

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA
UNPHU**

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS CRÍTICO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE Y USO DE
TECNOLOGÍAS VERDES EN EL ENSANCHE NACO.**



**Trabajo de grado presentado por Paola Massiel Cepeda Farías e Isamar de los Santos
Farías para la obtención del grado de Licenciado en ingeniería civil.**

**Santo Domingo, D.N.
2015**

Agradecimientos

A la

: Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.

A nuestra Asesora

: Por toda su asesoría, dedicación, comprensión y orientaciones certeras que posibilitaron la realización de esta investigación.

Ing. Roselyn Rodríguez Roperto

Al Ing. Miguel Bachá Peña

: Por ser el ideólogo de este tema, por sus excelentes orientaciones y toda la ayuda brindada en todo momento a lo largo de la investigación.

A la Corporación de Acueductos y Alcantarillados (CAASD)

: Ing. Carmen Cordero, Ing. Migdonio Lorenzo, Ing. Orlando Rodríguez, Ing. Abelardo A. Díaz Cepeda e Ing. Héctor Manuel Hinojosa Mejía.

A nuestros amigos:

: Caroline Martínez, Jorje E. Michelen, Yurismil Mirambeaux, Luis Pimentel, Raynet Reyes, Edwin Santiago, José Medina y Kelvin Contreras. Por toda su colaboración y apoyo.

Agradecimientos

Paola Massiel Cepeda Farías

A la memoria de mi Padre:

Apolonio A. Cepeda, por haber sido un padre ejemplar, mi mejor amigo, un consejero, el impulsor de mis estudios y logros, la inspiración de escoger la carrera de Ingeniería civil y mi modelo a seguir en la vida.

A mi Madre:

Rosanna M. Farías quien ha sido una persona que toda la vida ha puesto todo su esfuerzo y dedicación en mí, sirviendo de apoyo en todo momento a pesar de las adversidades para ver realizadas mis metas.

A mi Hermano:

Carlos A. Cepeda por toda su ayuda y compañía a lo largo de la carrera y siempre velar por mi bienestar.

A mis Familiares y amigos:

A mis tíos Luis A. Pérez, Emilio Pérez y mi abuela Nuris Pérez por todas sus orientaciones y consejos para impulsar mis estudios.

A mí madrina Adelfa y Flor Martínez Bidó.

Ing. Teodoro Castro quien en los momentos más difíciles estuvo presente y por toda su colaboración a lo largo de los años.

Lic. Marisol Marte por ser la persona que influyó a que realizara mis estudios en la UNPHU y quien me ayudó a optar por la beca estudiantil.

Margarita Olsen, Jorge Quiroz y Marilene Peñaló, quienes me apoyaron siempre a lo largo de mis estudios y siempre han estado presentes de forma incondicional.

A mis compañeras:

Caroline Martínez por toda su ayuda desinteresada y apoyo brindado a lo largo de la carrera.

Yurismil Mirambeaux, por toda la dedicación y esmero que ha puesto siempre en ayudarme.

Agradecimientos

Isamar de los Santos Farías

Al finalizar mi carrera profesional he logrado uno de mis objetivos en mi vida y quiero darles las gracias de manera especial a las personas que me apoyaron superando todos los obstáculos para lograrlo, con todo respeto y amor dedico este triunfo:

A DIOS:

Por sus bendiciones e iluminar mi camino, darme la inteligencia y brindarme las fuerzas necesarias, para poder lograr uno de mis grandes propósitos en mi vida profesional.

A mi madre:

Rafaela Antonia Farías, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar, me han brindado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, gracias mami.

A mi padre:

Gerineldo de los santos, quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mis hermanas:

Anyamar de los santos, Dairamar de los santos, Vitalis de los santos, por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar, gracias por ser mi inspiración a seguir.

A mis Tíos:

Luis Oscar Mambrú Farías, usted que desde pequeña me motivó a que estudiase ingeniería civil y siempre ha estado presente de manera incondicional.

Ramón Mambrú Farías, gracias tío por impulsarme a seguir, y con tu lema, trabajando se puede.

Idel Mambrú Farías, por el apoyo brindado a lo largo de mi carrera.

A mis padrinos:

Anneris Martínez, Carlos Hernández, que han sabido ser unos segundos padres para mí, ustedes me han apoyado en los buenos y malos momentos y les estaré eternamente agradecida.

A mi compañera:

Caroline Martínez Méndez, por ser mi mano derecha en todo momento, gracias por esa amistad plena y pura.

Índice

Índice de Ilustraciones	XI
Índice de Tablas.....	XII
Resumen	XIII
Introducción.....	XIV
Capítulo I - Planteamiento del Problema	1
Preguntas de investigación.....	2
Objetivos.....	2
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos	2
Justificación	2
Alcances y Limitaciones	3
Antecedentes.....	3
Marco Contextual	4
Capítulo II - Marco Teórico	5
Agua para uso Público	5
Calidad del agua cruda.....	5
Características que deben reunir las normas de agua potable.....	6
Fuentes de Abastecimiento	7
Pozos.....	7

Capacidad del pozo	9
Captación del Agua Superficial	9
Capacidad de Producción de agua potable	9
Presa de Valdesia	11
Red de Distribución	13
Consumo de Agua Potable.....	15
Factores determinantes del consumo de agua potable	16
La temperatura.....	16
Calidad del agua	17
Características socioeconómicas	17
Servicio de alcantarillado	17
Presión en la red de distribución de agua	17
Administración	18
Medidores y Tarifas	19
Tipo de Comunidad.....	21
Tamaño de la comunidad	22
Variaciones periódicas de los consumos e influencia sobre las diferentes partes del sistema	22
Problemática de los consumos fijos.....	22
Costos.....	23

El transporte del agua.....	24
Los subsidios del agua.....	24
Vulnerabilidad de los sistemas de Agua en Santo Domingo	25
Almacenaje del agua.....	25
Influencia del almacenaje de agua en el consumo	26
Alternativas.....	27
Tecnologías verdes	28
Soluciones para optimizar el consumo de agua Potable	29
Equipos, técnicas y buenas prácticas para reducir el consumo de agua	31
Grifos.....	31
Adaptaciones de grifos.....	31
Inodoros.....	32
Urinarios.....	32
Duchas.....	32
Ahorro y consumo eficiente para cafeterías y restaurantes.....	32
Zonas verdes.....	33
Elección de las especies	33
Elección de un sistema de riego	33
Recogida del agua de lluvia	34
La limpieza de las calles y patios de las zonas verdes	34

El riego de jardín.....	34
Sistema de reutilización o reciclaje de aguas grises	35
El tratamiento de aguas grises.....	35
Depuración por oxidación total.....	35
Etapas del tratamiento.....	36
Ventajas del uso de aguas grises	37
Reutilización del agua con sistema de Plantas de Macrófitas	37
Marco Conceptual.....	41
Capítulo III - Marco Metodológico.....	42
Planteamiento de la Hipótesis.....	42
Operacionalización de las variables.....	42
Tipo de Investigación.....	42
Procedimiento de la investigación	43
Población	43
Muestra	43
Técnicas e Instrumentos.....	44
Capítulo IV – Resultados	45
Análisis del consumo mensual de agua potable.....	45
Consumos contabilizados y fijos del ensanche Naco.....	46
Análisis del consumo de agua potable en el Ensanche Naco	47

Análisis consumo de agua potable en localidad comercial.....	49
Beneficios de un consumo óptimo de agua	51
Beneficios para los usuarios del servicio al emplear tecnologías verdes	52
Propuesta Tarifaria.....	52
Conclusiones	54
Recomendaciones	55
Bibliografía	56
Anexos	59
Tecnologías ecológicas	60
Descripción del sistema.....	63
Disponibilidad de tecnología verde.....	64

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Delimitación del Ensanche Naco	4
Ilustración 2: Red primaria de distribución del ensanche Naco	15
Ilustración 3: Esquema de Presiones del Ensanche Naco.....	18
Ilustración 4: Medidores en mal estado	20
Ilustración 5: Baños Ecológicos	29
Ilustración 6: Duchas ecológicas	29
Ilustración 7: Planta de tratamiento de aguas residuales con Macrofitas	38
Ilustración 8: Lenteja de agua (macrófitas)	39
Ilustración 9: Planta Valdesia	59
Ilustración 10: Caja de medidor de agua	59
Ilustración 11: Área de estudio.....	59
Ilustración 12: Medidor de agua Potable.....	59
Ilustración 13: Tecnología Eco-Smart.....	60
Ilustración 14: Inodoro Ecológico	LX
Ilustración 15: Lavamanos sensorial	LX
Ilustración 16: Grifo anti-chorro.....	LXI
Ilustración 17: Grifo con temporizador	LXI
Ilustración 18: Grifo con monomando para fregadero.	LXI
Ilustración 19: Válvula para orinal con temporizador.....	LXI
Ilustración 20: Inodoro de doble descarga.....	62
Ilustración 21: Fluxómetro	62
Ilustración 22: Reciclaje de aguas grises	62

Índice de Tablas y Gráficos

Grafico 1 : Problemática de los consumos fijos	23
Tabla 1: Capacidad de producción del sistema de Santo Domingo	10
Tabla 2: Eficiencia de los equipos sanitarios.....	34
Tabla 3: Operacionalizacion de las variables	42
Grafico 2: Consumo Mensual del cuadrante del Ensanche Naco.....	45
Grafico 3: Análisis de los consumos contabilizados y fijos	46
Grafico 4: Consumo de agua potable en edificio residencial	47
Tabla 4: Modelo de aparatos ecológicos para disminuir el consumo en residencias	48
Tabla 5: Consumo de Agua Potable en localidad comercial	49
Tabla 6: Modelo de aparatos ecológicos para disminuir el consumo de agua potable en localidad comercial.....	50
Grafico 5: Facturación mensual del ensanche Naco.....	51
Tabla 7: Propuesta de sistema de tarifas para consumo contabilizado.....	52
Tabla 8: Propuesta de sistemas de tarifas para consumos fijos	53

Resumen

La siguiente investigación corresponde a un análisis crítico del consumo de agua potable del ensanche Naco, para optimizarlo con el uso de tecnologías verdes debido a que en los últimos años el sector ha tenido muchas problemáticas con el servicio.

Para la realización del estudio se obtuvieron los consumos de agua potable a nivel general y a nivel específico de forma mensual, semanal, diario y horario (cada cuatro horas) con el fin de ver la variación del consumo y posteriormente se analizó el porcentaje de reducción de consumo con tecnologías ecológicas, así como también una modificación en el sistema tarifario.

El consumo de agua potable en la zona norte del ensanche Naco fue de 2, 331,262 m³, en todo el año, el promedio mensual fue de 194, 272 m³. Los análisis semanales, diarios y horarios se tomaron en localidades residenciales y comerciales, en los cuales se obtuvieron consumos por debajo de la dotación en l/hab/día.

Se determinó que implementando aparatos ecológicos se puede reducir en un 50% el consumo de agua potable y consigo un aporte para medio ambiente. También un aumento del 5% y 6% en la facturación de agua potable por los consumos contabilizados y fijos respectivamente en el sistema de tarifas representaría una medida importante para mejoras del servicio.

Introducción

En la República Dominicana, las comunidades que cuenta con suministro de agua presentan consumos excesivos que difieren con un uso racional de ese vital líquido; nuestro trabajo se enfocó en el ensanche Naco, porque entendemos que dicha zona posee las características básicas que permitirán arrojar luz sobre los patrones de consumos que en la actualidad se generan.

Actualmente la ciudad de Santo Domingo en el ámbito de agua potable, presenta una problemática importante respecto a la forma de consumo. Como punto de estudio nos enfocamos en el Ensanche Naco para analizar dichos valores.

La investigación consiste en estudiar los valores de consumo de usuarios de la zona norte del ensanche Naco, evaluándolos de forma mensual, diaria y horaria, con la finalidad de optimizar el recurso.

A lo largo de los años se han hecho muchas campañas de ahorro de agua, pero no han surtido efecto del todo, viéndonos obligados a buscar otras opciones para contribuir a la mejoría de la calidad de vida de los habitantes.

Al optimizar el consumo de agua potable en un sector de la ciudad (Naco), se puede dar inicio a la implementación medidas similares en todo Santo Domingo.

Capítulo I - Planteamiento del Problema

La República Dominicana atraviesa por una creciente escasez de agua potable, donde se ven afectados la mayoría de sus pobladores. El Ensanche Naco de la Ciudad de Santo Domingo no es la excepción, siendo este un sector de clase socioeconómica alta, enfrenta a diario la falta del recurso, teniendo que recurrir a suministradores privados, los cuales no necesariamente llevan un debido control de la calidad del agua.

La demanda actual de agua en República Dominicana ronda los 12 mil millones de metros cúbicos, que representa un 49.5% de la oferta disponible, y cada habitante consume cada año un promedio de 2,378 metros cúbicos, ambas cifras por encima del promedio de otros países de la región (Peguero, 2009).

Una comisión del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, el Instituto Nacional de Aguas Potables, y las corporaciones de acueductos de Santo Domingo y otras provincias, advirtieron que al problema de relativa baja disponibilidad del agua en el país, se suma la cultura de altos consumos y el uso inadecuado de ese recurso. Entienden que la escasez del líquido se encuentra en un índice denominado “fuerte” y pronostican que podría derivar en un factor limitante del desarrollo nacional si no se toman medidas eficientes (Peguero, 2009).

Preguntas de investigación

- ¿Cómo se determina el consumo de agua Potable?
- ¿Cómo se puede solucionar la forma de consumo irracional de agua potable en el país?
- ¿Cómo podría mejorar el servicio de agua en nuestro país?

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el consumo de agua potable de la zona Norte del Ensanche Naco de la ciudad de Santo Domingo, para determinar su comportamiento y el ahorro que representa para el país tener un consumo óptimo en un sector de la ciudad.

Objetivos Específicos

- Determinar el consumo real de agua Potable en el ensanche Naco.
- Analizar los distintos beneficios que representa para el país el consumo óptimo del agua en un punto de la ciudad (Naco).
- Proponer tarifas cercanas al costo de la producción y distribución del agua.

Justificación

En el país existe una problemática importante respecto a la escasez de agua potable, la cual se ve afectada por diversos factores, siendo el más notorio la forma irracional de consumo del recurso natural. Llevando el problema de lo particular a lo general, se podrían generar grandes cambios a mediano y largo plazo, lo cual representaría una mejor calidad de vida para las personas.

