecidas de calidad, a continuación se estudia ambas tuberías.

3.2.12. Tubería de succión

Se llama así a la tubería que va conectada directamente a la entrada de la bomba, uniendo a la misma con el volumen de agua por elevarse. Para minimizar la resistencia al paso del agua y evitar entrada de aire en esta tubería, se recomienda tomar en cuenta en el diseño e instalación los siguientes aspectos:

- Tender con una pendiente de elevación continua hacia la bomba, sin puntos altos, para evitar la formación de bolsas de aire.

- Debe ser tan corta y tan directa como sea posible.
- Su diámetro debe ser igual o mayor que el diámetro de la tubería de descarga, si se requiere una línea de succión larga, el diámetro de la tubería debe aumentarse para reducir la resistencia al paso del agua.
- Los reductores por utilizarse deben ser excéntricos, con el lado recto hacia arriba para evitar también la formación de bolsas de aire.
- Los codos instalados en la misma generalmente se prefieren de radio largo, porque ofrecen menos fricción y proveen una distribución más uniforme del flujo que de los codos normales.
- En la entrada de esta tubería se recomienda utilizar una coladera con válvula de pie, debido a que disminuye el riesgo de entrada de materia indeseable al tubo de succión; y, al mismo tiempo, tiene la particularidad de retener el agua que ha entrado en la tubería evitando la necesidad de cebar la bomba después de que ha dejado de operar.

Se acostumbra colocar en la entrada de esta tubería, una campana de succión, que puede construirse con o sin válvula de pie y es útil para minimizar la resistencia al paso del agua. Algunos autores recomiendan usar una entrada con campana de succión, válvula de pie y coladera; siempre que sea posible.

No es aconsejable el uso de un simple tubo, porque además de permitir la entrada de impurezas, provoca que la resistencia al paso del agua se torne excesiva en la entrada; recomendándose solamente en instalaciones temporales.

3.2.13. Tubería de descarga

La tubería de descarga es la que se coloca inmediatamente después de la bomba. Generalmente en abastecimiento de agua potable en el área rural, esta tubería descarga el líquido a un tanque de almacenamiento, aunque se podría conectar directamente a la tubería de distribución. La velocidad del caudal requerido en la tubería de descarga debe conducirse con una velocidad mínima de 0,60 metros por segundo y en caso extremo la velocidad máxima puede ser de 3,00 metros por segundo.

Para minimizar la resistencia al paso del agua y eliminar formaciones de aire, es conveniente considerar en el diseño e instalación de la tubería de descarga las reglas siguientes:

- Esta tubería debe colocarse en la ruta más directa posible, desde la bomba hasta el punto de descarga, lo que aminora la resistencia al paso del agua.
- Cuando se usen vueltas o dobleces, su tipo debe ser de radio grande; lo que mantendrá al mínimo la resistencia al paso del agua.
- El número de cambios de dirección, válvulas y accesorios deben ser los mínimos necesarios en esta tubería, sin embargo, en lugares bajos deben instalarse válvulas de limpieza y si es requerido en los picos de la línea deberán colocarse válvulas de aire.

- Cuando se contemple la conexión de más de una bomba a una misma tubería de descarga, se recomienda el uso de accesorios que conduzcan el fluido por la ruta más directa; usando, por ejemplo, yee o codos de mínimo ángulo. En este mismo caso, conforme se vaya sumando caudales, el diámetro de la tubería debe ser el inmediato superior. El tipo de tubería de descarga está íntimamente ligado a la máxima presión que se presenta en esta, pudiendo ser clasificada según su presión de trabajo en ligera, mediana o de alta presión.

$$\varnothing_{ec} = 1,8675 \cdot Q_b^{1/2}$$

Donde

\varnothing_{ec} = diámetro económico

Q_b = caudal de bombeo

3.2.14. Altura neta de succión

Es la presión necesaria para hacer pasar el agua por la tubería de succión hasta el ojo del impulsor. Esta presión es conocida como NPSH (Net Positive Suction Head) y es medida en el ojo del impulsor. En la proyección de instalación de una bomba, es necesario considerar dos tipos de altura neta de succión positiva o NPSH; la disponible y la requerida por la bomba que será instalada; de ambas es necesario que la primera sea mayor que la segunda para evitar el fenómeno de cavitación, el cual puede dañar rápidamente la bomba.

Cuando existe presión atmosférica actuando en la superficie del agua que será succionada y la presión disminuye en el ojo del impulsor de una bomba centrífuga hasta ser menor que la atmosférica, entonces inicia la elevación del agua por la tubería de succión; pero si la presión disminuye hasta corresponder con la presión de vapor de agua, entonces se origina el fenómeno de cavitación, lo cual se puede evitar disminuyendo la altura del ojo impulsor sobre el nivel de succión; si de esta manera persiste aún debajo de la presión de vapor de agua, entonces el nivel de la superficie de succión debe diseñarse a la misma altura del ojo del impulsor y si fuese necesario, arriba de este.

3.2.15. Altura neta de succión positiva disponible en bombeo horizontal

Cuando se emplea una bomba centrífuga de eje horizontal, ésta se divide en tres casos diferentes:

Caso 1: cuando el nivel del agua en la succión está expuesto a la presión atmosférica y abajo del ojo del impulsor del NPSH1, se puede calcular con la siguiente expresión.

$$()_{a s s v m} \text{NPSH} = h - h + h_f + h + h_f 1$$

Caso 2: cuando el nivel del agua en la succión está arriba del ojo del impulsor y expuesto a la presión atmosférica:

$$()_{a s s v m} \text{NPSH} = h + h - h_f + h + h_f 2$$

Caso 3: en este se presentan los dos casos anteriores, con la diferencia que en la succión existe una presión diferente a la atmosférica; por lo que la presión atmosférica ha se sustituye por h_{das} , por consiguiente las nuevas expresiones para los casos 1 y 2 respectivamente serán:

- () *a das s s v m* $NPSH = h - h + h_f + h + h_f$ 3
- () *b das s s v m* $NPSH = h + h - h_f + h + h_f$ 3

Donde

h_a = presión atmosférica correspondiente a la altitud de operación de la bomba en metros columna de agua.

h_s = diferencia de altura entre el nivel del agua en la succión y el ojo del impulsor (altura estática en la succión).

h_{fs} = pérdida de carga por fricción en la succión, metros columna de agua.

h_v = presión de vapor del agua, en metros columna de agua.

h_{fm} = pérdidas menores de carga producida por accesorios en metros columna de agua.

h_{das} = presión diferente a la atmosférica existente en la succión, en metros columna de agua.

3.2.16. Altura neta de succión positiva disponible en bombeo vertical

Este cálculo es especial para la instalación de la bomba vertical de turbina o una bomba sumergible. En este caso entra en consideración la sumergencia de la bomba, lo cual es necesario para el funcionamiento normal de la misma, evitando la posibilidad de entrada de aire, que en su efecto disminuye la eficiencia del conjunto motor bomba; además, la sumergencia favorece aumentando el NPSHd en forma semejante a lo que sucede con la altura estática de succión en una bomba de eje horizontal, que tiene localizado el ojo del impulsor abajo del nivel de la superficie de succión.

La expresión dada para determinar la altura neta de succión positiva disponible para este caso es:

$$NPSH_{dsvm} = h + S - h + h$$

3.2.17. Cálculo de altura neta de succión positiva

Para un proyecto determinado se supondrá que el eje de rotación de la bomba será en posición horizontal y el nivel de agua en la succión está expuesto a la presión atmosférica y abajo del impulsor, por lo que se utilizará la expresión del caso 1:

$$NPSH_{assvm} = h - h + hf + h + hf$$

3.2.18. Presión atmosférica (ha)

Se refiere a la presión ejercida por la atmosfera sobre los cuerpos, para determinar la presión atmosférica a una altitud de 315,00 metros sobre el nivel del mar, es necesario interpolar presiones.

3.2.19. Carga Dinámica Total (CDT)

La Carga Dinámica Total, es la presión real expresada en metros columna de agua contra la cual debe operar una bomba para elevar el caudal de agua hasta el nivel requerido. Su cálculo para bombas centrífugas depende de la dirección del eje de la rotación, por lo que la CDT en bombeo horizontal, será diferente en la CDT en bombeo vertical.

3.2.20. Carga dinámica total en bombeo horizontal

Se llama así, ya que el eje de rotación de la bomba es horizontal. esta se puede presentar en tres formas.

Caso 1: en este caso, el nivel del agua en la descarga al igual que en la succión están expuestos a la presión atmosférica, además del nivel de succión está abajo del nivel del ojo del impulsor:

$$s s d d v m CDT = h + hf + h + hf + hf + h \ 1$$

Caso 2: el nivel del agua en la succión está expuesto a la presión atmosférica al igual que en la descarga y arriba del ojo del impulsor:

$$s s d d v m CDT = -h + hf + h + hf + hf + h \ 2$$

Caso 3: en este se presentan los dos casos antes descritos, con la diferencia que en la succión y descarga existen presiones diferentes a la atmosférica, cuyos valores se pueden representar en la descarga como H_{dad} y en la succión h_{das} , de tal manera las expresiones de la carga dinámica total quedan de la siguiente manera:

- Si el ojo del impulsor está arriba del nivel de succión, entonces:

$$CDT = h + h_f + h_s + h_d + h_{fv} + h_{fd} + H + h_3$$

- Si el ojo del impulsor está debajo del nivel de succión, entonces:

$$CDT = -h + h_f - h_s + h_d + h_{fv} + h_{fd} + H + h_3$$

Donde

h_s = diferencia de altura entre el nivel de desagüe en la succión y el ojo del impulsor, en metros.

h_{fs} = pérdida de carga por fricción en la tubería de succión, en M.C.A. h_d = diferencia de altura entre el nivel de agua en la descarga y el ojo del impulsor, en metros.

h_{fd} = pérdida de carga por fricción en la tubería de descarga, en metros columna de agua.

h_{fv} = pérdida de carga por velocidad en la descarga, en metros columna de agua

h_{fm} = pérdidas menores de carga producidas por accesorios, en metros columna de agua.

h_{fdas} = presión diferente a la atmósfera existente en la succión, en metros columna de agua.