El Ensanche Naco representa un sector importante de la Ciudad de Santo Domingo, debido a sus características poblacionales, económicas y principalmente por los problemas que ha tenido a lo largo de los años con el suministro de agua potable.

Con el paso de los años los problemas respecto al agua van aumentando en todo el país y las medidas necesarias para solucionarlos no se están llevando a cabo de manera eficiente, a pesar de que se han hecho muchas campañas de ahorro y uso racional de agua, estas no han provocado el efecto deseado.

Alcances y Limitaciones

Este estudio abarca principalmente los clientes comerciales y residenciales quienes son mayoría en todo el sector de Naco.

Para determinar el consumo de agua potable del ensanche Naco, se encontró como factor limitante la presencia de medidores fuera de servicio, la cultura de falta de pago del agua potable, la deficiencia en el cobro del servicio y dificultades con las entrevistas y encuestas para poder completar datos del estudio. Esto conlleva a que no haya registros exactos del consumo residencial.

Antecedentes

A la fecha no existe registro de estudios sobre optimización de consumos de agua potable con tecnologías ecológicas en Santo Domingo, sin embargo en el 2012 se realizó un estudio sobre evaluación de dotaciones en el ensanche Naco, por la Ing. Cynthia Jiménez Montero, donde se obtuvo una dotación de 300 l/hab/día para un período de diseño de 25 años y en el 2014 se creó una campaña de concientización de ahorro “Más agua más vida” por la Corporación de Acueductos y Alcantarillados, (CAASD).

Marco Contextual

El Ensanche Naco es un sector del Distrito Nacional de Santo Domingo. Se encuentra delimitado por la Ave. J. Kennedy al norte, Av. Ortega y Gasset al este, Av. Lope de Vega al oeste y Av. 27 de Febrero al sur. El mismo es el sector 07 Distrito Nacional con unas 847 hectáreas.

Nuestra área de estudio se concentra en el siguiente cuadrante: Ave. J. Kennedy- norte, Av. Ortega y Gasset- Este, C/Fantino Falco- sur y Av. Lope de Vega- oeste.

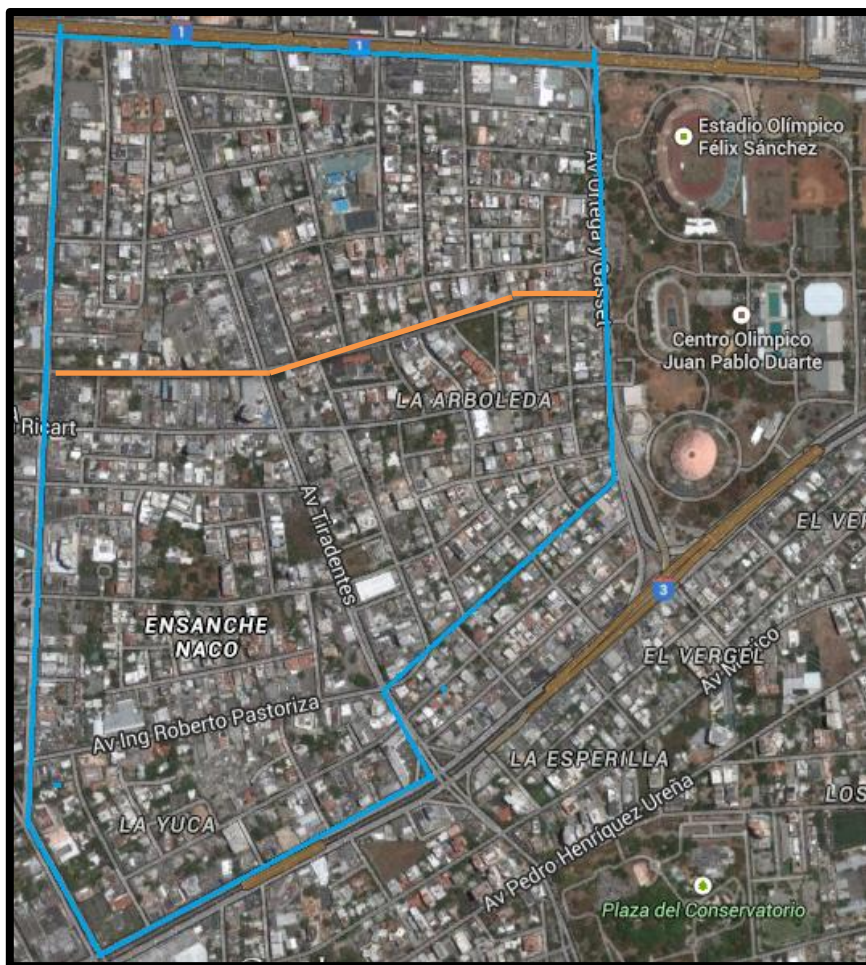


Ilustración 1: Delimitación del Ensanche Naco
Fuente: (Google, 2015)

Capítulo II - Marco Teórico

Agua para uso Público

Para el consumo humano, el agua debe reunir las siguientes condiciones: Calidad, cantidad y presión.

El agua para consumo humano debe ser potable, es decir, libre de contaminación física, química, tóxica, radiactiva y de gérmenes patógenos, mismas que pueden producir efectos adversos en la salud de las personas. Además debe ser agradable a los sentidos (Instituto Mexicano del seguro Social, 1987).

Normalmente se suele dividir el uso del agua en cuatro categorías: (1) uso doméstico (agua para uso general y sanitario); (2) uso industrial (no domestico); (3) servicio público (extinción de incendios, mantenimiento de infraestructuras, y riego de espacios verdes; (4) perdidas en la red y fugas. (Metcalf y Eddy, INC, 1995).

Calidad del agua cruda

Las fuentes potencialmente utilizables de agua están constituidas por: aguas superficiales (ríos, quebradas, lagos naturales y artificiales, y mares), por aguas subterráneas y por aguas de lluvia. La calidad del agua cruda varía dependiendo de su origen y de las condiciones del medio en que se encuentra, y es afectada tanto por fenómenos naturales como por fenómenos artificiales, consecuencia del desarrollo de la población (Vargas & Perez, 1992).

Las aguas superficiales presentan características diferentes en cada caso y se ven afectadas frecuentemente por los fenómenos naturales y artificiales. Las aguas subterráneas presentan condiciones más uniformes; por regla general son más claras, pero también pueden estar bastante mineralizadas. Por su contacto con la atmosfera, las aguas de lluvia pueden

contaminarse ocasionalmente debido a las emisiones atmosféricas generadas por la actividad industrial (Vargas & Perez, 1992).

En definitiva, se considera que la calidad del agua es muy variable y necesita ser caracterizada a través del tiempo para definir los parámetros que deben ser tratados, así como el grado de tratamiento de coliformes con el uso que se le va a dar. El agua para el consumo humano (suministro público) es probablemente el uso que tiene los requisitos más estrictos de calidad, por lo que no es usual ni recomendable fijar normas de calidad para fuentes de agua cruda (Vargas & Perez, 1992).

Características que deben reunir las normas de agua potable

Las guías de Calidad de agua potable de la OMS deben servir de base para la elaboración de las Normas de Calidad de Agua Potable en cada país, teniendo en cuenta que los límites que se establezcan en cada caso, deben ser realistas, esto es, deben de ser factibles de ser alcanzados con los recursos locales disponibles para este fin. El límite máximo aceptable para un contaminante debe ser obtenido con las instalaciones de tratamiento y el nivel de operación existente y con el instrumental disponible (Vargas & Perez, 1992).

Se deben elaborar normas nacionales, no solo para el abastecimiento de agua distribuida a la comunidad mediante tuberías, sino también para toda el agua destinada a ser bebida, incluida la que se tiene por medio de camiones cisterna o en botellas (Vargas & Perez, 1992).

Idealmente, un sistema de abastecimiento de agua potable debe estar libre de bacterias coliformes fecales. Sin embargo, puede suceder que este objetivo no sea siempre factible de alcanzar en los países en desarrollo, especialmente en las áreas rurales (Vargas & Perez, 1992).

Fuentes de Abastecimiento

En el caso de una fuente de abastecimiento no regulada, esta debe tener un caudal superior al caudal de diseño en cualquier época del año, de manera que se pueda garantizar un suministro continuo. Se deben, entonces, realizar estudios hidrológicos que permitan establecer las curvas de duración de caudales para corrientes superficiales o pruebas de equilibrio para fuentes subterráneas que permitan garantizar la cantidad en el suministro de agua (Cualla R. A., 2003).

Pozos

Los brotes de agua naturales son áreas de superficie de la tierra a la que el nivel freático ha llegado de tal manera que el agua fluye hacia la superficie desde el subsuelo. Las fuentes naturales ocurren normalmente cuando roca impermeable alcanza una roca permeable que contiene agua subterránea (un acuífero). Si existe una capa impermeable como depósitos arcillosos, debajo de una zona de suelo saturado o roca, entonces puede dar lugar a una línea de fuentes naturales en cuesta donde las capas de arcilla queda al descubierto (GRESIQ, 2011).

Un pozo es un agujero realizado por el hombre que se excava hasta interceptar la línea o nivel de agua subterránea (el nivel freático, punto donde hallamos solo parte sólida y parte de agua). Si el pozo se excava por debajo del nivel freático, el agua rellena los espacios abiertos al nivel freático, y puede ser extraída el agua hacia arriba bajo presión por medio de un cubo o mediante bombeo (GRESIQ, 2011).

Las condiciones geológicas necesarias para el pozo son un acuífero inclinado entre dos rocas o capas impermeables que retiene el agua atrapada entre ellas. El agua penetra en el lado o ángulo del acuífero expuesto a alta elevación y va hacia abajo a través de espacios

porosos. El agua atrapada está sometida a la presión debido al peso del agua de la porción de acuífero que está por encima (GRESIQ, 2011).

Si se excava un pozo desde la superficie a través de las capas impermeables hasta el acuífero la presión hace que el agua suba a la superficie de manera natural y con fuerza. En áreas donde la pendiente del acuífero es suficientemente grande, la presión conduce el agua por encima del nivel del suelo de manera espectacular en forma de fuente permanente. El agua de los pozos artesianos o fuentes naturales es normalmente fría y libre de contaminantes orgánicos, lo cual la hace ideal para beber según (GRESIQ, 2011), sin embargo en la República Dominicana se han realizado malas prácticas ignorando las distancias entre los pozos y los sépticos, lo que provoca la contaminación del agua para el consumo.

La naturaleza geológica del suelo determina la composición química de las aguas subterráneas. El agua está en constante movimiento con el suelo donde se estanca y recircula, y así se desarrolla un equilibrio entre la composición del suelo y el agua (GRESIQ, 2011).

Las aguas subterráneas se caracterizan por tener una turbidez débil, temperatura y composición química constante y generalmente tener ausencia de oxígeno (GRESIQ, 2011).

El agua subterránea en circulación puede ser de gran variación en la composición con la aparición de varios contaminantes. Adicionalmente, las aguas subterráneas son bastante puras desde un punto microbiológico (GRESIQ, 2011).

Capacidad del pozo

El agua subterránea se encuentra en movimiento constante, aunque la tasa a la que se mueve es generalmente menor que como se movería en un río porque debe pasar en complicados pasos entre los espacios libres de las rocas. Primero el agua se mueve hacia abajo debido a la caída de la gravedad. También puede moverse hacia arriba porque fluiría de zonas de alta presión a zonas de baja presión (GRESIQ, 2011).

Captación del Agua Superficial

El término genérico utilizado para las obras de captación, derivación o toma en ríos es “bocatoma”. Por medio de esta estructura se puede derivar el caudal de diseño que por lo general corresponde al caudal máximo diario (Cualla R. A., 2003).

Las obras de captación deben localizarse en zonas donde el suelo sea estable y resistente a la erosión, procurando que la captación se haga en un sector recto del cauce. En caso de necesitarse la captación en una curva, aquella debe ubicarse en la parte exterior de la curva, tomando las debidas medidas de protección de la obra, como por ejemplo muros de contención aguas arriba y aguas debajo de la bocatoma. (Cualla R. A., 2003).

La fuente que abastece el Ensanche Naco es la presa de Valdesia, y en ocasiones interviene la presa del río Haina (CAASD, 2014).

Capacidad de Producción de agua potable

La capacidad de producción del sistema de agua potable de la ciudad de Santo Domingo, abastece a una población cercana a los tres millones de personas. Se estima que la totalidad de producción de este acueducto es del orden de los 15.5 m³/seg, lo que resulta en una dotación promedio de unos 516 l/p/d. Las fuentes que suplen de agua a esta ciudad provienen de aguas superficiales captadas por medio de embalses y a filo de agua de ríos

localizados alrededor de 40 km del centro de la ciudad, así como de las aguas subterráneas, por medio de pozos de explotación de acuíferos, que se ubican dentro de la misma ciudad y en sus alrededores, especialmente hacia el este de la ciudad (CAASD, 2014).

La producción actual según (CAASD C. , 2014) ha sido de 405.15mm/gal/día de forma constante para el Gran Santo Domingo, pero al atravesar por una sequía estacionaria de alrededor de 9 meses, esta producción disminuirá durante enero, febrero y marzo del 2015.