H_{dad} = presión diferente a la atmósfera existente en la descarga, en metros columna de agua.

3.2.21. Carga dinámica total en bombeo vertical

Esta se presenta en dos formas: cuando se utiliza una bomba vertical de turbina o una bomba sumergible; aplicándose los mismos términos que en los casos anteriores, con la excepción que el símbolo h_d significa, en este caso, la diferencia entre el nivel del agua en la succión y el nivel de la descarga. En bombas verticales de turbina se utiliza el término h_{fc}. Que representa las pérdidas por fricción en la columna de la bomba, cuyo valor puede ser proporcionado por el fabricante a través de tablas.

- Para bombas verticales de turbina:

$$v a d d v c m \text{ CDT} = h + h_f + h_f + h_f + h$$

- Para bombas sumergibles:

$$v b d d v m \text{ CDT} = h + h_f + h_f + h_f$$

3.2.22. Sobrepresión por golpe de ariete

Para determinar la sobrepresión producida por el golpe de ariete, se puede adoptar la fórmula de Lorenzo Allievi, ya que considera las condiciones más críticas para una súbita disminución de la velocidad del fluido en la tubería, lo que provoca oscilaciones de velocidad y de presión.

Velocidad de propagación: para calcular la velocidad de propagación de la oscilación se puede utilizar la siguiente expresión:

La presión máxima (PM): que se someterá la tubería de descarga es de:

$$PM = CDT + NPSH$$

Potencia de la bomba: la potencia para hacer trabajar una bomba eficientemente depende del caudal de bombeo, de la altura dinámica total y de la eficiencia de la bomba por emplear.

Equipo de bombeo: el equipo de bombeo lo constituyen el conjunto de motor-bomba, instalado para elevar el caudal a una altura requerida, así como los accesorios de control y protección, como también los dispositivos de arranque y parada, mismos que se detallan a continuación.

Tableros de control: cuando se cuenta con motor eléctrico para el abastecimiento de agua en el área rural, la mayoría de veces, el tablero de control consta de dos botones de contacto, uno de ellos conecta el motor con la corriente eléctrica necesaria para su arranque y operación y el otro rompe el contacto, lo que detiene la marcha del mismo.

Cuando el motor es de combustión interna, generalmente el tablero se sustituye por un control de sistema de arranque y parada. Otro dispositivo existente, aunque menos usado, es el de arranque e interrupción por flotadores, el cual suele aplicarse para mantener ciertos niveles máximos y mínimos predeterminados, en tanques en los que descarga el agua o de los que se extrae la misma.

3.2.23. Manómetros

Para medir y controlar las presiones en las que opera la bomba, suelen emplearse manómetros, los cuales pueden ser simples o de Bourdon. Este tipo de manómetros cuentan con un tubo curvado de sección elíptica cuya curvatura varía con la presión interior. El extremo movable del tubo acciona una aguja indicadora por medio de un acoplamiento mecánico, estos manómetros son calibrados para medir presiones mayores de 9 metros columna de agua.

3.3. Calidad del agua potable

A pesar de la deficiencia en la cobertura del sistema de agua potable que enfrenta la municipalidad, esta no se ha traducido en una mala calidad de suministro que se brinda y se ha tratado de mantener los estándares nacionales e internacionales de calidad, esto se logra gracias a que 36 de los 42 pozos con los que cuenta la municipalidad utilizan un sistema de cloración, lo cual garantiza que el agua sea apta para el consumo humano.

Para un análisis más exhaustivo de la calidad del agua potable que se distribuye a través de los pozos municipales, se sugiere ver la tabla IX en donde aparecen análisis de laboratorio.

Tabla IX. Listado de pozos que cuentan con sistema de cloración

INFORMACIÓN GENERAL					
No.	POZO	ZONA	DIRECCIÓN	ESTADO	EQUIPO DE CLORACIÓN
1	COLONIA SAN MIGUELITO	1	13a. AV. "B" 7-50 ZONA 1	EN FUNCIÓN	1
2	COLONIA EL TABLONCITO	1	11a. AV. 7-64 ZONA1	EN FUNCIÓN	1
3	PARQUE CENTRAL	1	4a. CALLE ENTRE 5a. Y 6a. AV. ZONA 1	EN FUNCIÓN	1
4	RESIDENCIALES VILLA NUEVA	1	1a. AV. "B" 5-03 ZONA 1	EN FUNCIÓN	1
5	TIERRA DE PROMISIÓN II	2	10a. CALLE "A" 7-51 ZONA 2	EN FUNCIÓN	1
6	JACARANDAS	2	8a. Av SAN JOSÉ EL PLACER ZONA 2	PENDIENTE	1
7	BARCENAS (CABRINI)	2	FINAL AVENIDA SAN JOSE ZONA 2	EN FUNCIÓN	1
8	SANTA CLARA	3	CARRETERA A BARCENAS ZONA 3	EN FUNCIÓN	1
9	SANTA ISABEL I (POZO 2)	3	1a. CALLE 3-34 ZONA 3	EN FUNCIÓN	1
10	SANTA ISABEL I (POZO 1)	3	8a. AV. 7-83 ZONA 3	EN FUNCIÓN	1
11	SANTA ISABEL II (Pozo 1)	3	8a. AV. 24-55 SECTOR 1 Y 2	EN FUNCIÓN	1
12	SANTA ISABEL II (Pozo 2)	3	8a. AV. 23-16 SECTOR 1 Y 2	EN FUNCIÓN	
13	SANTA ISABEL II (Pozo 3)	3	7a. AV. 23-18 SECTOR 3	EN FUNCIÓN	
14	COLONIA CERES	3	COL. CERES ZONA 3	EN FUNCIÓN	1
15	BARCENAS (LAS VACAS)	3	11a. AV. 0-60 ZONA 3	EN FUNCIÓN	1
16	BARCENAS (IGLESIA)	3	12a. AV. 2-70 ZONA 3	EN FUNCIÓN	1
17	BARCENAS (TERMIBUS)	3	8a. CALLE TERMIBUS ZONA 3	EN FUNCIÓN	1
18	AGUAS CANAAN	4	3a- CALLE FINAL VENECIA 2	INTERVENIDO	1
19	SAN LUIS	4	16 AVENIDA	INTERVENIDO	1
20	COLONIA ETERNA PRIMAVERA (POZO 1)	4	4a. AV. 1-66 ZONA 4	EN FUNCIÓN	1
21	COLONIA ETERNA PRIMAVERA (POZO 2)	4	4a. AV. 1-66 ZONA 4	EN FUNCIÓN	
22	COLONIA ETERNA PRIMAVERA (POZO 3)	4	4a. AV. 1-66 ZONA 4	EN FUNCIÓN	
23	COLONIA LAS ORQUIDEAS	4	13a. AV. "B" 1-70 ZONA 4	EN FUNCIÓN	1
24	SAN FRANCISCO (POZO 1)	4	1a. AV. 5-43 ZONA 4	EN FUNCIÓN	2
25	SAN FRANCISCO (POZO 2)	4	1a. AV. 5-43 ZONA 4	EN FUNCIÓN	
26	SAN FRANCISCO (POZO 3)	4	1a. AV. Y 1a. CALLE ZONA 4	EN FUNCIÓN	
27	MANANTIAL	4	2a. AV. 5-70 ZONA 4	EN FUNCIÓN	1
28	MERCADO NUEVO (POZO 1)	4	CARRETERA A MAYAN GOLF	EN FUNCIÓN	1
29	MERCADO NUEVO (POZO 2)	4	CARRETERA A MAYAN GOLF	EN FUNCIÓN	1
30	COLINAS DE VILLA NUEVA	4	5a. CALLE FINAL ZONA 4	PENDIENTE	1
31	COLONIA SAN ANTONIO	5	10a. AV. 2-10 ZONA 5	EN FUNCIÓN	1
32	PARAISO DEL FRUTAL	5	0 CALLE 2-10 ZONA 5	EN FUNCIÓN	1
33	COLONIA LOS PLANES (POZO 1)	5	7a. AV. 5-53 ZONA 5	EN FUNCIÓN	1
34	COLONIA LOS PLANES (POZO 2)	5	7a. AV. 5-53 ZONA 5	EN FUNCIÓN	
35	COLONIA ENRIQUETA (POZO 2)	5	12a. CALLE 4-20 ZONA 5	EN FUNCIÓN	1
36	COLONIA ENRIQUETA (POZO 1)	5	5a. AV. FRENTE AL BARRANCO ZONA 5	EN FUNCIÓN	
37	SAN MIGUELITO 2	5	14a. AV. "A" Y 5a. CALLE ZONA 5	PENDIENTE	1

Continuación de la tabla IX.

38	PANORAMICA DEL FRUTAL	5	CARRETERA A PARAISO DEL FRUTAL	EN FUNCIÓN	1
39	MARIANITA	6	8a. CALLE FINAL ZONA 6	EN FUNCIÓN	1
40	APSA	6	BOULEVARD CONCEPCIÓN ZONA 6	EN FUNCIÓN	1
41	PRADOS DE MONTE MARIA (POZO 1)	12	10a. AV. 43-00 ZONA 12	EN FUNCIÓN	1
42	PRADOS DE MONTE MARIA (POZO 2)	12	15a. CALLE Y 21 a. AV. ZONA 12	EN FUNCIÓN	1
43	CIUDAD REAL I	12	CALLE CORONA 4-62 ZONA 12	EN FUNCIÓN	1
TOTAL DE EQUIPOS DE CLORACIÓN					36

Fuente: Información proporcionada por la Dirección de Aguas de la Municipalidad de Villa Nueva.

Como puede observarse en la gráfica anterior, de los 42 pozos actuales con los que cuenta la Municipalidad de Villa Nueva, 36 cuentan con un sistema de cloración del agua, lo cual garantiza, entre otras cosas que la mayoría de personas que cuentan con el servicio municipal de agua potable tienen acceso a un sistema de agua apto para el consumo humano.

4. SITUACIÓN FINANCIERA DEL MUNICIPIO EN RELACIÓN CON EL AGUA POTABLE

En este capítulo se hace referencia a la situación financiera del municipio, haciendo énfasis especial en el costo de la dotación de agua potable a la comunidad y la correspondiente subsidiación, así como otros problemas que actualmente afronta la municipalidad y que están íntimamente ligados al aspecto económico.

4.1. Ingresos y egresos financieros del municipio

Vale hacer mención que los datos que a continuación se presentan corresponden al informe de labores de la Municipalidad de Villa Nueva del 2009, que son los más recientes que pudieron obtenerse.

El total de los ingresos financieros recibidos por la Municipalidad en los diferentes rubros ascendió a ciento setenta y seis millones seiscientos setenta y tres mil quinientos sesenta y dos quetzales con 41/100, los cuales se detallan a continuación :

Tabla X. **Ingresos a la municipalidad**

FONDOS PROPIOS	Q100,770,386.95	57 %
APORTES DEL GOBIERNO	Q 46,548,068.15	26 %
CONSEJO DE DESARROLLO	Q 3,188,500.00	1.8 %
TASA MUNICIPAL DE ALUMBRADO	Q 25,769,607.31	15 %
INTERVENCIONES	<u>Q 397,000.00</u>	0.2 %
	Q 176,673,562.41	100%

Fuente: información proporcionada por la Tesorería de la Municipalidad de Villa Nueva.

De los datos anteriores, se puede interpretar que el rubro más representativo de los ingresos municipales, lo constituyen los fondos propios (fondos privativos de la municipalidad).

Los fondos propios se detallan en la siguiente tabla:

Tabla XI. Fondos propios de la Municipalidad de Villa Nueva, 2009

Impuesto Único Sobre Inmuebles	58 691 199,92	
Multas IUSI	2 281 525,36	
Nomenclatura	115 711,56	
	61 088 436,84	61%
Licencias de construcción	7 569 846,60	
Multa licencias de construcción	636 793,68	
Deposito licencias de construcción	172 837,17	
Contribución por mejoras	2 054 902,69	
Boleto de ornato	1 696 763,50	
Multa boleto de ornato	263 420,50	
Establecimientos comerciales	607 471,21	
Establecimientos de servicios	114 374,80	
Establecimientos industriales	258 739,64	
Diversiones y espectáculos	40 091,60	
Cablevisión	390 960,00	
Rótulos y vallas	925 871,15	
Renta por área de uso común	936 904,57	
Certificación por desmembración	6 880,00	
Tasa municipal establecimientos abiertos al público	250,00	
Certificación por desmembración	6 880,00	
Cartera morosa tasa municipal	723 478,49	
	16 426 585,60	
Concesión servicio de agua	837 462,40	
Canon de agua	7 516 691,14	16%
Arrendamiento de locales	4 853 747,12	
Multas administrativas y de tránsito	4 423 737,14	
Servicios administrativos municipales	366 604,47	
Taxis, fleteros, transporte urbano y extraurbano	643 421,00	
Servicios administrativos municipales	366 604,47	
Cementerio	673 207,34	
Tasa municipal por alumbrado	1 867 919,18	
Energía eléctrica locales M.M.	164 302,02	

Continuación tabla XI.

Otros	1 908 272,70
	Q 23 255 364,51
Total fondos propios	Q 100 770 386,95

Fuente: información proporcionada por la Tesorería de la Municipalidad de Villa Nueva.

La tabla X indica la cantidad de fondos propios que género la municipalidad, destacando los Q71 516 691,44 que se recaudaron como producto del cobro del canon de agua, así como Q581 691 199,92 producto del impuesto único sobre inmuebles,-IUSI- y lo recaudado en concepto de licencias de construcción que ascendió a Q71 569 846,60.

Tomando en cuenta que el dinero recaudado en concepto del cobro del canon de agua, únicamente alcanzaría para dar cobertura a un porcentaje aproximado del 20% de la población, es fácil deducir la enorme inversión económica que representa las conexiones ilegales , así como el abastecimiento privado que se estima ronda el 40% y que si bien es cierto, estas empresas privadas pagan por concepto de la concesión de servicios de agua, este aún sigue siendo poco significativo, ya que de acuerdo con la tabla IX, se puede dar cuenta que para el 2009, sólo se recaudaron Q837 462,40. Otro aporte significativo es el del gobierno que corresponde al 28% del total.

En la tabla siguiente, se muestra para fines comparativos el resumen de los ingresos y egresos del municipio.

Tabla XII. **Resumen de ingresos y gastos**

INGRESOS		EGRESOS		
Nombre	Total	Grupo	Nombre	Total
Saldo de caja (31-12-2008)	2 475 660,15	000	Servicios personales	41 291 847,81
Ingresos tributarios	65 062 676,61	100	Servicios no personales	71 845 349,78
Ingresos no tributarios	47 841 739,73	200	Materiales y suministros	7 715 262,34
Venta de bienes y servicios de la administración	2 731 036,05	300	Propiedad, planta, equipo e intangibles	25 760 390,70
Ingresos de operación	7 951 380,86	400	Transferencias corrientes	2 837 643,85
Rentas de la propiedad	338 946,47	700	Servicio de la deuda pública y amortización de otros pasivos	24 457 102,46
Transferencias del gobierno (FUNC.)	7 873 512,20			
Transferencias del gobierno (INVERSION)	42 045 055,95			
	176 320 008,02			173 908 596,94

Fuente: información proporcionada por la Tesorería de la Municipalidad de Villa Nueva.

De la figura se puede determinar cómo el balance entre ingresos y egresos de la Municipalidad de Villa Nueva, aunque se mantiene estable y en la actualidad no presenta déficit, se nota también que la diferencia entre (Q1 761 320 008,02 – Q1 731 908 596,94) es de dos millones cuatrocientos once mil cuatrocientos once con ocho centavos (Q21 411 411,08) no es suficiente para cubrir la inversión que la municipalidad necesita realizar para brindar una cobertura total dentro del municipio; esto obliga entonces a realizar un análisis posterior sobre posibles alternativas para el autofinanciamiento y la autosostenibilidad de estos proyectos.

Algunas de estas alternativas, se proponen en las conclusiones y recomendaciones de este trabajo; además en las páginas siguientes, se encontrarán algunas propuestas técnicas de incremento al canon de agua de Villa Nueva, calculadas por personal de la dirección de aguas de la municipalidad.

4.2. Porcentaje de subsidización del agua potable en el municipio de Villa Nueva

Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores, la red de distribución de agua potable del municipio de Villa Nueva es por bombeo, lo cual, por utilizar bombas y equipos eléctricos, producen un costo mayor en concepto de energía eléctrica y este no se traslada al consumidor, manteniendo una tasa subsidiada de Q25,00 a Q30,00 por 30 metros cúbicos (media paja de agua) por domicilio al mes. Similar situación se da en las áreas en donde el costo se calcula sobre la base del consumo.

Para tener una idea más clara del costo real que representa para la Municipalidad de Villa Nueva el pago en concepto de energía eléctrica consumida por las bombas utilizadas en los pozos, se presenta a continuación la siguiente tabla:

Tabla XIII.

Consumo de energía eléctrica de los equipos instalados en pozos de agua en el 2009