Producción y capacidad actual						
Sistema de Suministro	Capacidad actual	Capacidad Máxima	Producción Mínima	Producción Promedio	Tipo de Suministro	%
Valdesia	5,780	6,000	5,780	5,780	Gravedad	38.00%
Haina Manogwayabo	3,450	4,000	670	2,390	Bombeo	15.70%
La Isabela	472	474	117	400	Bombeo	2.60%
Duey Guanaitos	1,000	1,000	172	1,000	Gravedad	6.60%
Isa Mana	800	570	94	570	Gravedad	3.70%
Sectoriales Oeste	350	350	350	350	Bombeo	2.30%
Total Oeste	11,852	12,394	7,183	10,490		
Pozos la Joya	1,160	1,200	860	860	Bombeo	5.60%
Pozos Los Mareños	987	1,050	750	750	Bombeo	4.90%
Pozos Los Naranjos	150	161	130	130	Bombeo	0.90%
Pozos La Catalina	364	440	320	320	Bombeo	2.10%
Pozos La Caleta	265	265	230	230	Bombeo	1.50%
Pozos Brujela Casui	1,000	1,000	500	500	Bombeo	3.30%
Barrera Ozama	4,000	4,000	4,000	1,000	Bombeo	6.60%
Total Este	7,926	8,116	6,790	3,790		
Pozos Mata Mamon	290	290	200	200	Bombeo	1.30%
Pozos Sabana Perdida	290	290	220	220	Bombeo	1.40%
Pozos San Felipe	115	145	82	82	Bombeo	0.50%
Pozos Menores	80	112	60	60	Bombeo	0.40%
Sectoriales Norte	500	550	380	380	Bombeo	2.50%
Total Norte	1,275	1,387	942	942		
Total	21,053	21,897	14,915	15,222		

Tabla 1: Capacidad de producción del sistema de Santo Domingo
Fuente: (CAASD, 2014)

Considerando la tabla anterior (CAASD, 2014) concluye lo siguiente:

- El 48% de la producción corresponde a suministro por gravedad y el 52% restante por bombeo, considerando tan solo 1500 l/seg de las nuevas fuentes de Barrera y Brujelas. Considerando su capacidad total, la proporción de las fuentes por bombeo se incrementaría.
- Las fuentes superficiales suministran el 73% del caudal promedio y el 27%, las fuentes de agua subterránea.
- Existe un uso ineficiente de la capacidad de los sistemas por bombeo, principalmente de los pozos, debido a los cortes del suministro eléctrico. Estos disminuyen la de producción en 1800 l/ seg, es decir, un 30% de la capacidad instalada en la actualidad de los pozos. De recuperar parte de esta producción se podrían solventar muchos de los problemas de abastecimiento especialmente en el Norte y en el Este.
- Además de las cifras anteriores de la explotación de los pozos de la CAASD, existen pozos privados que podría alcanzar una producción de 1000 a 2000 l/seg. El riesgo que presentan estos pozos sobre la integridad del acuífero y su posible salinización, no ha sido evaluado. Tampoco su riesgo de contaminación por infiltración de desechos industriales y domésticos.

Presa de Valdesia

Este sistema es el responsable de abastecer al Ensanche Naco. Según (CAASD C. , 2014) a finales del año 2014 la presa de Valdesia tuvo un 89% de disminución de su capacidad, debido al bajo régimen de lluvias.

A fin de enfrentar los efectos de la sequía es necesario conciliar la distribución del agua del río Nizao, donde se encuentran las presas de Jigüey y Valdesia, que suplen al Gran Santo Domingo y al Distrito Nacional (Feliz, 2014).

Este sistema inicia en la toma del embalse del río Nizao; continúa en un tanque compensador y desde este, las líneas de conducción hasta la planta de tratamiento (CAASD, 2014).

Desde la planta, las líneas de conducción llegan hasta el tanque de Partición, en la Avenida Luperón con la Avenida Kennedy, en donde se integran al sistema de distribución. El caudal nominal de diseño de este sistema es de 6.3 m³/seg. Sin embargo, durante el presente estudio de diagnóstico se midió un caudal menor, de 5.6 m³/seg, saliendo del embalse y llegando a la planta de potabilización (CAASD, 2014).

La presa de Valdesia tiene un aprovechamiento múltiple: agua potable para la ciudad de Santo Domingo, 6.3 m³/seg.; riego para la agricultura, 193,734 tareas correspondiente al Distrito de Riego Ozama-Nizao; y una producción de energía eléctrica de 52.75 millones de KWH por año. La producción promedio desde su puesta en operación en 1978 hasta 1993, fecha de uso del agua de la presa para suministro del Acueducto de Santo Domingo, fue de 84.21 millones de KWH. Después de esta fecha, la producción de energía eléctrica descendió a 62.75 millones de KWH al año. La operación de Valdesia depende también de dos mini centrales; la Nizao-Najayo, con capacidad de 330 KW con promedio anual de generación de 0.57 GWH desde su entrada en operación en 1994; y los Anones, con una unidad instalada de 111 KW, un promedio anual de generación de 0.95 GWH desde 1999 al 2001. Dentro de las obras que componen la presa de Valdesia, está el dique de hormigón armado y contra fuerte, con una altura en su coronación de 156m.s.n.m. la altura desde su

fundación es 82 metros, con una longitud en la corona de 342 metros y un volumen total de material de 2,149,823 m³ (ARCQHYS Arquitectura, 1999).

Red de Distribución

El transporte de agua para satisfacer las necesidades de una comunidad es de una práctica muy antigua. El primer sistema de transporte de agua en el que usaban conductos circulares cerrados (civilizaciones anteriores transportaban el agua en canales abiertos) data del año 1500 a.C. en la isla de Creta. Posteriormente Arquímedes desarrolla las primeras leyes de la mecánica de fluidos (250 a.C.); mientras que hacia el año 100d.C. se construye el acueducto romano que transporta agua desde grandes distancias y se publican los primeros libros acerca de los sistemas de abastecimiento de agua. En el año 1455 aparece la tubería de hierro en Alemania (Cualla R. A., 2003).

Adelantos científicos como los de Pitot (medición de la velocidad del flujo en 1732), Bernoulli (publicación de los principios de las leyes de energía aplicados a sistemas hidráulicos en 1738) y Euler (desarrollo de la ecuación de la energía en 1752) sientan las bases de la hidráulica que aún perduran en nuestro tiempo. En 1754 se construye el primer sistema de acueducto en Estados Unidos (Pennsylvania). Los trabajos desarrollados por numerosos investigadores, como St. Venant (ecuación de la cantidad de movimiento en 1843); Darcy- Weisbach (primer desarrollo de la ecuación de pérdida de energía en 1845) y Hazen- Williams (formula empírica para el cálculo de pérdidas en 1906), son la base para la modelación matemática del flujo en tuberías. Hardy Cross formula las primeras ecuaciones para el análisis del sistema de redes en 1936 (Cualla R. A., 2003).

La segunda mitad del siglo XX es de particular importancia, debido al desarrollo de los primeros computadores en la década de los años cincuenta. Los primeros modelos digitales

para la solución de redes de tuberías aparecen en las décadas de los sesenta y setenta. Surgen muchos métodos de análisis de redes numéricamente complejos, pero de relativa facilidad de solución debido al alto grado de desarrollo en la capacidad del cálculo en los computadores modernos; uno de los últimos es el método del “gradiente”, publicado en 1988 por E. Todini y S. Pilati. Hoy en día existen numerosos programas comerciales para la modelación hidráulica y de calidad de agua en las redes de distribución de los sistemas de acueductos. Cabe anotar que los resultados obtenidos por dichos modelos jamás serán superiores a la calidad de los datos de entrada y no remplazarán el análisis juicioso del ingeniero, que debe aplicar dichos resultados en condiciones técnicas, económicas y sociales de muy diversa naturaleza (Cualla R. A., 2003).

Se le da el nombre de “red de distribución”, al conjunto de tuberías cuya función es la de suministrar el agua potable a los consumidores de la localidad (Cualla R. A., 1999).

La unión entre el tanque de almacenamiento y la red de distribución se hace mediante una tubería denominada “línea matriz”, la cual conduce el agua al punto o a los puntos de entrada a la red de distribución. Su diseño como trazado, caudal y presiones de servicio (Cualla R. A., 1999).

La red de distribución está conformada por tuberías “principales” y de “relleno”. La red de tuberías principales es la encargada de distribuir el agua en las diferentes zonas de la población, mientras que las tuberías de relleno son las encargadas de hacer las conexiones domiciliarias. El diseño o cálculo de la red de distribución se hace sobre la red principal; el diámetro de la red de relleno no se fija de acuerdo con las normas pertinentes (por lo general es de 3” y en condiciones especiales puede bajarse a 2” con previa justificación) (Cualla R. A., 1999).



Ilustración 2: Red primaria de distribución del ensanche Naco
Fuente: (CAASD, 2014)

En la ilustración anterior se observa el trazado de las redes principales de distribución del ensanche Naco, ($\varnothing 8$, $\varnothing 12$, $\varnothing 16$).

Consumo de Agua Potable

El complemento necesario para establecer el caudal de diseño de un acueducto es la determinación del consumo de agua. El consumo es el volumen de agua utilizado por una persona en un día y se expresa por lo general en galones por habitante y por día (gal/hab/d) (Cualla R. A., 1999).

La determinación del consumo se debe hacer con base de datos estadísticos del consumo pasado y presente de la población (en el caso de que se disponga de esta información) o, si no, basándose en estos mismos datos de otras poblaciones vecinas (Cualla R. A., 1999).

Según (CAASD C. , 2014) la dotación de agua potable a nivel internacional es de unos 200 l/per/día, mientras en República Dominicana esta entre 400 y 450 l/per/ día, dichos valores tomando en cuenta las perdidas en las redes de distribución.

Factores determinantes del consumo de agua potable

La temperatura

Debido a las condiciones propia de la actividad del ser humano, entre mayor sea la temperatura, mayor será el consumo de agua. Por ejemplo, se beberá más agua, el aseo personal será más frecuente, se emplearan sistemas de aire acondicionado y el riego de jardines será más intensivo (Cualla R. A., 1999).

La temperatura ambiente es uno de los principales factores que afectan el consumo en una comunidad. El consumo neto puede incrementar así:

- Entre el 15% y 20% para climas con temperatura superior a 28°C.
- Entre 10% y 15% para climas con temperatura entre 28°C y 20°C.
- No se recomienda incremento para temperaturas inferiores a 20°C.

(Cualla R. A., 2003)

En la época de sequía la captación de agua disminuye considerablemente, lo que hace más complicado el proceso de suministro de agua (Williams, 2014).

Calidad del agua

Por razones lógicas, el consumo de agua será mayor en la medida en que las personas tengan la seguridad de una buena calidad del agua. Lo anterior es válido para el consumo industrial (Cualla R. A., 1999).

Características socioeconómicas

El consumo de agua depende también del nivel de educación y del nivel de ingresos de la población (Cualla R. A., 1999).

El nivel socioeconómico del área de estudio es de clase A, en su gran mayoría (CAASD, 2014).

Servicio de alcantarillado

El hecho de disponer de una red de alcantarillado incrementa notablemente el consumo de agua potable, en comparación con sistemas de evacuación de excretas primarios como letrinas, o donde no existe ningún sistema y la deposición se hace al aire libre. En estos casos extremos, el consumo puede variar desde 300 L/hab/d para grandes metrópolis hasta 40 L/hab/d para poblaciones sin servicio de alcantarillado (Cualla R. A., 1999).

Presión en la red de distribución de agua

Si se tienen altas presiones en la red, se presentarían mayores desperdicios en el consumo doméstico al abrir las llaves de los lavamanos, regaderas y otros elementos. Igualmente se puede presentar un mayor número de rupturas de tubos dentro del domicilio o en la misma red de distribución, aumentando así el volumen de agua perdida. (Cualla R. A., 1999)

El ensanche Naco se caracteriza por tener bajas presiones en el suministro de agua potable debido al crecimiento poblacional con la construcción de torres en lugares donde existían casas.

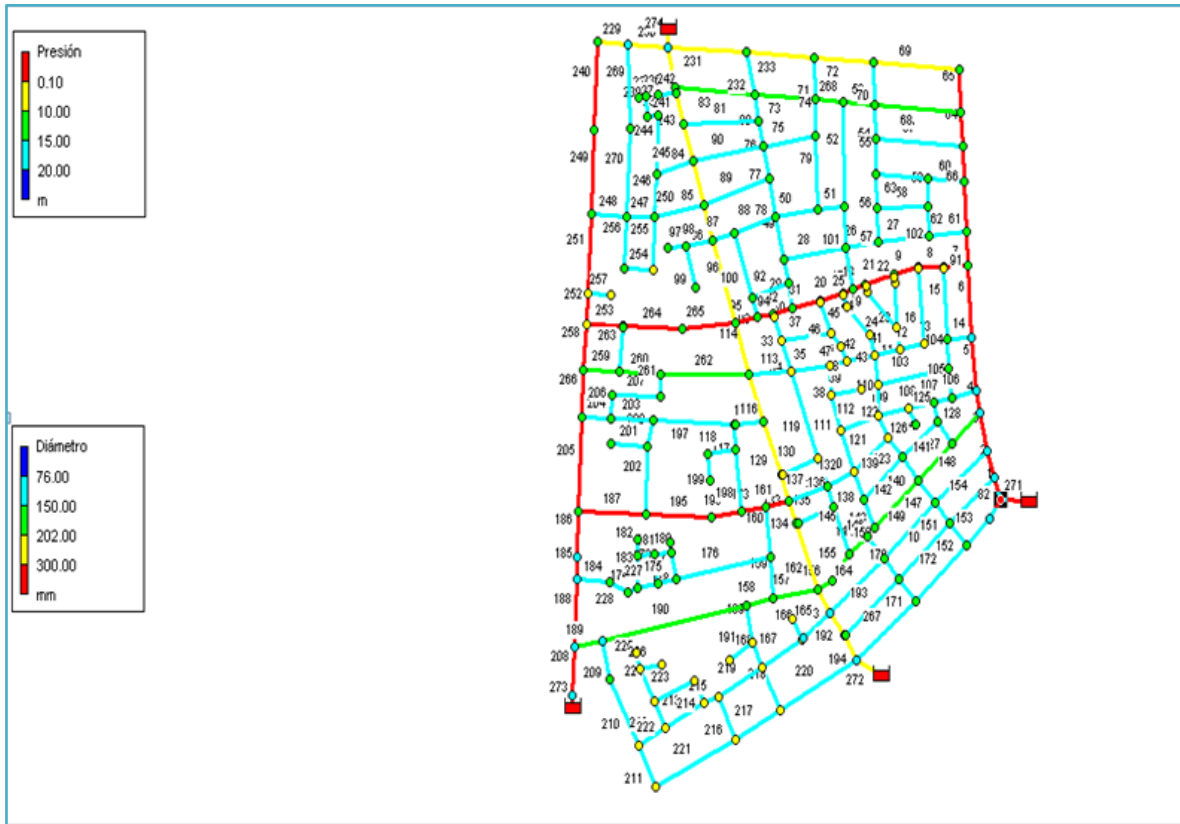


Ilustración 3: Esquema de Presiones del Ensanche Naco
Fuente: (Jimenez, 2012)

El esquema anterior corresponde a una simulación hidráulica realizada bajo el programa Epanet. En él se indican los diámetros de las tuberías instaladas y las presiones existentes en los nudos expresadas en metro de agua.