ORD	NOMBRE DEL POZO	FUENTE DE PAGO	CARGOS POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA												PROMEDIO ENERO	VARIACION ENERO
			dic-07	ene-08	feb-08	mar-08	abr-08	may-08	jun-08	jul-08	ago-08					
1	LAGUNAS CARWAN	TASA MUNICIPAL L-92520	95,486.73	94,808.84	94,710.65	92,958.37	93,602.35	67,113.74	63,498.15	65,448.41	65,956.30	65,169.98	11,241.57			
2	PAPSA	FIDEICOMISO K-20941	41,061.76	39,639.30	36,284.90	37,287.97	40,550.16	46,178.29	46,952.71	44,928.97	47,204.38	42,357.34	6,142.02			
3	BARCENAS (IGLESIA)	TASA MUNICIPAL J-30992	46,230.14	45,373.33	45,590.87	42,064.99	46,051.33	48,386.78	49,367.38	52,228.97	49,522.83	45,933.38	3,282.49			
4	BARCENAS (URB. (S))	TASA MUNICIPAL I-1888	42,278.27	42,684.44	43,066.59	43,151.36	46,039.64	32,494.32	31,749.96	30,698.92	45,035.67	46,976.93	3,289.49			
5	BARCENAS (TERMINBUS)	FIDEICOMISO K-7720	31,918.75	32,358.75	32,358.75	32,358.75	32,358.75	32,358.75	32,358.75	32,358.75	32,358.75	32,358.75	0.00			
6	Ciudad Real	TASA MUNICIPAL K-2218	27,968.80	27,712.50	26,914.84	26,958.04	25,846.51	32,641.31	30,384.60	30,191.20	33,732.11	29,298.28	5,763.31			
7	COLONIA CERES	TASA MUNICIPAL I-2208	21,147.85	21,007.55	20,584.43	19,924.54	21,848.99	24,091.73	23,900.91	25,871.98	23,786.36	22,634.76	2,638.51			
8	EL MANANTIAL	TESORERIA K-64384	29,518.87	32,428.69	30,695.00	30,808.92	30,808.92	30,040.48	34,582.23	33,436.63	42,475.51	35,104.55	12,640.23			
9	EL TABLONCITO	TASA MUNICIPAL H-67281	52,590.25	53,144.54	51,574.04	50,253.45	54,607.04	62,268.10	61,988.48	60,906.45	65,230.48	67,456.64	33,638.56			
10	ENRIQUETA (1 Y 2)	TASA MUNICIPAL J-38535	77,285.95	80,453.80	73,018.11	84,568.17	76,656.21	92,083.31	85,216.09	86,721.91	110,934.51	87,456.64	10,785.17			
11	ETIQUETA PRIMAVERA (1)	TASA MUNICIPAL J-38490	53,234.58	54,647.34	62,751.58	62,737.53	54,924.41	62,181.95	60,393.38	63,426.96	64,019.75	68,724.47	9,620.45			
12	ETIQUETA PRIMAVERA (2)	TASA MUNICIPAL J-38490	67,089.76	64,947.34	62,751.58	62,737.53	69,261.94	77,103.16	74,288.31	61,796.71	76,909.21	68,724.47	5,599.19			
13	IGLESIA BARCENAS	FIDEICOMISO J-96992	1,491.63	1,298.03	1,292.64	965.36	1,711.06	1,944.81	1,915.41	1,935.62	2,050.82	1,837.97	5,599.19			
14	LAS ORQUIDEAS	TASA MUNICIPAL J-38833	46,121.70	46,281.66	45,236.71	43,602.55	49,073.82	52,823.97	52,935.86	56,296.59	60,930.02	61,523.02	14,808.32			
15	LOS PLANES (1 Y 2) Y OFICINAS	TASA MUNICIPAL K-21403	60,764.87	59,057.19	57,169.55	57,594.56	64,106.01	73,347.57	69,546.91	73,497.24	64,903.24	64,903.24	4,145.98			
16	MARIANTA	FIDEICOMISO L-77982	15,776.76	15,109.32	14,683.17	15,147.77	16,126.38	15,823.23	14,064.63	12,691.22	12,916.98	14,616.09	-2,898.77			
17	MERCADO NUEVO (1 Y 2)	TASA MUNICIPAL I-77993	61,956.84	64,206.90	61,829.04	67,150.74	69,686.73	74,662.27	77,282.96	61,739.41	67,654.41	68,013.31	5,597.57			
18	MONTA MARIA (1)	TASA MUNICIPAL K-21122	45,306.80	45,169.44	38,981.31	41,082.01	41,955.42	53,455.72	47,696.87	51,091.50	51,728.27	46,428.07	6,421.47			
19	MONTA MARIA (2)	TASA MUNICIPAL H-77941	36,612.36	38,229.65	37,087.73	38,026.28	36,757.49	47,118.11	42,010.28	44,538.28	46,295.83	41,298.15	9,683.47			
20	PANORAMICA DEL FRUTAL	FIDEICOMISO K-64147	30,141.42	32,551.30	31,371.27	32,073.62	34,741.64	38,545.90	35,200.21	37,915.20	33,960.58	34,469.97	3,219.16			
21	PARASO DEL FRUTAL (POZO Y PLANTA)	TASA MUNICIPAL K-22555	16,532.35	15,353.89	15,416.33	15,883.74	16,795.85	18,282.22	17,625.73	18,034.56	15,600.54	16,701.61	-601.81			
22	PARQUE CENTRAL	FIDEICOMISO J-38732	67,029.70	63,336.11	60,004.49	60,004.49	64,390.81	72,102.01	69,582.09	67,175.60	66,594.98	65,188.28	-443.71			
23	REOMBEO CIUDAD REAL I	TASA MUNICIPAL J-03070	147.34	182.01	32.14	32.14	29.34	29.34	28.80	32.14	32.14	52.41	-115.21			
24	REOMBEO CIUDAD REAL II	TASA MUNICIPAL K-20552	33,353.96	34,169.74	32,353.67	33,107.57	32,057.14	37,448.87	35,916.99	38,698.15	38,294.17	35,279.91	4,940.21			
25	REOMBEO SANTA ISABEL I	TASA MUNICIPAL E-76158	20,211.43	20,059.55	19,849.87	18,701.46	21,956.36	22,778.94	22,039.03	22,659.08	19,652.56	20,940.10	-388.07			
26	REOMBEO SANTA ISABEL II	TASA MUNICIPAL K-21486	3,923.27	3,959.46	3,184.17	3,286.88	3,490.73	3,183.18	3,199.84	3,245.41	4,152.28	3,858.92	1,597.02			
27	RES CLANUEVA	TASA MUNICIPAL K-21486	20,140.80	20,140.80	20,140.80	20,140.80	20,140.80	20,140.80	20,140.80	20,140.80	20,140.80	20,140.80	0.00			
28	SAN ANTONIO	TASA MUNICIPAL K-21692	20,140.80	20,140.80	20,140.80	20,140.80	20,140.80	20,140.80	20,140.80	20,140.80	20,140.80	20,140.80	0.00			
29	SAN FRANCISCO	FIDEICOMISO K-21226	35,531.98	35,789.35	35,769.53	35,692.00	37,633.21	45,004.52	41,583.70	45,233.83	44,968.03	40,455.18	9,437.05			
30	SAN FRANCISCO (1) PMT	TASA MUNICIPAL K-22654	22,697.94	22,991.50	22,260.49	21,697.40	23,750.11	27,702.33	26,203.32	28,216.94	27,550.24	25,050.28	4,952.30			
31	SAN FRANCISCO (POZO 2)	TASA MUNICIPAL H-78271	76,364.44	83,307.49	82,267.65	79,226.94	84,257.32	100,351.03	94,129.58	97,475.79	98,667.50	89,971.71	22,303.46			
32	SAN MIGUEL	FIDEICOMISO K-22884	4,472.69	4,333.28	3,900.65	1,206.93	1,428.75	11.22	11.22	101.92	6,573.10	2,308.28	2,100.41			
33	SANTA CLARA	TASA MUNICIPAL L-92866	41,158.45	44,234.65	42,086.97	22,776.45	20,757.47	57,987.71	36,532.05	38,789.16	38,623.30	37,474.60	-2,535.15			
34	SANTA CLARA	TASA MUNICIPAL J-38881	90,236.18	89,647.02	83,492.87	86,422.66	87,981.09	100,141.73	106,934.75	96,024.75	116,065.07	95,639.72	26,828.89			
35	SANTA ISABEL I (1)	TASA MUNICIPAL H-56718	16,114.05	16,521.83	15,302.97	14,846.60	15,946.21	18,799.03	17,621.06	17,911.88	16,696.81	16,696.81	542.76			
36	SANTA ISABEL I (2)	TASA MUNICIPAL H-56718	46,243.09	46,845.64	46,656.17	45,107.74	54,901.71	51,243.22	53,778.44	55,969.22	50,374.70	7,956.13				
37	SANTA ISABEL II (1)	TASA MUNICIPAL J-38611	4,943.20	4,988.66	5,122.34	4,629.22	5,262.60	20,120.90	20,120.90	19,332.75	3,066.60	8,467.37	-1,876.60			
38	SANTA ISABEL II (2)	TASA MUNICIPAL H-13311	104,415.91	102,487.31	103,478.16	101,063.35	108,524.83	129,189.47	118,962.32	125,054.42	134,457.30	115,405.97	30,041.39			
39	SANTA ISABEL II (3)	TESORERIA J-38373	122,038.19	128,764.15	116,268.14	124,070.67	125,115.38	140,363.82	142,677.02	146,944.69	150,706.46	134,366.69	28,270.27			
40	SANTA ISABEL II (3)	TASA MUNICIPAL K-21215	7,728.16	7,571.52	7,311.16	7,044.59	7,812.14	9,008.96	8,941.06	8,637.45	8,159.12	7,910.69	432.06			
41	TIERRA DE PROMISION II	FIDEICOMISO K-21215	1,588,172.05	1,632,370.81	1,547,339.77	1,536,120.89	1,610,505.54	1,889,827.63	1,808,926.02	1,830,396.18	1,888,486.20	1,721,821.63	299,314.15			
FUENTE DE PAGO			425,631.25	470,722.82	420,192.25	420,571.84	406,534.38	519,992.78	484,598.83	505,100.04	523,316.76	472,627.46	97,685.51			
FIDEICOMISO			1,033,776.45	1,045,312.32	1,003,668.22	984,433.79	1,041,043.64	1,230,542.53	1,172,719.11	1,169,812.80	1,206,301.86	1,106,716.76	172,595.41			
TASA MUNICIPAL			129,764.35	136,335.67	123,579.30	131,115.26	132,927.52	148,292.32	151,616.08	155,485.34	159,887.58	142,277.38	25,103.23			
TOTAL			1,588,172.05	1,632,370.81	1,547,339.77	1,536,120.89	1,610,505.54	1,889,827.63	1,808,926.02	1,830,396.18	1,888,486.20	1,721,821.63	299,314.15			

Fuente: información proporcionada por la Tesorería de la Municipalidad de Villa Nueva.

De la tabla XII, se puede concluir preliminarmente que el costo promedio mensual en concepto de energía eléctrica que la municipalidad invierte en el funcionamiento de las bombas que surten de agua potable al municipio es de Q11 721 822,00 además, se puede notar en la parte baja de dicha tabla, cuales son las fuentes de ingresos de las que la municipalidad hace uso para subsidiar dicho servicio.

Debido a que de acuerdo con el personal de esta oficina en la actualidad existen establecimientos comerciales, tales como *car-wash*, por mencionar uno que utiliza hasta diez veces el suministro más de lo que una vivienda unifamiliar consume, pagando la misma cuota. A continuación en la tabla XIII se aprecia la tasa actual y los factores que intervienen en el cálculo de la misma.

Tabla XIV. **Tabla actual de cobro de canon de agua municipal**

RANGO EN METROS CUBICOS			TARIFA BASE ACTUAL	CUOTA FIJA ACTUAL	TARIFA ACTUAL
1	A	20	Q1,12	Q16,00	AL CONSUMIR 1,00 MT ³ = Q17,12
21	A	40	Q1,76	Q16,00	AL CONSUMIR 21,00 MT ³ = Q52,96
41	A	60	Q2,24	Q16,00	AL CONSUMIR 41,00 MT ³ = Q107,84
61	A	120	Q4,48	Q16,00	AL CONSUMIR 61,00 MT ³ = Q289,28
121	EN	ADELANTE	Q5,60	Q16,00	AL CONSUMIR 121,00 MT ³ = Q639,60

Fuente: tablas elaboradas por personal de la Dirección de Aguas, de la Municipalidad de Villa Nueva.