Administración

Una administración eficiente controlara mejor el consumo de agua reduciendo las fugas y desperdicios, y vigilando las conexiones clandestinas, Para realizar la labor anterior se debe contar con equipos especializados, como amplificadores electrónicos de sonido o trazadores

radioactivos débiles y de corta vida, los cuales son muy costosos y no están al alcance de la capacidad de adquisición de todos los municipios. (Cualla R. A., 1999)

Actualmente el agua se administra como si fuera algo sin valor en lugar de tratarse como el recurso sustentador de vida, valioso y progresivamente cada vez más escaso que es. Un paso crucial para avanzar hacia una gestión más racional de agua es establecer un precio del agua que refleje su valor y su escasez. Esto puede, claro está, provocar aumentos de precio sustanciales que afecten particularmente a las familias de ingresos bajos. La mejor forma para evitar este problema es usar un sistema de precios por rangos, donde un nivel bajo de consumo, necesario para satisfacer necesidades básicas, es muy barato, mientras que los precios aumentan en los niveles más altos de consumo (Clark, 2007).

En República Dominicana la gestión del agua es deficiente, debido a los bajos costos a los que se factura el servicio (CAASD C. , 2014)

Medidores y Tarifas

Al instalar un sistema nuevo de acueducto, puede ser que en un principio no se instalen medidores y tampoco se cobre por el uso del agua. Con el tiempo el consumo se incrementa y se instalan medidores, lo cual causa un impacto psicológico sobre los consumidores, por lo que el consumo disminuye. Posteriormente el consumo aumenta y es entonces necesaria la implantación de un sistema de tarifas para racionalizar el consumo de agua (Cualla R. A., 1999).

El Ensanche Naco cuenta con unos 1451 medidores hasta la fecha, distribuidos en el sector mediante un sistema de rutas establecidos por la Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santo Domingo, (CAASD).



Ilustración 4: Medidores en mal estado
Fuente: Propia

Según la CAASD el Ensanche Naco cuenta con unos 14,406 usuarios, de los cuales solo 10.07% cuentan con un sistema de medición, sin embargo no todos funcionan de manera correcta.

En la ilustración anterior se observa la falta de mantenimiento y del control del sistema de medición, el mismo corresponde a una cafetería de la c/ Fantino Falco #30. El mismo se instaló en el 2002, y la última lectura registrada fue en octubre del 2013.

Según (CAASD, 2013) las Tarifas del Servicio medido son las siguientes:

Residenciales e instituciones sin fines de lucro

RD\$ 6.00/m³ tanto para el cupo básico (tarifa fija) como para los m³ adicionales,

Hasta un consumo de 32 m³ por unidad servida por mes.

RD\$ 8.00/m³ los m³ adicionales, por encima de un consumo de 32 m³/ mes.

Comerciales

RD\$ 6.00/m³ hasta el cupo básico (tarifa fija)/mes.

RD\$ 9.00/m³ adicionales después del cupo básico/mes.

Industriales 1 (no usan agua como materia prima)

RD\$ 7.00/m³ hasta el cupo básico (tarifa fija) mensual.

RD\$ 10.00/m³ adicionales después del cupo básico mensual.

Industriales 2 (usan agua como materia prima)

RD\$ 10.00/m³ hasta el cupo básico (tarifa fija) mensual.

RD\$ 12.00/m³ adicionales después del cupo básico mensual.

Oficiales y otros

RD\$ 6.00/m³ hasta el cupo básico mensual.

RD\$ 7.00/m³ adicionales después del cupo básico mensual.

Tipo de Comunidad

Una comunidad o zona a desarrollar esta está constituida por sectores residenciales, comerciales, industriales y recreacionales, cuya composición porcentual es variable para cada caso. Esto nos permite fijar el tipo de consumo de agua predominante y orientar en tal sentido las estimaciones (Arocha, 1977); así se tiene:

- a) Consumo doméstico. Constituido por el consumo familiar de agua de bebida, lavado de ropa, baño y aseo personal, cocina, limpieza, riego, jardín, lavado de carros y adecuado funcionamiento de las instalaciones sanitarias. Este representa un consumo predominante en el diseño (Arocha, 1977).
- b) Comercial o industrial. Puede ser un gasto significativo en casos donde las áreas a desarrollar tengan una vinculación industrial o comercial. En tal caso, las cifras de consumo deben basarse en el tipo de industria y comercio, más que en estimaciones referidas a áreas o consumos per cápita (Arocha, 1977).
- c) Consumo público. Está constituido por el agua destinada al riego de zonas verdes, parques y jardines públicos, así como la limpieza de calles (Arocha, 1977).

d) Consumo por incendio. En términos generales, puede decirse que un sistema de abastecimiento de agua representa el más valioso medio para combatir incendios, y que en el diseño de alguno de sus componentes este factor debe ser considerado de acuerdo a la importancia relativa en el conjunto y de lo que puede significar para el conglomerado que sirve (Arocha, 1977).

Tamaño de la comunidad

Algunas investigaciones realizadas en países desarrollados han puesto de manifiesto que los consumos per cápita aumentan con el tamaño de la comunidad (Arocha, 1977).

Variaciones periódicas de los consumos e influencia sobre las diferentes partes del sistema

En general, la finalidad de un sistema de abastecimiento de agua es la de suministrar agua a una comunidad en forma continua y con presión suficiente, a fin de satisfacer razones sanitarias, sociales, económicas y de confort, propiciando así su desarrollo (Arocha, 1977).

Los consumos de agua de una localidad muestran variaciones estacionales, mensuales, diarias y horarias. Estas variaciones pueden expresarse en función porcentual del consumo medio (Q_m). Que es notorio que en condiciones de lluvia, las comunidades demandan menores cantidades de agua del acueducto que en épocas de sequía (Arocha, 1977).

Problemática de los consumos fijos

Al asumir consumos invariables se tienen dos opciones: se factura un consumo mayor al real, o un consumo menor, pero nunca lo justo.

Es de mucha importancia implementar un sistema de medición funcional, cuya lectura sea real y el sistema sea seguro ante cualquier violación.

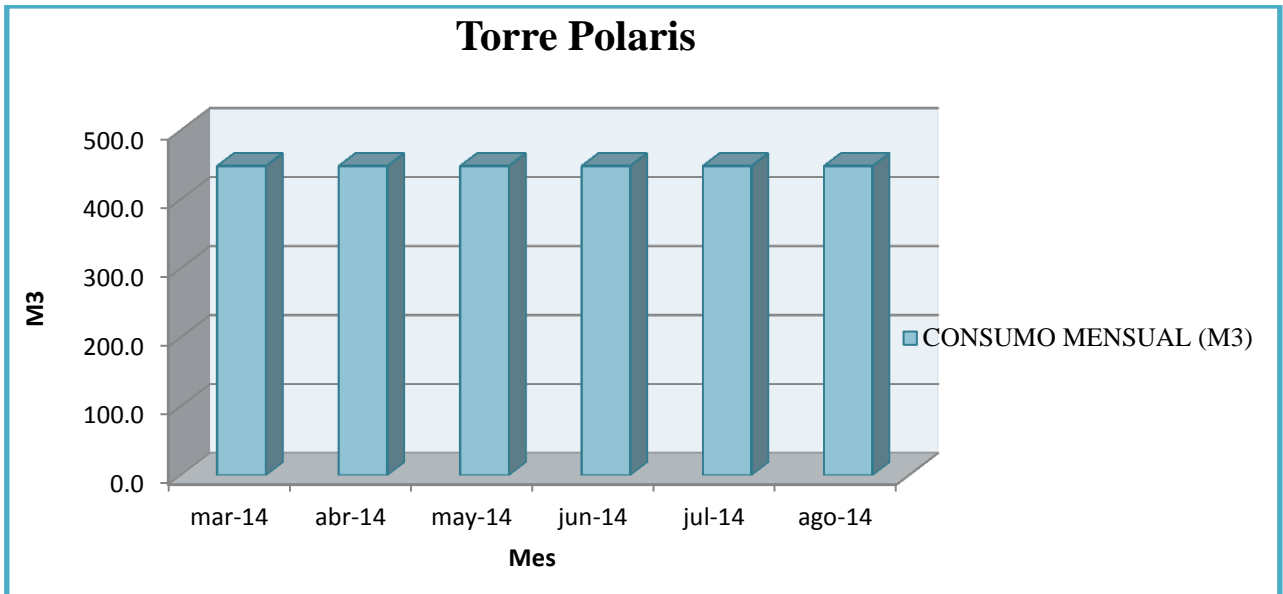


Gráfico 1: Problemática de los consumos fijos
Fuente: (CAASD, 2014)

Mediante investigaciones realizadas, se ha llegado a aproximaciones que hacen cada vez más precisas las estimaciones sobre consumos de agua. Existen normas que regulan la dotación, según el uso de la tierra, la zonificación, y en otros casos las características de la población, expresándolas en L/hab/día, o en caso de industrias, en función del tipo y de la unidad de producción. (Arocha, 1977).

Cuando se dispone de datos urbanísticos que presentan áreas zonificadas de acuerdo al uso, es fácil obtener y predecir los consumos con bastante aproximación; pero para los proyectos de abastecimiento de agua en zonas donde tal regulación no existe, se hace necesario estimar los consumos per cápita, en cuyo caso deben valorarse todos los factores que tiendan a modificar estas cifras. (Arocha, 1977)

Costos

El precio que las personas pagan por el agua está fundamentalmente determinado por tres factores: el coste del transporte desde la fuente al usuario, la demanda total de agua, y los

subsidios al precio final. El tratamiento para eliminar los contaminantes también puede incrementar su coste (Clark, 2007).

El transporte del agua

El coste del transporte del agua está determinado mayormente por lo lejos que debe ser trasladada y a qué altura debe llevarse. Las ciudades y los pueblos en crecimiento pueden tener que recorrer centenares de kilómetros para encontrar el agua que necesitan para satisfacer su sed cada vez mayor (Clark, 2007).

Los subsidios del agua

El factor último que afecta a cuánto pagan las personas por el agua es la cantidad que se subvenciona. Los subsidios al agua pueden ser muy grandes (Clark, 2007).

Los subsidios a menudo benefician sólo a las familias de ingresos más altos. A menudo, los residentes de los barrios de chabolas urbanas en países en vías de desarrollo no tienen acceso al abastecimiento de agua municipal y en lugar de eso compran agua a los suministradores privados (Clark, 2007).

A la CAASD le cuesta RD\$20 producir un metro cubico de agua y la comercializa a precios muy bajos. Al implementar medidas para reducir el consumo y determinar las perdidas en la zona, disminuiría un porcentaje considerable en el aspecto económico. Tomando medidas de concientización y de control del agua en una zona determinada, el Estado puede disminuir gastos que pudiese emplear en la mejora del sistema de acueductos y alcantarillados (CAASD, 2013).

Vulnerabilidad de los sistemas de Agua en Santo Domingo

El 64% de la producción de agua en Santo Domingo depende del sistema eléctrico Nacional, lo cual es sometido a frecuentes interrupciones y a altos costos de operación (CAASD, 2013).

Los sistemas de agua también se enfrentan a la pérdida de los equipos eléctricos, lo que dificultan el suministro, más aun si existe una cultura de “no pago” del agua, el proceso se hace insostenible. Se calcula que solo el 27% de los clientes del Gran Santo Domingo paga el agua (Williams, 2014).

Almacenaje del agua

La CAASD cuenta con 83 tanques de almacenamiento, en diferentes puntos estratégicos, con capacidad para almacenar 105 millones de galones (CAASD, 2014).

La falta de presión de agua o la restricción del servicio en ciertos lugares, obliga a muchas familias instalar cisternas y tanques elevados para almacenar agua a fin de tenerla disponible, sin embargo hay que poner mucha atención, porque un deficiente mantenimiento de estos depósitos puede afectar el consumo de agua y traer enfermedades.

Una cisterna es una edificación subterránea dedicada al almacenamiento de agua potable procedente de sistemas de producción y tratamiento que pueda dotar a un espacio poblacional determinado. Su función principal es la facilidad de la disposición permanente de las aguas para su posterior uso por parte de los consumidores (Perlman, 2014).

“El agua de cualquier planta de tratamiento, siempre va a arrastrar pequeños sedimentos que con los años puede formar capas de sedimentación en nuestras instalaciones sanitarias”, y estas capas de sedimentación, son las que albergan microorganismos que contaminan el agua provocando males estomacales o gastrointestinales, que pueden prevenirse. “Es

necesario hacer una limpieza y desinfección de estos depósitos por lo menos cada seis meses, asegurarnos de colocar la suficiente cantidad de cloro, un cojín de lejía por cada dos metros cúbicos de agua” (Albinagorta, 2010).

Además de la falta de mantenimiento otros problemas que pueden ocasionar la contaminación del agua que almacenamos son la construcción de estos depósitos y la protección de los mismos (Albinagorta, 2010).

“Su construcción debe ser de acuerdo a la reglamentación, las cisternas por ejemplo deben estar sobre una tapa elevada para evitar que aguas superficiales puedan ingresar, pero ambos deben tener tapas herméticas, estar protegidas de la luz solar y con suficiente ventilación” (Albinagorta, 2010).

Influencia del almacenaje de agua en el consumo

Es muy común en nuestro país el uso de cisternas como forma previsor de almacenar agua. La Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santo Domingo ha tenido que abastecer al Gran Santo Domingo de forma sectorial, ya que los usuarios consumen en un día lo que consumirían en una semana con el uso de las cisternas. La ausencia del agua provoca temor en los consumidores, lo que conlleva a que tomen medidas de contingencia, a pesar de que se está produciendo la cantidad de agua necesaria en litros por persona por día. Por esta razón el suministro no es de forma constante (Williams, 2014).

En agosto del año 2014 el Gran Santo Domingo tuvo una dotación de 395.5 lps, cuando realmente se debe diseñar a 250 lps, lo que demuestra la influencia del almacenaje de agua en el consumo (Williams, 2014).

El consumo de agua potable también se ve afectado por fugas ocasionadas por fisuras o grietas en el interior de las cisternas e incluso un mal funcionamiento de la válvula del flotador.