Tabla XV. Tabla sugerida de cobro de canon de agua municipal con cuota fijada a Q20,00

TABLA SUGERIDA CON LA CUOTA FIJA MODIFICADA A Q20.00									
RANGO EN METROS CUBICOS	TARIFA BASE ACTUAL	PORCENTAJE DE AUMENTO SOBRE TARIFA BASE ACTUAL POR METRO CUBICO	SUMATORIA DE PORCENTAJE DE AUMENTO + TARIFA BASE ACTUAL	NUEVA TARIFA PROPUESTA	SUMATORIA DE TARIFA PROPUESTA + NUEVA CUOTA FIJA	ESCALA DE TARIFA MODIFICADA DE ACUERDO AL CONSUMO EN MT ³			
						AL CONSUMIR 1,00 MT ³ =	AL CONSUMIR 121,00 MT ³ =		
1 A 20	Q1,12	90%	Q1,01 +	Q2,13	Q20,00 +	Q22,13	Q22,13		
21 A 40	Q1,76	65%	Q1,14 +	Q2,90	Q20,00 +	Q22,90	Q80,90		
41 A 60	Q2,24	55%	Q1,23 +	Q3,47	Q20,00 +	Q23,47	Q162,27		
61 A 120	Q4,48	45%	Q2,02 +	Q6,50	Q20,00 +	Q26,50	Q416,50		
121 EN ADELANTE	Q5,60	35%	Q1,96 +	Q7,56	Q20,00 +	Q27,56	Q834,76		

Fuente: tablas elaboradas por personal de la Dirección de Aguas, de la Municipalidad de Villa Nueva.

De las tablas anteriores, se deduce cuál debiera ser la tasa real de cobro por canon de agua potable en el municipio de Villa Nueva; de conformidad con la tabla sugerida el consumidor que rebase los 20 metros cúbicos, tendrá otra nueva tarifa.

5. PROPUESTAS

5.1. Modelo de instrumento de autogestión

La autogestión puede definirse como un sistema de organización de una empresa según el cual los trabajadores participan en las decisiones. Se realiza por medio del establecimiento de metas, planificación, programación, seguimiento de tareas, autoevaluación, autointervención y autodesarrollo

Uno de los objetivos planteados para este trabajo es precisamente el de ofrecer un modelo de autogestión que permita a las comunidades (urbano-rural), a través de sus respectivos comités de vecinos, COCODES, COMUDES, u otras que existan, realizar las gestiones que consideren pertinentes para la solución de sus problemas.

No se trata de imponer modelos preexistentes de autogestión comunitaria, según experiencias conocidas a nivel nacional se sabe que estos modelos, tienden a ser procesos que se perfeccionan con el tiempo, utilizando el método de prueba y error. Por la circunstancia anteriormente expuesta, en este trabajo se desea, para el cumplimiento del objetivo, dejar plasmadas algunas líneas generales que puedan coadyuvar al inicio de este proceso.

5.1.1. Convocatoria y coordinación del proceso

Todo proceso necesita de una coordinación inicial que ayude al despegue del mismo, se considera necesario que este sea propiciado por la Municipalidad de Villa Nueva, por dos razones fundamentales, la primera: es esta quien cuenta con un registro actualizado de los COMUDES, COCODES, comités de barrio, etcétera; la segunda razón se debe a que la municipalidad cuenta con la infraestructura física y de logística necesaria para propiciar dicho encuentro.

La municipalidad en este espacio debe participar como facilitador y propiciar la discusión, ya que son las propias comunidades a través del dialogo, y la concertación que deben asumir las comunidades, como el reto de encontrar soluciones a los problemas concretos y en consenso realizar las gestiones que corresponden.

Se debe recordar que en cada perfil de proyecto deben incluirse los costos de inversión, ejecución, así como el de operación y financiamiento. Para lo cual es vital el aporte comunitario en mano de obra no calificada y la complacencia o conforme la municipalidad, para evitar o minimizar objeciones de parte de quienes aportan el financiamiento ya sea del gobierno central o cooperantes internacionales.

5.1.2. Estructura y toma de decisiones

La estructura más oportuna para todo modelo de autogestión debe ser horizontal, esto quiere decir, que en la medida de lo posible, la mayoría de decisiones sean tomadas por consenso, lo cual fortalece el sentido de pertenencia e identificación de los participantes del modelo, en donde todos se sientan parte del equipo de trabajo y propongan propuestas de mejoras.

5.1.3. Conocimiento pleno de la situación

Quien tiene información tiene el poder, por tal razón pues, se considera de vital importancia que a los líderes que participen del proceso de autogestión propuesto se les dote de toda la información técnica, económica y socioambiental actualizada al respecto al tema del agua.

5.1.4. Socialización de la información y toma de conciencia de las comunidades

Para garantizar la efectividad del modelo de autogestión propuesto es indispensable que exista un canal efectivo de comunicación entre los líderes y sus comunidades, de tal forma que estos puedan sociabilizar de manera fluida la información que se proporcione dentro del proceso; además se debe propiciar mesas de trabajo y discusión sobre el tema que permitan a las comunidades, desde el conocimiento de su propia realidad, en primer lugar tomar conciencia de que el agua es un recurso natural no renovable y que la conservación de las cuencas como su posterior potabilización tiene un costo económico y ambiental; y luego, proponer alternativas de solución a los problemas relativos al tema del agua.

5.1.5. Sistematización de las propuestas y puesta en marcha de éstas

Luego de concluir con las etapas de información y discusión, la municipalidad en su papel de facilitador, proporcionará técnicos que sistematicen las propuestas, evaluando junto a las comunidades la viabilidad o no de las mismas y sobretodo, la forma en que las comunidades van a aportar con trabajo para la puesta en marcha de estas.

5.1.6. Evaluación constante del modelo de autogestión

Se mencionó al principio de este inciso sobre la importancia que tiene la construcción constante del modelo, utilizando el método de prueba y error, en el entendido que no se puede pasar todo el tiempo fallando e intentándolo nuevamente. Es por ello, que se considera que la evaluación constante de cada paso dentro del proceso de construcción del modelo de autogestión, es necesario para garantizar su perdurabilidad y eficiencia en el futuro.

5.2. Plan municipal de agua

Como complemento del inciso anterior, aunque este va más encaminado hacia acciones que pueden implementarse directamente por la municipalidad, a continuación se presentan algunas líneas de acción generales que pueden ser consideradas para la elaboración de un plan municipal de agua. De igual forma se insiste en el hecho que dicho plan debe realizarse a través del concurso y participación responsable de la mayor parte de los actores sociales involucrados en el tema, fijando para ello, metas al corto y mediano plazo que permitan como primer punto la universalización del servicio para el 2020.

Para un insumo eficaz que permita dar los primeros pasos hacia dicho plan, a continuación se presentan algunas de las líneas estratégicas que se consideran oportunas tomar en consideración.

5.2.1. Preservación de las zonas de recarga hídrica

El agua es un recurso vital para el ser humano. Su disponibilidad y calidad durante las distintas etapas del año dependen de diversas condiciones meteorológicas y de las interrelaciones que mantiene con otros recursos naturales, condiciones que comprometen, entre otros, la salud sobre la tierra, la productividad agrícola y la vida misma de los seres humanos.

Lo cual indica que se debe preservar las zonas de recarga hídrica a través de la reforestación ya que para que el ciclo hidrológico se cumpla se necesitan árboles para ayudar a retener el agua de las precipitaciones y de esta manera crear una mejor infiltración en el suelo, para ayudar a mantener los niveles de los mantos freáticos de las aguas subterráneas que es de donde se logra obtener el vital líquido que abastece al municipio de Villa Nueva.

5.2.2. Censo específico del tema del agua

Un tema de particular interés es la ausencia de un registro de usuarios de agua potable a nivel nacional. El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) mantiene un registro de usuarios y otorga derechos de uso, pero no está actualizado; en los últimos 3 años se ha planteado que el registro debe ser administrado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), pero en todo caso, este registro es de carácter sectorial y ambiental.

Ante la falta de estadísticas en sectores para conocer la demanda de agua en el país, se ha trabajado con estimaciones generales y datos de empresas privadas, como las ONG. Estas estadísticas cubren los campos de: abastecimiento, riego, energía, industria, pesca, turismo, recreación, transporte y ambiente-ecosistemas.

Por tal motivo se ve como una necesidad de carácter urgente la elaboración de un censo específico del agua en el municipio de Villa Nueva.

5.2.3. Fuentes de abastecimiento

Construcción de nuevas fuentes de abastecimiento (perforación de pozos mecánicos) y almacenamiento de agua potable (tanques elevados o tanques de concreto a nivel) según la demanda o índice de crecimiento anual de la población futura.

5.2.4. Ampliación del área de cobertura

La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa, el agua potable. A través de la construcción de nuevas redes de distribución necesarias para llegar a las áreas donde no se cuenta con cobertura.

5.2.5. Creación de políticas relativas al tema del agua

Es necesario crear políticas para el mejoramiento del sistema de agua potable en el municipio de Villa Nueva, ya que actualmente no se cuenta con ningún tipo de política.

La política a implementarse debe ir enfocada a la normativa o regulación en la perforación de pozos, involucrando de esta manera al departamento de Construcción Urbana de la Municipalidad de Villa Nueva, para que cada vez que se solicite una licencia de construcción de cualquier tipo inmobiliario (residencial, comercial e industrial) se consulte al departamento técnico de aguas su aprobación.

Otra política importante es la del cobro ya que actualmente con las tarifas tanto por consumo como por cuota fija están desactualizadas de los costos reales que se generan por gastos de producción del vital líquido, además no existe diferenciación en el cobro de conexiones a viviendas unifamiliares y las que se dedican a actividades industriales y comerciales, tal como es el caso de los *car-wash*, hoteles, restaurantes, tortillerías, maquilas y otras fábricas industriales, etcétera.

Refiriéndose a este último punto, en las tablas XIII y XIV se sugiere un cobro alternativo del canon de agua (a través del consumo), así como una nueva propuesta del mismo.