Bombas

Una bomba es una maquina hidráulica capaz de transformar energía, absorbiendo un tipo de energía y restituyéndola en otra. En general, se considera el fluido que intercambia energía como de peso específico constante y, por tanto incomprensible (Cualla R. A., 2003).

El Ensanche Naco se caracteriza por poseer estas máquinas en la mayoría de sus localidades, debido a las bajas presiones que presenta el agua.

Alternativas

La CAASD ha propuesto:

Implementar programas de mejoras de la eficiencia operativa, para aumentar la producción:

- El mantenimiento electromecánico a equipos de bombeo
- Rehabilitación de redes obsoletas
- Plan de sectorización.

1- Priorizar fuentes alternativas

2- Implementar programas para eficientizar la gestión comercial.

3- Programa de concientización ciudadana.

4- Creación de un sistema de gestión y control de pérdidas.

Incremento del presupuesto institucional (CAASD, 2013).

Tecnologías verdes

De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, aun cuando un tercio de la población mundial experimenta escasez de agua, se malgasta este recurso. Ante esto, los eco-baños (baños verdes) se constituyen en una opción de ahorro, tomando en cuenta el diseño y el buen gusto (Tineo, 2012).

Existen elementos como lavamanos, inodoros, duchas, fregaderos, lavaplatos, entre otros equipos que emplean el uso del agua, que debido a su tecnología reducen el consumo por métodos simples.

Las fuentes acuíferas de nuestro Planeta se reducen cada vez más (en calidad y cantidad) y a una velocidad mayor que la que dura la naturaleza para reponer su ciclo del agua, pues a esta no le da tiempo de limpiar la polución vertida. El 97% del agua de nuestro llamado 'planeta azul' corresponde a los océanos y mares; el 3% restante tiene un 1.75% que se encuentra almacenado en forma de casquetes polares y glaciares, un 0.76% concierne al agua subterránea, y el resto se atribuye a los ríos, lagos y lagunas (en otros términos, estos últimos porcentajes corresponden al agua que podemos utilizar) (Tineo, 2012).

En este sentido, resulta que los inodoros están considerados como la principal fuente de derroche de agua de un baño y se les atribuye el 30% del consumo de agua de una residencia (Tineo, 2012).



Ilustración 5: Baños Ecológicos
Fuente externa: (Tineo, 2012)

Las duchas son más conservadoras, cuando del consumo de agua se trata. Llenar una bañera o un jacuzzi requiere de 30 a 70 galones (Tineo, 2012).



Ilustración 6: Duchas ecológicas
Fuente Externa: (Tineo, 2012).

Soluciones para optimizar el consumo de agua Potable

Aunque los inodoros tradicionales consumen desde 9 a 6 galones por descarga, hoy día encontramos modelos que de manera perfectamente higiénica descargan con 0.8 galones o menos. Al elegir o reemplazar los inodoros tradicionales por los de bajo consumo, se puede

ahorrar anualmente hasta 17,000 galones de agua por inodoro. También existen mecanismos de ahorro como el ‘dual-flush’, que consiste en dos opciones de descarga, dependiendo de si se requiere más o menos agua, o de si el desecho es sólido o líquido. Del mismo modo, hay varios modelos que integran al lavamanos con el inodoro. La ventaja que estos traen consigo no solo es un reducido consumo de agua, sino su considerable ahorro de espacio. Entre los uriniales de bajo consumo pueden mencionarse aquellos modelos que permiten ahorrar aproximadamente unos 30,000 galones de agua al año. Los llamados ‘uriniales secos’ son más eficientes aún, gracias a una tecnología que permite utilizar 1 litro de agua por descarga, con un ahorro aproximado de 40,000 galones al año (Tineo, 2012).

Existen sistemas como el Aquareturn, que es un pequeño dispositivo que se encarga de no derrochar el agua mientras se espera a que esté a la temperatura adecuada para ducharse. Su funcionamiento impide que el agua salga por el grifo hasta que no esté a la temperatura que queramos, gracias a un termostato. Así, el sistema devuelve el agua a la instalación de la vivienda e impide derrocharla (Subinas, 2013).

Las duchas que utilizan dispositivos de bajo flujo consumen alrededor de 2.5 galones por minuto. Estos dispositivos son mecanismos de alta eficiencia y rendimiento. Existen dos tipos de cabezas para duchas de bajo flujo: las tipos ‘aerating’ que mezclan el agua, manteniendo una presión estable como regadera, y las ‘non aerating’ que utilizan un sistema de pulsaciones para reducir el flujo, dando un efecto de masaje. De esta manera, también se ahorra energía, pues este tipo de duchas -a diferencia de las tradicionales- consumen 10 galones de agua caliente por 5 minutos de uso, logrando ahorrar hasta 400 galones de agua caliente al poner el calentador a trabajar menos (Tineo, 2012).

El agua que se derrocha en los lavamanos está considerada como el 15% de toda la que se usa en una residencia. El mismo concepto que se aplica para las duchas se aplica en las

griferías para lavamanos. Las griferías modernas consumen solo 1.5 galones o menos, por minuto (Tineo, 2012).

Equipos, técnicas y buenas prácticas para reducir el consumo de agua

El concepto de “buenas practicas” engloba tanto los comportamientos individuales y colectivos como la organización del trabajo y el desempeño de las actividades productivas.

Las buenas prácticas suelen ser medidas sencillas, basadas en la lógica y el sentido común.

A continuación se describe un conjunto de tecnologías y prácticas que pueden implementarse en el plan de ahorro de agua (Blas, 2010).

Grifos

- Grifos con ruleta: No es el tipo de grifo más adecuado
- Grifos con Monomando: Puede disponer de limitador de caudal. Es más adecuado que el tipo ruleta.
- Grifos con temporizador: Es un tipo de grifo orientado a la economía del agua.
- Grifos con celdas fotoeléctricas: Utiliza sensores infrarrojos para detectar la presencia de las manos.

(Blas, 2010).

Adaptaciones de grifos

- Reductores de caudal: Consiguen una reducción del 50%
- Aireadores: Incorpora aire al chorro y así reduce el consumo de agua hasta el 40% respecto del inicial.

(Blas, 2010).

Inodoros

- Inodoros con pulsador/ tirador: son los más comunes (descarga de 9 litros).
- Inodoros con Cisterna elevada: la cisterna está colocada en altura y la descarga esta accionada por un tirador.
- Sistema de doble descarga y de interrupción de descarga: pueden ahorrar agua mediante la incorporación de un sistema de descarga que permite escoger entre dos volúmenes distintos de descarga de agua (6-9 litros o 3-4 litros).

(Blas, 2010).

Urinarios

- Con temporizador: provisto de un pulsador cuyo accionamiento provoca una abundante descarga de agua.
- Con celda fotoeléctrica: utiliza la tecnología de infrarrojos para detectar la presencia de un usuario.

(Blas, 2010).

Duchas

- Con sistema de aireación, reduciendo hasta un 60% del consumo de agua (Hansgrohe, 2015). (Véase en anexos)

Se puede colocar un reductor de caudal que permite reducir el consumo inicial hasta en 50%. (Blas, 2010).

Ahorro y consumo eficiente para cafeterías y restaurantes

- Lavavajillas: Consumen entre 8 y 30 litros/minuto

- Lavavajillas de apertura frontal: suelen estar empleados para los establecimientos de 50 a 200 personas.
- Tren de Lavado o lavavajillas de arrastre: indicados para los establecimientos de más de 200 personas.

(Blas, 2010).

Zonas verdes

La utilización de las técnicas de xerojardinería permite combinar el mantenimiento de jardines bonitos con uso eficiente de agua. Esta técnica pretende adaptarse a las condiciones climáticas del entorno (Blas, 2010).

Elección de las especies

- Es preferible tomar en consideración a las plantas autóctonas.
- Es aconsejable reducir las zonas de césped.
- La agrupación de las plantas según sus necesidades de agua permite regarlas con más eficiencia.

(Blas, 2010).

Elección de un sistema de riego

- Por aspersión: como lluvia de pequeñas gotas
- Por goteo: no tiene pérdidas por evaporación
- Por exudación: es la técnica que permite mayores ahorros de agua.
- Programador: evita los riegos innecesarios.

(Blas, 2010).

Recogida del agua de lluvia

Estudiar la posibilidad de emplear agua que no proceda a la red de abastecimiento municipal (Blas, 2010).

La limpieza de las calles y patios de las zonas verdes

El empleo de útiles mecánicos (escoba, aspiradores, etc.) permite ahorrar hasta 200 litros de agua (Blas, 2010).

El riego de jardín

- Regar en las horas de menos calor.
- No se debe regar los días de fuerte viento.
- Los árboles y arbustos recién plantados requieren riegos frecuentes.
- Puede incorporarse un sensor de lluvia y un sensor de humedad.

(Blas, 2010).

Tipo de instalación	Mínimo exigido	Óptimo	Mejor tecnología disponible
Grifos	Temporizador con caudal inferior a 15 L/min.	Temporizador con caudal regulado a 8 L/min.	Mando óptico-electrónico con caudal regulado a 5 L/min.
Duchas colectivas	Temporizador o termostáticos con agua mezclada.		
Inodoros	Cisterna simple con interruptor de descarga.	Cisterna con doble tecla de descarga. Volumen máximo de descarga 3 a 6 l.	
Urinarios	Fluxómetro con descarga máxima de 3,3 l (20 L/min. durante 10 segundos).	Fluxómetro con descarga máxima de 1 l (10 L/min. Durante 6 segundos).	Célula óptico-electrónica individual para cada urinario.

Tabla 2: Eficiencia de los equipos sanitarios
Fuente: (Blas, 2010)

Sistema de reutilización o reciclaje de aguas grises

Las aguas grises son todas aquellas utilizadas en duchas, bañeras y lavabos. Denominamos reciclaje o tratamiento de aguas grises al sistema que nos permite utilizar esta agua para usos en los que no es imprescindible el agua potable, tales como inodoros, riego, lavadoras o limpieza de suelos o vehículos. El agua resultante es un agua limpia y completamente higiénica que, sin embargo, no recibe legalmente el estatus de agua potable, pero que puede utilizarse en multitud de usos cotidianos (Grey Water Net, 2015).

El tratamiento de aguas grises

El tratamiento de aguas grises puede ser doméstico o industrial. Básicamente, el procedimiento es en ambos casos el mismo, y sólo varía el volumen del agua tratada. Para poder tratar las aguas grises es necesario que la edificación disponga de dos sistemas hidráulicos independientes: por un lado el de las aguas grises, es decir, el de las aguas que proceden de los lavabos y las duchas y baños, y por otro lado el resto de los desagües de la casa. Por este motivo, lo mejor para optimizar la amortización del sistema es planificar la inclusión de un sistema de aguas grises ya cuando se está planificando la construcción de la casa (Grey Water Net, 2015).

Depuración por oxidación total

Los equipos de depuración de aguas grises aplican el principio de depuración mediante lodos activos y oxidación total, en el que se genera una masa activada de microorganismos capaz de estabilizar el agua residual mediante la intervención del oxígeno del aire (Grey Water Net, 2015).

En la práctica este proceso supone que el agua gris procedente de duchas, bañeras y lavabos, se agite mediante la acción del aire inyectado en el equipo, de manera que la

materia orgánica se mantenga en suspensión y en contacto permanente con el oxígeno del aire. Las bacterias presentes de forma natural en el agua descomponen esta materia orgánica con la ayuda del oxígeno. A continuación, la materia degradada sedimenta por su propio peso y es separada en dos porciones; una parte se recircula para mantener una población bacteriana adecuada y otra parte sobrante se evacúa hacia el desagüe (Grey Water Net, 2015).

Finalmente, se aplica sobre el agua tratada un tratamiento de desinfección con rayos ultravioleta con el fin de eliminar las bacterias todavía presentes. Adicionalmente, este tratamiento puede completarse con una desinfección mediante dosificación de cloro (Grey Water Net, 2015).

Etapas del tratamiento

Según (Grey Water Net, 2015) las etapas son las siguientes:

➤ Etapa 1: Filtrado y primer tratamiento biológico

El agua gris se agita mediante la acción del aire inyectado en el equipo, de manera que la materia orgánica se mantiene en suspensión y en contacto permanente con el oxígeno del aire. Las bacterias - presentes de forma natural en el agua - descomponen esta materia orgánica con la ayuda del oxígeno.

➤ Etapa 2: Segundo tratamiento biológico y clarificación

Continúa el tratamiento, la materia degradada sedimenta por su propio peso y es separada en dos porciones; una parte se recircula para mantener una población bacteriana adecuada y otra parte sobrante se evacúa hacia el desagüe.

➤ Etapa 3: Desinfección y servicio

Se aplica sobre el agua tratada un tratamiento de desinfección con rayos ultravioleta con el fin de eliminar las bacterias todavía presentes.

Ventajas del uso de aguas grises

Según (Grey Water Net, 2015) la utilización de un sistema de aguas grises en un edificio unifamiliar, un bloque de pisos o una instalación comunitaria, como puede ser un hotel, un polideportivo o cualquier instalación que utilice gran cantidad de agua en lavabos y duchas.

Las ventajas son:

- Ahorro de miles de litros de agua potable al año.
- Consecuente ahorro de costes de agua.
- Disponibilidad de agua dulce incluso si hay restricciones en la red pública.
- Elevada independencia del suministro público.
- Evidente beneficio para el medio ambiente y para la sociedad, dado que estamos evitando el derroche de agua potable allí donde no es necesaria, regar, limpiar, utilizando en su lugar agua dulce que ya ha sido utilizada anteriormente.

El ahorro de agua en una empresa por ejemplo podría llegar a reducirse en un 35% o 40% con este método(Blas, 2010).

Reutilización del agua con sistema de Plantas de Macrófitas

Existen diversos tipos de macrófitas que se pueden emplear para el tratamiento de aguas residuales, de hecho en la Republica Dominicana se ha implementado este sistema en Punta Cana con fines de regar un campo de golf, y en una planta de tratamiento de aguas residuales en Los Jardines, Santo Domingo.



Ilustración 7: Planta de tratamiento de aguas residuales con Macrofitas
Punta Cana, Fuente: (AGUA INC, 2013)

La presencia de macrófitas flotantes o enraizadas potencia la obtención de efluentes de buena calidad, pues estas plantas acuáticas captan materias orgánicas y nutrientes.