CONCLUSIONES

1. Se concluye, que una medida acertada tomando en cuenta la espiral inflacionaria que ha representado en aumento desmedido y sin control de los servicios por energía eléctrica para alimentar los 42 pozos, sería el incremento de cuota por concepto de canon de agua (media paja) 30 metros cúbicos por mes.
2. La Municipalidad de Villa Nueva no da cobertura total a la población de dicho municipio del servicio de agua potable, ni para dar cobertura a la totalidad de la población, la municipalidad debe crear al menos siete pozos nuevos con la capacidad para la oferta del servicio ni cuenta con un plan de acción en torno al tema del agua potable.
3. El sistema de agua potable municipal no ofrece 100 % de suministro para el consumo humano.
4. La tasa de cobro del canon de agua municipal está desactualizado y los gastos de operación y funcionamiento de la misma.
5. El servicio de agua potable en el municipio de Villa Nueva no es autofinanciable, en virtud que su costo rebasa los ingresos recaudados, por tal razón no se logra cubrir la demanda.

RECOMENDACIONES

1. Se debe realizar nuevas perforaciones de pozos, haciendo previo a ello un cálculo de la proyección de crecimiento demográfico dentro del municipio, así como un plan de resguardo y preservación de las zonas de recarga hídrica y de los mantos freáticos.
2. Por ser un recurso natural no renovable, el agua no debe ser privatizada, y el manejo y comercialización de la misma debe ser responsabilidad y compromiso de la municipalidad.
3. Es necesario crear un modelo de autogestión comunitaria, facilitado y acompañado por la Municipalidad de Villa Nueva, que haga propuestas de mejora y solución a los problemas relativos al agua potable.
4. Debe hacerse un reajuste al cobro del canon de agua potable, que permita al menos a la municipalidad recuperar la inversión realizada en el mantenimiento y operación del sistema.
5. Modificar el cobro de consumo, eliminando la tasa fija y en su lugar establecer nuevas tarifas de precios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto Nacional de Estadística –INE- *Censo 2002: XI de población y VI de habitación*. [en línea]. < www.ine.gob.gt >. [Consulta: enero de 2012].
2. _____. *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida –ENCOVI-*. [en línea]. < www.ine.gob.gt >. [Consulta: enero de 2012].
3. QUEVEDO MONTERROSO, Emilio Alberto. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Llano de la Puerta, San Pedro Pinula, Jalapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2002. 106 p.
4. Secretaria de Planificación y Programación “*Plan Nacional de Servicios Públicos de Agua Potable y Saneamiento para el desarrollo humano*”. Guatemala: SEGEPLAN, 2006. 135 p.
5. SILIÉZAR ARRIVILLAGA, José Roberto. *Diseño de puente vehicular para la comunidad Blanca Flor, Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, y sistema de abastecimiento de agua potable para el paraje Chacalté, Momostenango, Totonicapán*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 121 p.

6. VEGA GÓMEZ, Mario Roberto. *Evaluación del caudal municipal de agua para consumo humano, real y teórico actuales, en la ciudad de Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 111 p.

7. WHITE GARCÍA, Edgar Armando. *Análisis de la proyección social de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala, mediante la vinculación universidad-instituciones públicas, autónomas y privadas, como factor de evaluación para el proceso de acreditación académica*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2008, 85 p.

ANEXO

Anexo 1. **Análisis bacteriológico y físico químico de los pozos municipales, que abastecen al casco urbano de villa nueva**

EMPRESA **MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA**
 MUESTRA DE: AGUA
 ANALISIS SOLICITADO: Bacteriológico
 FECHA DE MUESTREO: 21.07.2011
 SERVICIO CORRESPONDIENTE AL MES DE JULIO DEL 2,011

RESULTADO DE ANALISIS

POZO	Santa Isabel I nuevo	Santa Isabel I Viejo	Santa Isabel II	Cabrini	Tabloncito
LUGAR DE MUESTREO	5av 8-09 zona 3 Santa Isabel 1	7av 9-72 Santa Isabel 1	9 calle 14-50 Santa Isabel 2	7 Calle 7-09 zona 3	11av. 7-54 zona 1
CLORO RESIDUAL PPM	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5
RECuento AEROBICO TOTAL	55 UFC/ml	62UFC/ml	50 UFC/ml	67 UFC/ml	69 UFC/ml
COLIFORMES TOTALES	<2 NMP / 100 ml	<2 NMP / 100 ml	<2 NMP / 100 ml	<2 NMP / 100 ml	<2 NMP / 100 ml
ASLAMIENTO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO

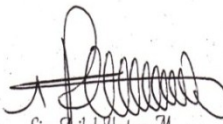
Especificaciones para agua potable según COGUANOR

RECuento AEROBICO TOTAL	< 500 UFC/ml
COLIFORMES TOTALES	<2 NMP / 100 ml

NOTA:

Muestra captada por Personal de PROCHEINSA.

Los resultados obtenidos según muestra si cumplen con los parametros bacteriológicos establecidos en la norma Coganor 29001 para agua potable.


 Lic. Apibal Ventura M.
 QUIMICO BIOLOGO
 Colegiado No. 1,701

Continuación del anexo 1.

EMPRESA **MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA**
MUESTRA DE: **AGUA**
ANALISIS SOLICITADO: **Bacteriológico**
FECHA DE MUESTREO: **21.07.2011**
SERVICIO CORRESPONDIENTE AL MES DE JULIO DEL 2,011

RESULTADO DE ANALISIS

LUGAR	Residenciales VILLA NUEVA	San Miguelito I	San Miguelito II	Termibus	Enriqueta
LUGAR DE MUESTREO	1av B 5-21 Zona 1	14 av. 13-02 zona 1	13 av B 5-26 zona 1	8 calle 0-82 zona 3	4 av. 6-62 zona 5
COLORO RESIDUAL PPM	0.6	0.6	0.3	0.5	0.3
RECUENTO AEROBICO TOTAL	58 UFC/ml	63 UFC/ml	61 UFC/ml	54 UFC/ml	65 UFC/ml
COLIFORMES TOTALES	<2 NMP / 100 ml	<2 NMP / 100 ml	<2 NMP / 100 ml	<2 NMP / 100m	<2 NMP / 100 ml
ASLAMIENTO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO


Especificaciones para agua potable según COGUANOR

RECUENTO AEROBICO TOTAL	< 500 UFC/ml
COLIFORMES TOTALES	<2 NMP / 100 ml

NOTA:

Muestra captada por Personal de PROCHEINSA.

Los resultados obtenidos según muestra si cumplen con los parametros bacteriológicos establecidos en la norma Coganor 29001 para agua potable.


Lic. Anibal Ventura M.
QUIMICO BIOLOGO
Colegiado No. 1,701

Continuación del anexo 1.

EMPRESA

MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

MUESTRA DE:

AGUA

ANALISIS SOLICITADO:

Bacteriológico

FECHA DE MUESTREO:

26.07.2011

SERVICIO CORRESPONDIENTE AL MES DE JULIO DEL 2,011

RESULTADO DE ANALISIS

POZO	Santa Clara	Barcenas Iglesia	Colinas	San Francisco I	San Francisco II
LUGAR DE MUESTREO	1av. 0-87 zona 6 col. Naranjito	5 calle 11-62 zona 3	5 calle 10-01 zona 4 Colinas	1 av. 3-71 zona 4 Venecia	11av. 1-85 zona 4 Linda Vista
CLORO RESIDUAL PPM	0.2	0.5	0.5	0.5	0.6
RECuento AEROBICO TOTAL	74 UFC/ml	61 UFC/ml	54 UFC/ml	68 UFC / ml	60 UFC/ml
COLIFORMES TOTALES	<2 NMP / 100 ml	<2 NMP / 100 m	< 2 NMP / 100ML	< 2 NMP / 100 m	<2 NMP / 100 ml
AISLAMIENTO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO

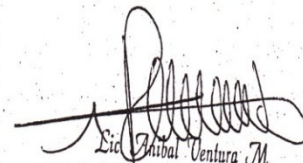
Especificaciones para agua potable según COGUANOR

RECuento AEROBICO TOTAL	< 500 UFC/ml
COLIFORMES TOTALES	<2 NMP / 100 ml

NOTA:

Muestra captada por Personal de PROCHEINSA.

Los resultados obtenidos según muestra si cumplen con los parametros bacteriológicos establecidos en la norma Coganor 29001 para agua potable.


Lic. Cibral Ventura M.
QUIMICO BIOLOGO
Colegiado No. 1,701

Continuación del anexo 1.

EMPRESA
MUESTRA DE:

ANALISIS SOLICITADO:
FECHA DE MUESTREO:

SERVICIO CORRESPONDIENTE AL MES DE JULIO DEL 2,011

MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

AGUA

Bacteriológico

26.07.2011

RESULTADO DE ANALISIS

POZO	Santa Clara	Barcenas Iglesia	Colinas	San Francisco I	San Francisco II
LUGAR DE MUESTREO	1av. 0-87 zona 6 col. Naranjito	5 calle 11-62 zona 3	5 calle 10-01 zona 4 Colinas	1 av. 3-71 zona 4 Venecia	11av. 1-85 zona 4 Linda Vista
COLORO RESIDUAL PPM	0.2	0.5	0.5	0.5	0.6
RECUENTO AEROBICO TOTAL	74 UFC/ml	61 UFC/ml	54 UFC/ml	68 UFC / ml	60 UFC/ml
COLIFORMES TOTALES	<2 NMP / 100 ml	<2 NMP / 100 m	< 2 NMP / 100ML	< 2 NMP / 100 m	<2 NMP / 100 ml
ASLAMIENTO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO

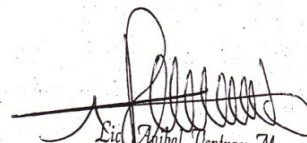
Especificaciones para agua potable según COGUANOR

RECUENTO AEROBICO TOTAL	< 500 UFC/ml
COLIFORMES TOTALES	<2 NMP / 100 ml

NOTA:

Muestra captada por Personal de PROCHEINSA.

Los resultados obtenidos según muestra si cumplen con los parametros bacteriológicos establecidos en la norma Coganor 29001 para agua potable.


Lidia Arribas Ventura M.
QUIMICO BIOLOGO
Colegiado No. 1,701

Continuación del anexo 1.