Lenteja de agua

La ventaja que tiene el utilizar la lenteja de agua (macrófitas) para captar nutrientes, proviene de su preferencia por captar el amoníaco. Esto fue demostrado en cultivos de laboratorio. De esta forma la eliminación del nitrógeno consume menos energía y por lo tanto tiene un rendimiento mayor, esto se traslada a una baja de costo en el tratamiento (RAICEA, 2013) .

Las lentejas de agua, no trabajan solas sino que conjuntamente con las bacterias ayudan a purificar el efluente. La descomposición bacteriana causa anaerobiosis, la cual es mantenida por la cobertura vegetal que se crea en la superficie y que evita la aireación. La mineralización producida por las bacterias da carbono, nitrógeno y fósforo, nutrientes éstos que luego son la principal fuente para el crecimiento de las lentejas de agua que los convierten en proteínas vegetales (RAICEA, 2013).

Las especies de lenteja de agua como Spirodela y Lemna reducen el contenido de oxígeno del agua residual, sin embargo, esta anaerobiosis no parece causar ningún daño a las plantas

o impedir el reúso del efluente tratado para irrigación. El límite superior de tolerancia térmica para las lentejas de agua es de alrededor de 34°C. (RAICEA, 2013).



Ilustración 8: Lenteja de agua (macrófitas)
Fuente: (RAICEA, 2013)

Las macrófitas acuáticas se han venido usando en las 2 últimas décadas para la remoción de metales pesados, compitiendo con otros tratamientos secundarios. El principal mecanismo de remoción de metales es la adsorción por las raíces (RAICEA, 2013).

Según (Margalef, 1991) y (Wetzel, 1981) los beneficios que aportan las macrófitas son:

- Pueden utilizarse para alimentación humana, del ganado, de peces y otros animales acuáticos.
- Pueden ser utilizadas como fertilizantes.
- Pueden usarse para purificación del agua
- Para uso medicinal y en cosmetología.
- Para producción de celulosa.
- Como fuente de producción de bio-gas

Para actividades como regar las plantas de residencias y lugares públicos, o el lavado de calles del ensanche Naco se puede utilizar este sistema de plantas macrófitas, donde el

caudal tratado se distribuya por la red, accionado con una bomba, la cual funcionaria con un sistema de paneles solares haciendo que todo el sistema sea 100 % ecológico.

Marco Conceptual

- Agua potable: es el agua tratada para el consumo humano según los estándares de calidad determinados por las autoridades locales e internacionales (FUNGLODE, GFDD).

- Optimizar: Buscar la mejor manera de realizar una actividad (RAE, 2014).

- Tarifas: Es la escala de precios autorizada para el cobro de servicios prestados al cliente (CAASD, 2004).

Capítulo III - Marco Metodológico

Planteamiento de la Hipótesis

“El consumo de agua potable en el ensanche Naco es elevado por el uso residencial”.

Operacionalización de las variables

Objetivos específicos	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	PREGUNTAS DE LOS INSTRUMENTOS
Evaluar el consumo real de agua Potable en el ensanche Naco	Cantidad de agua potable	Es la cantidad de agua consumida por habitante	Valores de consumo	Numérica	¿Cómo se determina el consumo de agua Potable?
Analizar los distintos beneficios que representa para el país el consumo óptimo del agua en un punto de la ciudad (Naco).	Consumo Optimo	Técnicas y soluciones para emplear la cantidad necesaria de agua potable	Análisis Crítico	Nominal	¿Cómo se puede solucionar la forma de consumo irracional de agua potable en el país?
Proponer tarifas cercanas al costo de la producción y distribución del agua.	Tarifas	Distintos costos por concepto de uso del servicio.	Parámetros Nacionales e Internacionales	Numérica	¿Cómo podría mejorar el servicio de agua en nuestro país?

Tabla 3: Operacionalización de las variables

Tipo de Investigación

➤ Investigación Descriptiva

Es una investigación descriptiva porque se basa en la recolección de datos, con el objetivo de conocer una situación.

Procedimiento de la investigación

- Hacer un levantamiento de la información en la zona Norte del Ensanche Naco. Para este proceso nos apoyamos en recursos como la entrevista a residentes de la zona e informes de la CAASD.
- Estudiar el comportamiento del consumo cada cuatro horas durante siete días en un complejo residencial y en una localidad comercial.
- Hacer un análisis del consumo en la zona con el apoyo del Departamento Comercial de la CAASD
- Evaluar las opciones para solucionar gradualmente el problema

Población

La población a estudiar son los clientes de agua potable del ensanche Naco, donde Según la CAASD existen 14,406 usuarios, de esta población solo el 10.07% cuenta con sistema de medición sin embargo mediante el levantamiento realizado por el equipo se encontró que no todos cuentan con un sistema de medición y facturación actual .

Muestra

Para la realización del estudio se seleccionó la zona de concentración más alta de clientes activos del ensanche Naco que representa un 42% de la totalidad de clientes con sistema de medición, que incluye clientes con una tarifa fija.

Técnicas e Instrumentos

Técnicas

- La Entrevista: Esta técnica nos permite recolectar información de manera más precisa, donde los moradores del sector y la empresa distribuidora nos suministran la información.
- La observación: Esta nos permite de forma directa analizar las situaciones y el comportamiento de los datos obtenido, para luego describirlos.

Instrumentos

- AutoCAD: Empleamos este programa para obtener datos para la investigación.
- Excel: El uso de este programa permite tabular y graficar los datos obtenidos en la investigación.
- La cámara fotográfica: Este instrumento permite mostrar situaciones y objetos de interés a lo largo del estudio.

Capítulo IV – Resultados

Análisis del consumo mensual de agua potable

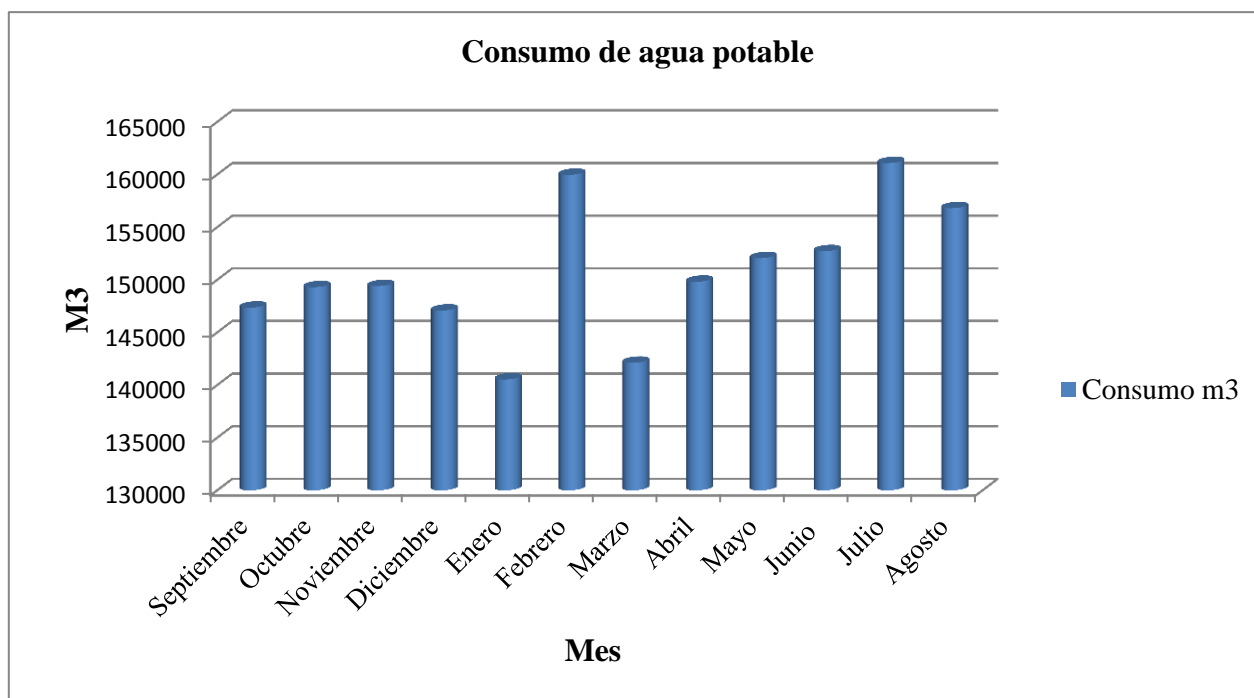


Gráfico 2: Consumo Mensual del cuadrante del Ensanche Naco
Fuente: (CAASD, Comercial, 2014)

El gráfico anterior muestra el consumo de agua potable durante 12 meses, en toda la zona norte del ensanche Naco, el mismo es tomado desde septiembre 2013 hasta agosto 2014. En la estación de invierno el consumo disminuye, siendo el mes de enero el de menor consumo, mientras que en los meses de verano el consumo vuelve a aumentar, siendo julio el mes de mayor consumo.

El consumo de agua potable durante un año asciende a 2,331,262 m³, el cual representa el 46% del ensanche Naco. Todo el sector tiene un consumo aproximado de 5,067,960.67 m³ durante todo el año.

Consumos contabilizados y fijos del ensanche Naco

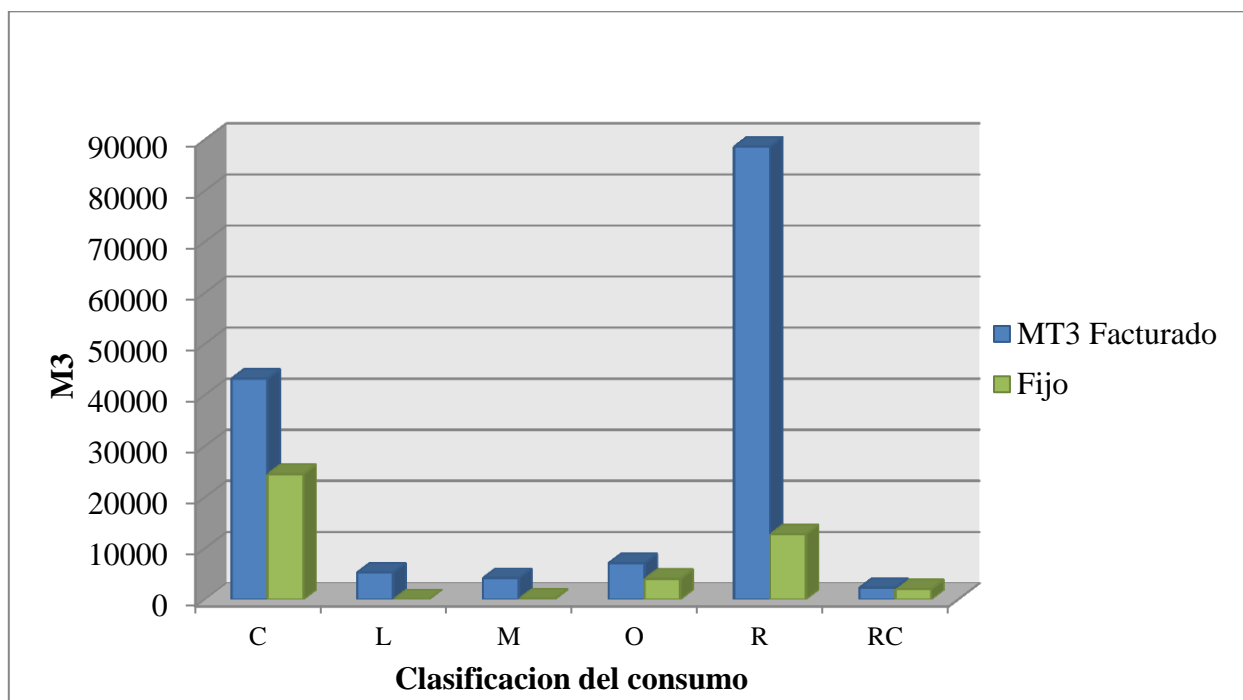


Gráfico 3: Análisis de los consumos contabilizados y fijos

Fuente: (CAASD, Comercial, 2014)

El gráfico anterior muestra los valores de consumo promedio de agua potable desde septiembre 2013 hasta agosto 2014, los mismos están clasificados en: comercial (c), industrial (L), mixto (M), sin fines de lucro y oficial (O), residencial (R) y residencial-comercial (RC) respectivamente. El más representativo es el de uso residencial contabilizado cuyo valor asciende a unos 88,635.67 m³.

El consumo contabilizado en total asciende a 1, 808,285 m³ mientras que el fijo es asumido por 522,977 m³, los mismos son representados por 469 y 98 clientes respectivamente.

Los clientes de facturación fija representan actualmente 17.2% de los consumidores en el cuadrante seleccionado.

La CAASD actualmente asume un consumo para estos clientes, definidos por patrones de consumo de acuerdo al nivel socioeconómico.

Análisis del consumo de agua potable en el Ensanche Naco

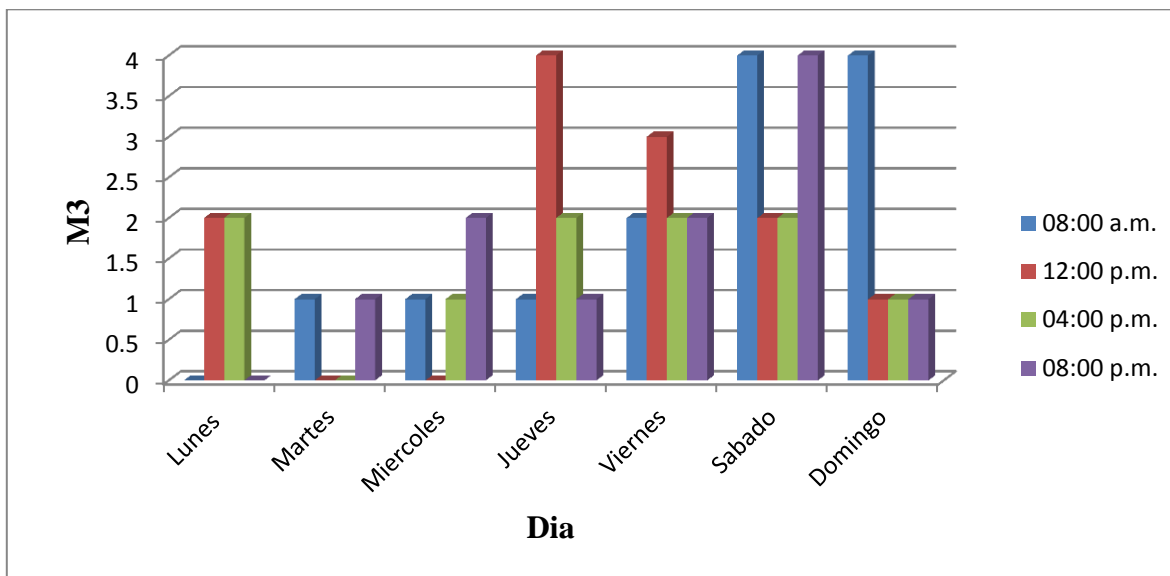


Gráfico 4: Consumo de agua potable en edificio residencial
Fuente: Propia

Para las mediciones que sustentan este trabajo de grado, se seleccionó un edificio antiguo de la Calle Fantino Falco #32, este consta de tres niveles con seis apartamentos, donde residen unas 18 personas. Cada apartamento cuenta con un área de 160 m² y cada uno con 1½ baño, cocina y área de lavado. En el área externa cuenta con una llave de jardín y emplean el uso de tinacos y cisterna.