Código 10468/UGU/11/0b
Página 1/1

INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Empresa: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
Dirección: 7 Avenida Final 7-45 zona 5 Villa Nueva Bodega Los Planes
Remitido por: LUZ FIGUEROA

Muestras analizadas: AGUA DE POZO SANTA CLARA Lugar de toma de muestras: En la empresa
Fecha de toma de muestras: 06/07/2011 Muestras tomadas por: Cliente
Fecha de ingreso: 06/07/2011 Muestras recibidas por: Alfredo Samayoa
Fecha de análisis: 06/07/2011 Temperatura (durante el muestreo): Cliente
Lugar de análisis: Contro-Lab (Excepto donde se especifique) Temperatura de ingreso: 23.7 °C
Plan de muestreo: Sugerido por el cliente

Parámetro	Dimensionales	Método	Limite de detección	Resultado	*Agua Potable	
					LMA	LMP
Temperatura	°C	SMWW 2550 B, digital	-50 – 300	--	15.0-25.0	34.0
Cloro residual	mg/L	Rainbow test OTO1	0.2 – 3.0	0.0	0.5	1.0
Apariencia	NR/R	Visual	-	NR	-	-
Olor	NR/R	Organoléptico	-	NR	NR	NR
Color	UPC	SMWW 2120 C, Merck SQ 118	0 – 200	0	5.0	35.0
Turbiedad	UNT	SMWW 2130 B, Merck SQ 118	0 – 400	0	5.0	15.0
Conductividad	µSiemens/cm	SMWW 2510 B, WTW LF 330	0 – 1999	273	-	< 1500
pH	Unidades de pH	SMWW 4500-H ⁺ B, WTW Inotab pH Level 1	0 – 14	7.3	7.0-7.5	6.5-8.5
Salinidad	-	SMWW 2520 B, WTW LF 330	0.0 – 70.0	0	-	-
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	SMWW 2510 A, WTW LF 330	0 – 1999	299	500.0	1000.0
Alc. pH=8.2	mg/L CaCO ₃	Merck Aquamerck 11109	-	0	-	-
Alc. pH=4.3	mg/L CaCO ₃	Merck Aquamerck 11109	-	165	-	-
Calcio	mg/L	Merck Aquamerck 11110	-	50	75.000	150.000
Dureza Total	mg/L	Hach 1453-00	-	136	100.000	500.000
Hierro Total	mg/L	Merck Spectroquant 14761	0.05 – 5.00	< 0.05	0.1	1.0
Manganeso	mg/L	Merck Spectroquant 14770	0.010 – 10.00	0.13	0.05	0.5
Nitritos	mg/L	Merck Spectroquant análogo a EPA 354.1, SMWW 4500-NO ₂ B y EN 26 777	0.07 – 3.28	< 0.07	-	1
Nitratos (cómo N)	mg/L	Merck Spectroquant 14773	0.0 – 30.0	1.8	-	10
Cloruro	mg/L	Merck Spectroquant análogo a EPA 325.1, SMWW 4500-Cl E	2.5 – 250.0	5.5	100.000	250.000
Sulfato	mg/L	Merck Spectroquant 14791	25 – 300	25	100.000	250.000
Magnesio	mg/L	Merck Aquamerck 11110 Hach 1453-00	5 – 500	< 5	50.000	100.000

mg/L: Miligramos por litro (partes por millón)
NR/R: No rechazable/rechazable
UPC: Unidades platino-cobalto
UNT: Unidades nefelométricas de turbidez
LMA: Limite máximo admisible
LMP: Limite máximo permisible

* NORMA COGUANOR NGO 29 001-99 AGUA POTABLE
Nota: los resultados de éste informe se refieren a las muestras tal y cómo fueron recibidas en el laboratorio. La reproducción parcial o total de la misma deberá ser aprobada por Contro-Lab. Muestra no captada por personal de Contro-Lab.

Licda. Nancy Quan
Químico Biólogo Colegiado No. 1,646

LICDA. NANCY QUAN
Químico Biólogo
colegiado No. 1,646

Continuación del anexo 1.

INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Empresa: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
Dirección: 7 Avenida Final 7-45 zona 5 Villa Nueva Bodega Los Planes
Remitido por: LUZ FIGUEROA

Muestras analizadas: AGUA DE POZO PARQUE CENTRAL Lugar de toma de muestras: En la empresa
Fecha de toma de muestras: 06/07/2011 Muestras tomadas por: Cliente
Fecha de ingreso: 06/07/2011 Muestras recibidas por: Alfredo Samayoa
Fecha de análisis: 06/07/2011 Temperatura (durante el muestreo): Cliente
Lugar de análisis: Contro-Lab (Excepto donde se especifique) Temperatura de ingreso: 23.7 °C
Plan de muestreo: Sugerido por el cliente

Parámetro	Dimensionales	Método	Límite de detección	Resultado	*Agua Potable	
					LMA	LMP
Temperatura	°C	SMWW 2550 B, digital	-50 – 300	0.0	15.0-25.0	34.0
Cloro residual	mg/L	Rainbow test OTO1	0.2 – 3.0	0.0	0.5	1.0
Apariencia	NR/R	Visual	–	NR	–	–
Olor	NR/R	Organoléptico	–	NR	NR	NR
Color	UPC	SMWW 2120 C, Merck SQ 118	0 – 200	0	5.0	35.0
Turbiedad	UNT	SMWW 2130 B, Merck SQ 118	0 – 400	0	5.0	15.0
Conductividad	µSiemens/cm	SMWW 2510 B, WTW LF 330	0 – 1999	477	–	< 1500
pH	Unidades de pH	SMWW 4500-H ⁺ B, WTW inoLab pH Level 1	0 – 14	7.5	7.0-7.5	6.5-8.5
Salinidad	–	SMWW 2520 B, WTW LF 330	0.0 – 70.0	0	–	–
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	SMWW 2510 A, WTW LF 330	0 – 1999	519	500.0	1000.0
Alc. pH=8.2	mg/L CaCO ₃	Merck Aquamerck 11109	–	0	–	–
Alc. pH=4.3	mg/L CaCO ₃	Merck Aquamerck 11109	–	205	–	–
Calcio	mg/L	Merck Aquamerck 11110	–	86	75.000	150.000
Dureza Total	mg/L	Hach 1453-00	–	255	100.000	500.000
Hierro Total	mg/L	Merck Spectroquant 14761	0.05 – 5.00	< 0.05	0.1	1.0
Manganeso	mg/L	Merck Spectroquant 14770	0.010 – 10.00	0.13	0.05	0.5
Nitritos	mg/L	Merck Spectroquant análogo a EPA 354.1, SMWW 4500-NO ₂ B y EN 26 777	0.07 – 3.28	0.16	–	1
Nitratos (cómo N)	mg/L	Merck Spectroquant 14773	0.0 – 30.0	8.2	–	10
Cloruro	mg/L	Merck Spectroquant análogo a EPA 325.1, SMWW 4500-Cl E	2.5 – 250.0	20.1	100.000	250.000
Sulfato	mg/L	Merck Spectroquant 14791	25 – 300	31	100.000	250.000
Magnesio	mg/L	Merck Aquamerck 11110 Hach 1453-00	5 – 500	9.8	50.000	100.000

mg/L: Miligramos por litro (partes por millón)
NR/R: No rechazable/rechazable
UPC: Unidades platino-cobalto
UNT: Unidades nefelométricas de turbidez
LMA: Límite máximo admisible
LMP: Límite máximo permisible

* NORMA COGUANOR NGO 29 001:99 AGUA POTABLE
Nota: los resultados de éste informe se refieren a las muestras tal y cómo fueron recibidas en el laboratorio. La reproducción parcial o total de la misma deberá ser aprobada por Contro-Lab. Muestra no captada por personal de Contro-Lab.

Licda. Nancy Quan
Químico Biólogo Colegiado No. 1.646

LICDA. NANCY QUAN
Químico Biólogo
Colegiado No. 1.646

Continuación del anexo 1.

Código 10468/060711/04
Página 1/1

INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Empresa: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
Dirección: 7 Avenida Final 7-45 zona 5 Villa Nueva Bodega Los Planes
Remitido por: LUZ FIGUEROA

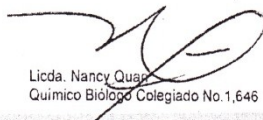
Muestras analizadas: AGUA DE POZO RESIDENCIALES VILLA NUEVA Lugar de toma de muestras: En la empresa
Fecha de toma de muestras: 06/07/2011 Muestras tomadas por: Cliente
Fecha de ingreso: 06/07/2011 Muestras recibidas por: Alfredo Samayoa
Fecha de análisis: 06/07/2011 Temperatura (durante el muestreo): Cliente
Lugar de análisis: Contro-Lab (Excepto donde se especifique) Temperatura de ingreso: 23.7 °C
Plan de muestreo: Sugerido por el cliente