En el gráfico anterior se observa la variación del consumo de agua potable durante siete días, iniciando el 27/10/2014, el cual es de forma notablemente creciente los días, jueves, viernes, sábado y domingo, en los cuales aumenta de forma más rápida el consumo.

Mensualmente el consumo de este edificio varía entre 197m³ y 215m³, con una tarifa de RD\$6.00 cada m³. Durante el estudio el consumo fue de 46 m³, de donde se obtiene lo siguiente:

$$(46,000 \text{ l} / 18\text{hab}) / 7\text{días} = 365.07 \text{ l/hab/día}$$

Lo anterior significa un consumo de 365 l/hab/ día, sin embargo el diseño mínimo de dotación que tiene la CAASD es de unos 400 l/hab/día.

Al implementar aparatos ecológicos en este complejo residencial se puede reducir el consumo de la siguiente forma:

Aparatos	Estimación del gasto (L)	Modelo ecológico	Ahorro en agua potable (%)	Ahorro aplicado (L)
Inodoro	109.5	Ovale one piece Sadosa	30 - 40	71.175
Grifos Baños	24	Focus 70 mezclador monomando	50 - 60	10.8
Ducha	74.5	Crometta 85 Green (Hasngrohe)	60	29.8
Grifo cocina	44	Focus mezclador monomando	60	17.6
Grifo exterior	40	Reductor de caudal	18 - 50	22.8
Lavadora	73	WTW 5500XW	70 -76	19.71
Total	365			171.885

Tabla 4: Modelo de aparatos ecológicos para disminuir el consumo en residencias
Fuente: Propia

Solo con estos modelos de aparatos ecológicos, el consumo de agua potable se reduce en un 52.90%.

Análisis consumo de agua potable en localidad comercial

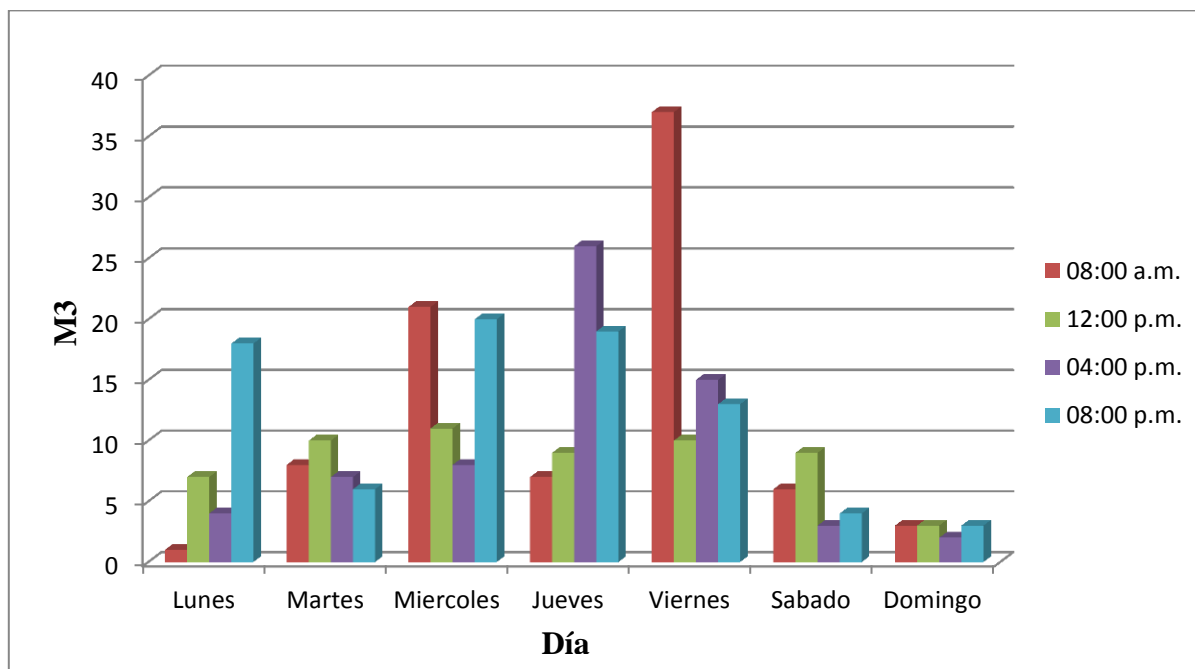


Gráfico 5: Consumo de Agua Potable en localidad comercial

Fuente: Propia

El objeto de estudio fue Bonanza Dominicana (establecimiento comercial), donde laboran unas 240 personas desde las 8:00 am hasta las 7:00 pm en horario regular, con exclusiones de personal que labora hasta las 10:00 pm y el personal de seguridad de tiempo completo. Cuenta con 2 cocinas, 13 baños de los cuales solo 2 tienen duchas y 4 grifos.

En el gráfico anterior se observa la variación del consumo de agua potable durante siete días, iniciando el 3/11/2014, el cual es de forma notablemente creciente los días miércoles, jueves y viernes, en los cuales aumenta de forma más rápida el consumo.

Mensualmente el consumo básico de este establecimiento es alrededor de 279 m³, y un consumo adicional de unos 89m³, para un total de 368m³ con una tarifa de RD\$6.00 y RD\$9.00 respectivamente cada m³. Durante el estudio (una semana) el consumo fue de 298m³ en su totalidad.

Si se asume un 25% de visitantes y clientes en el establecimiento, se obtiene lo siguiente:

240x 1.25= 300 personas

$((298\text{m}^3 \times 1000) / 7\text{días}) 300 \text{ hab.} = 141.90 \text{ L/hab/ día}$

Se observa que la dotación es un 64% mayor al consumo.

Al implementar tecnologías ecológicas se puede lograr una disminución en el consumo de la siguiente forma:

Aparatos	Estimación del gasto (L)	Modelo ecológico	Ahorro en agua potable (%)	Ahorro aplicado (L)
Inodoros	42.3	Ovale one piece Sadosa	30 - 40	27.495
Grifos Baños	28.2	Focus 70 mezclador monomando	50 - 60	12.69
Ducha	21.15	Crometta 85 Green (Hasngrohe)	60	8.46
Grifo cocina	14.1	Focus mezclador monomando	60	5.64
Grifos externos	35.25	Reductor de caudal	18 - 50	20.0925
Total	141			89.66

Tabla 5: Modelo de aparatos ecológicos para disminuir el consumo de agua potable en localidad comercial

La tabla anterior representa el gasto de agua potable en L/hab/día.

Con estos valores se obtiene un ahorro de agua potable del 36.41%, colocando aparatos ecológicos de costos medios.

Beneficios de un consumo óptimo de agua

El área de estudio tuvo un consumo promedio de unos 194, 272 m³ al mes incluyendo todas las categorías establecidas por la CAASD, por el cual se factura en promedio un monto de RD\$1, 018,797.00 al mes.

En todo el año lo facturado asciende a RD\$12, 225,559.00 por concepto de 2, 331,262 m³, del cual el 82.8% corresponde a un consumo medido. La CAASD produce un m³ de agua potable al costo de RD\$20.00, lo cual nos indica que para producir la cantidad anterior para el sector de Naco (cuadrante de estudio), le costó aproximadamente unos RD\$46,625,240.00. Para abastecer el ensanche Naco completo el costo se aproxima a unos RD\$ 101,359,213.4 al año. Tomando en cuenta que en su mayoría se factura a RD\$6.00 el m³ con las exclusiones de agua de pozo a RD\$2.00 el m³ y otros tipos de consumo que son minoría. El costo de producción representa un 74% mayor al de facturación.

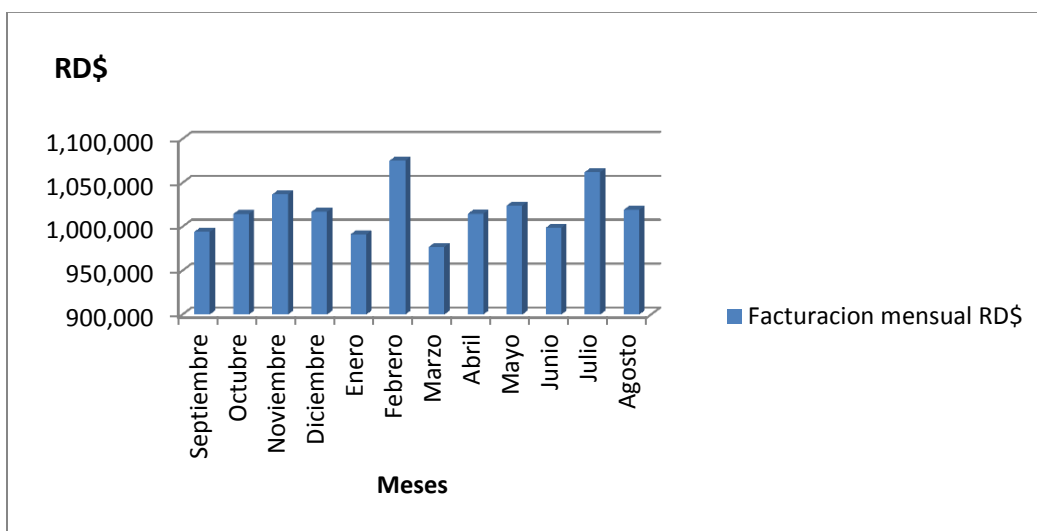


Gráfico 6: Facturación mensual del ensanche Naco

Si el consumo disminuye con estas prácticas, la disminución del costo para la distribuidora podría llegar hasta el 50%.

Beneficios para los usuarios del servicio al emplear tecnologías verdes

Las tecnologías ecológicas, no son solo aplicables para construcciones nuevas, también se pueden instalar en las edificaciones de más antigüedad. Si se hace la remoción de aparatos de alto consumo y se sustituyen por los que emplean un consumo inteligente, los clientes activos con consumos contabilizados reducirían el costo de su factura así como también contribuirían a la protección del medio ambiente.

Propuesta Tarifaria

Para mejorar este sistema se propone lo siguiente:

Aumentar gradualmente el precio del m³ de agua potable al menos a un 35% del costo que conlleva producirla y distribuirla para todos los clientes. El costo representaría un 5% de incremento en la tarifa actual para clientes con sistema de medición y un 6% para clientes con tarifas fijas.

Para todos los clientes del servicio aplicar en 1% del monto facturado para el mantenimiento del alcantarillado, esta cifra deberá aumentarse gradualmente si es necesario, para propósitos de mejoría del servicio.

Sistema de Tarifas (consumo contabilizado)				
Uso	Consumo (m ³)	Facturación Actual RD\$	Incremento 5% (RD\$)	Alcantarillado (1%) RD\$
C	43203.08333	265758.5833	279046.5125	281836.9776
L	5280.166667	31878.33333	33472.25	33806.9725
M	4186.833333	36322.33333	38138.45	38519.8345
O	7101.166667	40759.41667	42797.3875	43225.36138
R	88635.66667	450792.25	473331.8625	478065.1811
RC	2283.5	17960.58333	18858.6125	19047.19863
TOTAL	150690.4167	843471.5	885645.075	894501.5258

Tabla 6: Propuesta de sistema de tarifas para consumo contabilizado

La tabla anterior es un modelo de aumento tarifario con fines de contribuir a la mejoría del sistema de abastecimiento de agua potable y una medida eficaz para que los clientes hagan un uso racional del consumo.

Sistema de Tarifas Fijas				
Uso	Consumo (m ³)	Facturación Actual RD\$	Incremento 6% (RD\$)	Alcantarillado (1%) RD\$
C	24548.25	119972.5	127170.85	128442.5585
L	20	119.9166667	127.1116667	128.3827833
M	164	379.3333333	402.0933333	406.1142667
O	4057.5	11304.16667	11982.41667	12102.24083
R	12757.66667	34135.25	36183.365	36545.19865
RC	2034	9413.916667	9978.751667	10078.53918
TOTAL	43581.41667	175325.0833	185844.5883	187703.0342

Tabla 7: Propuesta de sistemas de tarifas para consumos fijos

La tabla anterior es un modelo de propuesta para clientes con consumos fijos, donde se incrementa un 6% debido a que los consumidores con tarifas y consumos fijos siempre están por debajo de su consumo real. Este modelo solo incluye clientes con nivel socioeconómico medio y alto, y zonas donde el abastecimiento de agua sea de forma regular, siendo el mismo aplicable también para el Gran Santo Domingo.

Para niveles socioeconómicos bajos se propone convertir a los usuarios de agua potable en clientes activos, manteniendo el costo actual RD\$6.00 el m³.

Conclusiones

Se comprueba que el nivel de consumo del ensanche Naco se ve afectado por el uso residencial debido a que representa el 52.19% de la totalidad del consumo dentro del cuadrante de observación. En comparación con normas internacionales este tipo de consumo fue alto, tomando en cuenta que los mismos fueron tomados en meses de temperaturas más bajas en relación al verano. Al aplicar el porcentaje de reducción de consumo de los aparatos ecológicos, se obtuvo hasta un 52.90% de disminución en el consumo obtenido con aparatos convencionales en residencias.

Se determinó que el consumo comercial a pesar de representar el 34.87% de la totalidad de consumo en el cuadrante, mantiene un consumo muy por debajo de la dotación que recibe.

Los beneficios de un consumo óptimo de agua potable son muchos, tanto para la distribuidora como para quien recibe el servicio y significa un aporte para el medio ambiente. Aplicando tecnologías ecológicas, así como mejoras en el sistema de medición se obtiene un uso inteligente del recurso.

Se observa la necesidad de incrementar los sistemas de medición de agua potable, así como una revisión del pliego tarifario, añadiéndole al mismo un 1% del monto facturado para el mantenimiento del alcantarillado y un 5% y 6% para clientes con consumos contabilizados y fijos respectivamente.

Recomendaciones

En vista de que la ciudad de Santo Domingo va en crecimiento y cada vez las torres residenciales se hacen más presentes en la ciudad, es necesario que los ingenieros civiles de hoy en día practiquen diseños sanitarios inteligentes con aparatos ecológicos, haciendo óptimo el consumo.

Es necesario el fomento del uso de aparatos ecológicos, ya que disminuiría hasta un 50% en localidades residenciales el gasto de agua potable, y consigo una disminución del costo en la factura para el consumidor.

También es importante que los proyectistas al momento de construir, presenten sus proyectos ante las autoridades correspondientes, debido a que en los últimos años la construcción de pozos “clandestinos” para la obtención de agua ha traído consigo muchos problemas especialmente de salud.

Con la reducción en el consumo de agua, se podrían mejorar el sistema de redes de distribución, y con ello una mejoría en la gestión

Para optimizar el recurso también es necesario implementar una política de concientización y educación acerca del agua potable, la cual debe acaparar escuelas, medios televisivos, radiales e incluso medios de internet.

Bibliografía

CAASD, Comercial. (2014). *Informe de Facturación de Acueducto y Alcantarillado*.

AGUA INC. (2013).

Albinagorta, J. (2010). *Grupo RPP*.

ARCQHYS Arquitectura. (1999). *ARCQHYS Arquitectura*. Obtenido de

"<http://www.w3.org/1999/xhtml>"

Arocha, S. (1977). *Abastecimientos de agua*. Caracas: Ediciones Vega S.R.L.

Blas, A. M. (23 de Abril de 2010). *Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS)*.

CAASD. (03 de Junio de 2004). *Reglamento para la prestación y cobro de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario*.

CAASD. (17 de Septiembre de 2013). *Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santo Domingo*.

CAASD. (julio de 2013). *Gestión y Planes de la Distribución de Agua Potable y la Deposición de Aguas Residuales en el Gran Santo Domingo*. Santo Domingo, República Dominicana.

CAASD. (10 de 2014). Santo Domingo, Distrito Nacional, República Dominicana.

CAASD. (2014). *Capacidad de Producción de los Sistemas*.

CAASD, C. (30 de Diciembre de 2014). (E. G. Mañana, Entrevistador)

Clark, E. H. (07 de 04 de 2007). *Terra Ecologia Practica*. Recuperado el 27 de 09 de 2014, de www.earth-policy.org

Cualla, R. A. (1999). *Diseño de Acueductos y Alcantarillados*. Bogotá, Colombia: Alfaomega .

- Cualla, R. A. (2003). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*. Bogota, Colombia: Escuela Colombiana de Ingenieria.
- Feliz, Y. (23 de Octubre de 2014). Sector agua urge de presas y regular tarifas. *El Dia* , pág. 12.
- FUNGLODE, GFDD. (s.f.). *Diccionario Enciclopedico Dominicano de Medio Ambiente*.
- Google. (03 de Enero de 2015). *Google Maps*. Obtenido de Google Maps.
- GRESIQ. (09 de Marzo de 2011). *SlideShare*.
- Grey Water Net. (2015). *Grey Water Net*.
- Hansgrohe. (2015). *Hansgrohe Latinoamerica*. Recuperado el 09 de 01 de 2015, de <http://www.hansgrohe-la.com>
- Instituto Mexicano del seguro Social. (1987). *Guia de Saneamiento Basico Industrial*. Mexico D.F.: Departamento de Publicaciones y Documentacion del Instituto Mexicano del Seguro Social.
- Jimenez, C. (2012). Presiones del Ensanche Naco. Santo Domingo, Republica Dominicana.
- Margalef. (1991).
- Mejia, M. (16 de Enero de 2013). *Diario Libre*.
- Metcalf y Eddy, INC. (1995). INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES. TRATAMIENTO, VERTIDO Y REUTILIZACION . En A. Cajigas, *INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES. TRATAMIENTO, VERTIDO Y REUTILIZACION* . Madrid (España).
- OMS. (s.f.).
- Peguro, A. (21 de 03 de 2009). Los Dominicanos se exceden en el uso de Agua. *Listin Diario*.
- Perlman, H. (2014). USGS.

- RAE. (Octubre de 2014). *Real Academia Española, Diccionario Usual*. Obtenido de lema.rae.es/drae/srv/search?key=óptimo
- RAICEA. (2013). *Tratamientos extensivos de efluentes*. Obtenido de Tratamiento de aguas residuales para el reuso.
- RPP- Grupo Agua. (15 de Septiembre de 2010). *Cuida El Agua*. Recuperado el 4 de Octubre de 2014, de rpp.radio.com
- Ruiz, P. R. (s.f.).
- Subinas. (10 de 01 de 2013). *Ecología Baños*.
- Tineo, P. (19 de 10 de 2012). *Diario Libre.com*. Obtenido de www.diariolibre.com
- Vargas, L. C., & Perez, J. (1992). El Agua- Calidad y Tratamiento para el Consumo Humano.
- Wetzel. (1981).
- Williams, C. (20 de Noviembre de 2014). Suministro de Agua al Ensanche Naco. (P. Cepeda, & I. d. Santos, Entrevistadores)

Anexos



Ilustración 9: Planta Valdesia
Fuente: (CAASD, 2014)



Ilustración 10: Caja de medidor de agua
Fuente: Propia



Ilustración 11: Área de estudio

C/Fantino Falco #32

Fuente Propia



Ilustración 12: Medidor de agua Potable
Fuente: Propia

Tecnologías ecológicas

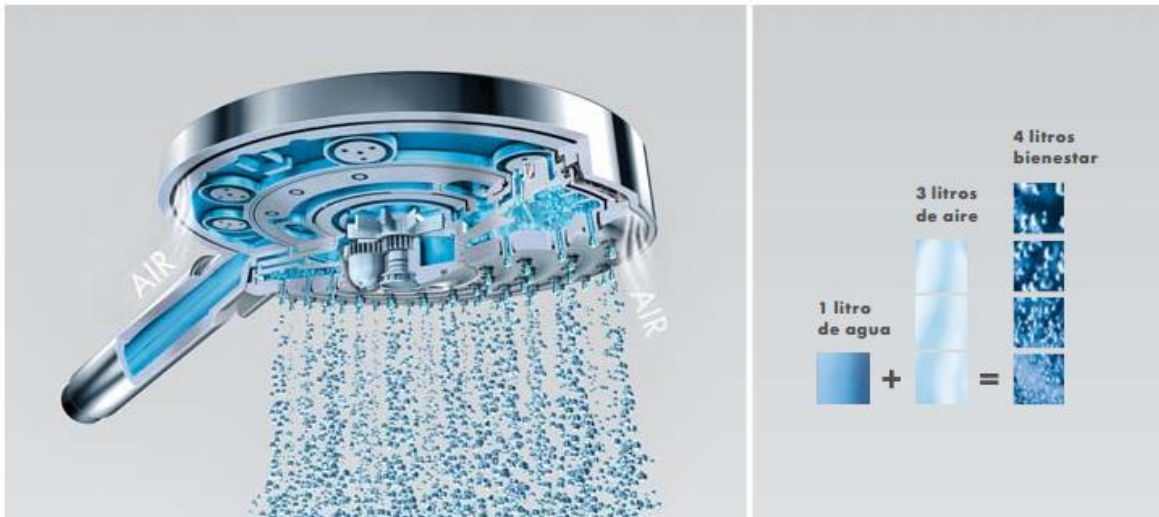


Ilustración 13: Tecnología Eco-Smart
Fuente: (Hansgrohe)

Tecnología AirPower. Se mezcla agua con aire para un uso más eficiente. El disco de salida absorbe aire en abundancia que se arremolina con el agua entrante: cada litro de agua recibe aproximadamente tres litros de aire. El resultado: gotas más voluminosas, ligeras y suaves. Se obtiene mayor rendimiento y placer de ducha sin alterar el consumo de agua en lo más mínimo (Hansgrohe, 2015).

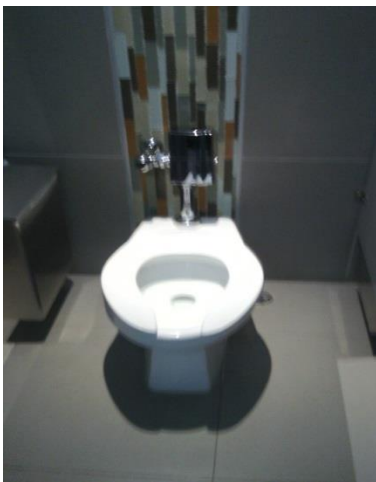


Ilustración 14: Inodoro Ecológico
Fuente: Propia. Silver Sun Gallery



Ilustración 15: Lavamanos sensorial
Fuente Propia: Silver Sun Gallery



Ilustración 16: Grifo anti-chorro
Fuente: Propia



Ilustración 17: Grifo con temporizador
Fuente: Propia



Ilustración 18: Grifo con monomando para fregadero.
Fuente: Propia



Ilustración 19: Válvula para orinal con temporizador.
Fuente: Propia

Fuente: Propia



Ilustración 20: Inodoro de doble descarga
Fuente: Propia



Ilustración 21: Fluxómetro
Fuente Propia



Ilustración 22: Reciclaje de aguas grises
Fuente: (Hansgrohe, 2015)

Los sistemas Pontos AquaCycle depuran las aguas residuales procedentes de la ducha y bañera, las llamadas aguas grises, mediante un proceso puramente mecánico y biológico a partir del cual se obtiene agua de proceso higiénicamente limpia que puede utilizarse para la cisterna del inodoro, la limpieza general o el riego de zonas verdes. El uso de la misma agua dos veces es una solución lógica y eficaz tanto desde el punto de vista ecológico como

económico ya que permite reducir el consumo de agua potable, así como la producción de aguas residuales en hasta un 50 %. El factor coste es especialmente significativo en los sectores públicos y semipúblicos como, por ejemplo, piscinas públicas, residencias u hoteles (Hansgrohe, 2015).

Descripción del sistema

Las cuatro fases son:

1. Una unidad de filtrado que retiene los residuos más grandes, como fibras textiles, cabellos, etc. Este filtro se limpia de manera automática y los residuos retenidos son eliminados por el desagüe.
2. Los bio-cultivos desmenuzan la suciedad del agua en las cámaras de reciclado principal y previo. En intervalos de 3 horas, el agua vuelve a ser bombeada.
3. Los residuos pasan directamente al desagüe.
4. Antes de que el agua pase a la cámara de agua limpia, una lámpara de luz UV se encarga de esterilizarla. Tras este proceso, el agua ya es inodora y se puede almacenar para su uso posterior.

De hecho este sistema, está siendo ya empleado con gran éxito en diversos países europeos y en algunos hoteles y centros de negocios en España como Hotel Casa Camper de Barcelona o Hotel Can Gasparó de Girona, ofrece grandes oportunidades a edificios públicos y de uso común.

Además es un sistema que no depende de las condiciones climatológicas y que permite, en épocas de escasez de agua, disponer de la misma para el riego y el lavado.

Esta tecnología está disponible en la empresa alemana Hansgrohe.

Disponibilidad de tecnología verde

Disponibilidad y costo de aparatos ecológicos				
Aparato	Referencia	Disponibilidad	Costo (RD\$)	Características
Grifo P/Lav.	CR.TV103C	Americana Departamentos	2,874.48	Anti- Chorro
Grifo P/Lav.	TV-122 HEL VEX	Americana Departamentos	4,025.00	Temporizador
Grifo P/Lav.	ARGOS B.C TV296C	Americana Departamentos	18,322.33	Sensorial
Grifo P/Lav.	017818	Almacenes Unidos	2,145.00	Temporizador
Grifo P/Lav.	098804	Almacenes Unidos	1,499.00	Temporizador
Válvula P/orinal	033880	Almacenes Unidos	1,995.00	Temporizada



Av. John F. Kennedy K.M. 5,5
Arroyo Hondo, República Dominicana
Tel.: 809-549-7777, Fax:
E-Mail: contacto@americana.com.do
RNC: 101009918

20854984

COTIZACIÓN

Señores: ISAMAR DE LOS SANTOS CALLE santo domingo, DISTRITO NACIONAL Tel.: Fax: Movil: Atencion A: Proyecto:	Codigo: 1500000002 RNC.:	No.: 20854984 Fecha: 22/01/2015 Hora: 12:39:51 Moneda: RD\$ Cotizador: 0000008098 Lorena Altagracia Tejeda Ledes Vendedor:
---	---	---

LE ATENDIO: Lorena Altagracia Tejeda Ledes

Email:

Cant	Un	Descripción	Precio	Desc.	Importe	ITBIS
1	UN	1058427 INODORO BCO. ONE PIECE Z1171 BATH CO.	6,475.84		6,475.84	1,165.65
1	UN	1020626 LLAVE LAVATORIO SENSOR ARGOS B.C. TV290	13,072.32		13,072.32	2,353.02
1	UN	1051422 FLUXOMETRO DE SENSOR ORINAL 19MM FB1851	16,610.17		16,610.17	2,989.83
1	UN	1065853 ORINAL BLANCO 0.5 LTS. HELVEX MG-1	9,309.00		9,309.00	1,675.62
		*** ULTIMA LINEA***				
		Total Importe				45,467.33
		Total ITBIS				8,184.12
		Importe Final				53,651.45



Visite nuestra página web <http://www.americana.com.do>

*Sus Órdenes de compra, deberán ser confirmadas telefónicamente antes de facturarse.

*Válido por 8 días *Estos Precios están sujetos a Cambios*

*Varillas de Construcción, Cemento Gris y Tubos PVC tienen condición de 3 días.

Favor anexar esta cotización y/o el número impreso de esta en su orden de compra, para poder facturar los precios cotizados.