Parámetro	Dimensionales	Método	Límite de detección	Resultado	*Agua Potable	
					LMA	LMP
Temperatura	°C	SMWW 2550 B, digital	-50 – 300	--	15.0-25.0	34.0
Cloro residual	mg/L	Rainbow test OTO1	0.2 – 3.0	0.0	0.5	1.0
Apariencia	NR/R	Visual	--	NR	--	--
Olor	NR/R	Organoléptico	--	NR	NR	NR
Color	UPC	SMWW 2120 C, Merck SQ 118	0 – 200	0	5.0	35.0
Turbiedad	UNT	SMWW 2150 B, Merck SQ 118	0 – 400	0	5.0	15.0
Conductividad	µSiemens/cm	SMWW 2510 B, WTW LF 330	0 – 1999	662	-	< 1500
pH	Unidades de pH	SMWW 4500-H ⁺ B, WTW Inolab pH Level 1	0 – 14	7.7	7.0-7.5	6.5-8.5
Salinidad	--	SMWW 2520 B, WTW LF 330	0.0 – 70.0	0	-	-
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	SMWW 2510 A, WTW LF 330	0 – 1999	725	500.0	1000.0
Alc. pH=8.2	mg/L CaCO ₃	Merck Aquamerck 11109	--	0	--	--
Alc. pH=4.3	mg/L CaCO ₃	Merck Aquamerck 11109	--	180	--	--
Calcio	mg/L	Merck Aquamerck 11110	--	128	75.000	150.000
Dureza Total	mg/L	Hach 1453-00	--	340	100.000	500.000
Hierro Total	mg/L	Merck Spectroquant 14761	0.05 – 5.00	< 0.05	0.1	1.0
Manganeso	mg/L	Merck Spectroquant 14770	0.010 – 10.00	< 0.010	0.05	0.5
Nitritos	mg/L	Merck Spectroquant análogo a EPA 354.1, SMWW 4500-NO ₂ ⁻ B y EN 26 777	0.07 – 3.28	< 0.07	--	1
Nitratos (cómo N)	mg/L	Merck Spectroquant 14773	0.0 – 30.0	3.1	--	10
Cloruro	mg/L	Merck Spectroquant análogo a EPA 325.1, SMWW 4500-Cl E	2.5 – 250.0	74.6	100.000	250.000
Sulfato	mg/L	Merck Spectroquant 14751	25 – 300	80	100.000	250.000
Magnesio	mg/L	Merck Aquamerck 11110 Hach 1453-00	5 – 500	5	50.000	100.000

mg/L: Miligramos por litro (partes por millón)
NR/R: No rechazable/rechazable
UPC: Unidades platino-cobalto
UNT: Unidades nefelométricas de turbidez
LMA: Límite máximo admisible
LMP: Límite máximo permisible

* NORMA COGUANOR NGO 29 001.99 AGUA POTABLE

Nota: los resultados de éste informe se refieren a las muestras tal y cómo fueron recibidas en el laboratorio. La reproducción parcial o total de la misma deberá ser aprobada por Contro-Lab. Muestra no captada por personal de Contro-Lab.


Licda. Nancy Quan
Químico Biólogo Colegiado No. 1,646

LICDA. NANCY QUAN
Químico Biólogo
Colegiado No. 1,646

Continuación del anexo 1.

ZZ/0/1/1
 Código 10468/060711/03
 Página 1/1

INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Empresa: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
 Dirección: 7 Avenida Final 7-45 zona 5 Villa Nueva Bodega Los Planes
 Remitido por: LUZ FIGUEROA


Muestras analizadas: AGUA DE POZO EL TABLONCITO Lugar de toma de muestras: En la empresa
 Fecha de toma de muestras: 06/07/2011 Muestras tomadas por: Cliente
 Fecha de ingreso: 06/07/2011 Muestras recibidas por: Alfredo Samayoa
 Fecha de análisis: 06/07/2011 Temperatura (durante el muestreo): Cliente
 Lugar de análisis: Contro-Lab (Excepto donde se especifique) Temperatura de ingreso: 23.7 ° C
 Plan de muestreo: Sugerido por el cliente

Parámetro	Dimensionales	Método	Límite de detección	Resultado	*Agua Potable	
					LMA	LMP
Temperatura	°C	SMWW 2550 B, digital	-50 – 300	--	15.0-25.0	34.0
Cloro residual	mg/L	Rainbow test OTO1	0.2 – 3.0	0.0	0.5	1.0
Apariencia	NR/R	Visual	–	NR	–	–
Olor	NR/R	Organoléptico	–	NR	NR	NR
Color	UPC	SMWW 2120 C, Merck SQ 118	0 – 200	0	5.0	35.0
Turbiedad	UNT	SMWW 2130 B, Merck SQ 118	0 – 400	0	5.0	15.0
Conductividad	µSiemens/cm	SMWW 2510 B, WTW LF 330	0 – 1999	319	-	< 1500
pH	Unidades de pH	SMWW 4500-H ⁺ B, WTW Inolab pH Level 1	0 – 14	7.8	7.0-7.5	6.5-8.5
Salinidad	–	SMWW 2520 B, WTW LF 330	0.0 – 70.0	0	-	-
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	SMWW 2510 A, WTW LF 330	0 – 1999	349	500.0	1000.0
Alc. pH=8.2	mg/L CaCO ₃	Merck Aquamerck 11109	–	1.5	–	–
Alc. pH=4.3	mg/L CaCO ₃	Merck Aquamerck 11109	–	175	–	–
Calcio	mg/L	Merck Aquamerck 11110	–	64	75.000	150.000
Dureza Total	mg/L	Hach 1453-00	–	153	100.000	500.000
Hierro Total	mg/L	Merck Spectroquant 14761	0.05 – 5.00	0.07	0.1	1.0
Manganeso	mg/L	Merck Spectroquant 14770	0.010 – 10.00	< 0.010	0.05	0.5
Nitritos	mg/L	Merck Spectroquant análogo a EPA 354.1, SMWW 4500-NO ₂ B y EN 26 777	0.07 – 3.28	0.09	–	1
Nitratos (cómo N)	mg/L	Merck Spectroquant 14773	0.0 – 30.0	2.5	–	10
Cloruro	mg/L	Merck Spectroquant análogo a EPA 325.1, SMWW 4500-Cl E	2.5 – 250.0	8.9	100.000	250.000
Sulfato	mg/L	Merck Spectroquant 14791	25 – 300	< 25	100.000	250.000
Magnesio	mg/L	Merck Aquamerck 11110 Hach 1453-00	5 – 500	< 5	50.000	100.000

mg/L: Miligramos por litro (partes por millón)
 NR/R: No rechazable/rechazable
 UPC: Unidades platino-cobalto
 UNT: Unidades nefelométricas de turbidez
 LMA: Límite máximo admisible
 LMP: Límite máximo permisible

* NORMA COGUANOR NGO 29 001:99 AGUA POTABLE

Nota: los resultados de éste informe se refieren a las muestras tal y cómo fueron recibidas en el laboratorio. La reproducción parcial o total de la misma deberá ser aprobada por Contro-Lab. Muestra no captada por personal de Contro-Lab.


 Licda. Nancy Quan
 Químico Biólogo Colegiado No. 1,646

LICDA. NANCY QUAN
 Químico Biólogo
 Colegiado No. 1,646

Continuación del anexo 1.

Código 10522/130711/03
Página 1/1

INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Empresa: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
Dirección: 7 Avenida Final 7-45 zona 5 Villa Nueva Bodega Los Planes
Remitido por: LUZ FIGUEROA

Muestras analizadas: AGUA DE POZO No. 1 SAN FRANCISCO Lugar de toma de muestras: En la empresa
Fecha de toma de muestras: 13/07/2011 Muestras tomadas por: Cliente
Fecha de ingreso: 13/07/2011 Muestras recibidas por: Carlos Gonzalez
Fecha de análisis: 13/07/2011 Temperatura (durante el muestreo): Cliente
Lugar de análisis: Contro-Lab (Excepto donde se especifique) Temperatura de ingreso: 20.8 ° C
Plan de muestreo: Sugerido por el cliente

Parámetro	Dimensionales	Método	Límite de detección	Resultado	*Agua Potable	
					LMA	LMP
Temperatura	°C	SMWW 2550 B, digital	-50 – 300	--	15.0-25.0	34.0
Cloro residual	mg/L	Rainbow test OTO1	0.2 – 3.0	0.0	0.5	1.0
Apariencia	NR/R	Visual	--	NR	--	--
Olor	NR/R	Organoléptico	--	NR	NR	NR
Color	UPC	SMWW 2120 C, Merck SQ 118	0 – 200	0	5.0	35.0
Turbiedad	UNT	SMWW 2130 B, Merck SQ 118	0 – 400	0	5.0	15.0
Conductividad	µSiemens/cm	SMWW 2510 B, WTW LF 330	0 – 1999	383	--	< 1500
pH	Unidades de pH	SMWW 4500-H ⁺ B, WTW Inotab pH Level 1	0 – 14	7.3	7.0-7.5	6.5-8.5
Salinidad	--	SMWW 2520 B, WTW LF 330	0.0 – 70.0	0	--	--
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	SMWW 2510 A, WTW LF 330	0 – 1999	393	500.0	1000.0
Alc. pH=8.2	mg/L CaCO ₃	Merck Aquamerck 11109	--	0	--	--
Alc. pH=4.3	mg/L CaCO ₃	Merck Aquamerck 11109	--	200	--	--
Calcio	mg/L	Merck Aquamerck 11110	--	82	75.000	150.000
Dureza Total	mg/L	Hach 1453-00	--	204	100.000	500.000
Hierro Total	mg/L	Merck Spectroquant 14761	0.05 – 5.00	0.07	0.1	1.0
Manganeso	mg/L	Merck Spectroquant 14770	0.010 – 10.00	< 0.010	0.05	0.5
Nitritos	mg/L	Merck Spectroquant análogo a EPA 354.1, SMWW 4500-NO ₂ B y EN 26 777	0.07 – 3.28	0.09	--	1
Nitratos (cómo N)	mg/L	Merck Spectroquant 14773	0.0 – 30.0	4.0	--	10
Cloruro	mg/L	Merck Spectroquant análogo a EPA 325.1, SMWW 4500-Cl E	2.5 – 250.0	6.4	100.000	250.000
Sulfato	mg/L	Merck Spectroquant 14791	25 – 300	33	100.000	250.000
Magnesio	mg/L	Merck Aquamerck 11110 Hach 1453-00	5 – 500	< 5	50.000	100.000

mg/L: Miligramos por litro (partes por millón)
NR/R: No rechazable/rechazable
UPC: Unidades platino-cobalto
UNT: Unidades nefelométricas de turbidez
LMA: Límite máximo admisible
LMP: Límite máximo permisible

* NORMA COGUANOR NGO 29 001 99 AGUA POTABLE
Nota: los resultados de este informe se refieren a las muestras tal y cómo fueron recibidas en el laboratorio. La reproducción parcial o total de la misma deberá ser aprobada por Contro-Lab. Muestra no captada por personal de Contro-Lab.

Licda. Nancy Quan
Químico Biólogo Colegiado No. 1,646

LICDA. NANCY QUAN
Químico Biólogo
Colegiado No. 1,646

Fuente: Departamento de Aguas de la Municipalidad de Villa Nueva.