

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y
PLUVIAL Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA POBLACION DE
BAHIA COLORADA, CANTON SANTO DOMINGO, PROVINCIA SANTO
DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS**

Carrera de Ingeniería Civil, Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción,
Escuela Politécnica del Ejército, Campus Sangolquí,
Av. General Rumiñahui S/N, Sangolquí, Ecuador

Miguel A. Loyola Borja

[migue lo bo@hotmail.com](mailto:migue_lo_bo@hotmail.com)

RESUMEN

El presente documento contiene el diseño de abastecimiento de agua potable y, el sistema de alcantarillado combinado para la población de Bahía Colorada, cantón Santo Domingo, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas; el tiempo y el crecimiento de la población del Sector y su constante progreso, han obligado a que los sistemas construidos anteriormente colapsen requiriendo por consiguiente el suministro de los servicios básicos como son el Sistema de Agua potable y la Red de alcantarillado con lo cual los moradores de esta cooperativa mejorarán su calidad de vida.

ABSTRAC

This document contains the design of water supply and sewerage system combined for the population of Bahía Colorada, Region Santo Domingo, Santo Domingo province of Tsáchilas, time and the population growth of the sector and its steady progress have forced the collapse previously built systems thus requiring the provision of basic services such as potable Water System and sewerage whereby the inhabitants of this cooperative will improve their quality of life.

ASPECTOS GENERALES**1.1 Antecedentes.**

La cooperativa Bahía Colorada siendo un sector rural de la ciudad, posee un sistema de agua potable y alcantarillado conformado a través del tiempo y sus necesidades, los estudios previos son inexistentes pero se puede comprobar que el sector estaba destinado a ser un foco comercial y su sistema de agua potable y alcantarillado fueron desarrollados con ese fin.

Unas de las principales necesidades para la subsistencia de la sociedad es el suministro de agua, debido a que sin este elemento la vida sería imposible, no solamente como recurso vital, sino por el manejo y eliminación de residuos generados por la población.

El pasar del tiempo y el crecimiento poblacional, provocaron que la vida útil de sus instalaciones sanitarias caduque, razón por la cual es necesario generar propuestas técnicas que mejoren la entrega y recolección de dicho servicio, ya que el existente genera daños y molestias debido al escurrimiento de aguas lluvias, provocando daños en las vías y estancamientos de agua que lo vuelven un foco de infección de enfermedades.

La Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Santo Domingo en su afán de generar información técnica actualizada de los sistemas de agua potable se encuentra preocupada y ha determinado que se realice un nuevo diseño sanitario completo para esta cooperativa.

1.1 Descripción del área de estudio

1.1.1 Aspectos generales de la población

La ciudad de Santo Domingo cuenta con una población aproximada de 199.827 habitantes, (INEC, 2010), según la estimación de acuerdo con su tasa de crecimiento anual. Es una de las ciudades más prósperas y la de mayor crecimiento poblacional del país.

De acuerdo a las visitas y encuestas realizadas se comprobará que la población de Bahía Colorada es de recursos económicos bajos.

1.1.1.1 Localización geográfica

El Cantón Santo Domingo presenta una condición de enclave que articula varias zonas del país. Tiene una extensión de 3532 Km² y se encuentra ubicado en la parte noroccidental de la cordillera de los Andes, limitando al norte con los cantones Puerto Quito y San Miguel de los Bancos (Pichincha) y el cantón La Concordia (Esmeraldas), al sur con los cantones San Jacinto de Buena Fe y Valencia (Los Ríos), al sureste con los cantones Sigchos y La Maná (Cotopaxi), al este con los cantones Quito y Mejía (Pichincha), y al oeste con el cantón El Carmen (Manabí).



Figura 1.1: División Política en parroquias del cantón Santo Domingo

La Cooperativa Bahía Colorada, se encuentra ubicada en el centro de la ciudad, a la altura del Terminal Terrestre; también se la puede ubicar por la Av. Abraham Calazacon (Anillo Vial) y Av. Esmeraldas, delimitado de acuerdo al siguiente detalle:

- Por el norte, Calle OTONGO MAPALI
- Por el sur, AV. ABRAHAM CALAZACON
- Por el este, Calle EL POSTE
- Por el oeste, AV. ESMERALDAS

1.1.1.2 Características del Clima

Su condición subtropical, a una altitud media de 656 msnm, hace que el Cantón Santo Domingo goce de una temperatura promedio de 23°C. Constituye una de las zonas de mayor pluviosidad del país, con una precipitación anual promedio de 3.150 mm, una media de 287 días de lluvia y una humedad media mensual del 90%. En las diferentes zonas se presentan también los siguientes microclimas: húmedo-tropical, muy húmedo subtropical, lluvioso subtropical y sub-húmedo temperado; cuyas características brindan condiciones excepcionales que han favorecido el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas; el abastecimiento de agua e hidroenergía; y las posibilidades de desarrollo de actividades turísticas (GAD, 2011)

1.1.1.3 Factores Socio – económicos

El entorno socio-económico de la población que se considera para este estudio está ubicado en un nivel medio-bajo, en su mayoría siendo obreros y personas dedicadas a los negocios informales donde sus ingresos mensuales no exceden a 2 salarios básicos por familia.

1.1.1.4 Topografía y Suelo

La topografía es plana, registrándose leves pendientes. Su suelo consta de dos grandes capas diferenciadas, los depósitos cenozoicos

y las rocas volcánico sedimentarias mesozoicas (cretácicas), su nivel freático es muy bajo por lo cual no se considera en este estudio.

1.1.1.5 Tipología de las viviendas

Las viviendas están construidas en su totalidad de hormigón y bloques de cemento, en un 80 por ciento se puede apreciar la falta de criterios técnicos para su construcción. El 50 por ciento de estas construcciones alcanzan los 3 pisos de altura, y como se puede apreciar en la encuesta, el número de personas que viven en ellas es muy bajo debido a que son construcciones muy angostas pues sus terrenos estaban planificados para ser locales comerciales.

1.1.1.6 Demografía

Según los datos proporcionados por Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2010), tenemos los siguientes datos:

Tabla 1.1 Población de Santo Domingo

POBLACIÓN TOTAL		POBLACIÓN	
Masculina	18 49,3%	Edad media de la población	26,6
Femenina	18 50,7%	personas con cédula de ciudadanía	75,6
Total	36 100%	% con seguro general	21,1
Tasa de crecimiento	2,76%	% personas con seguro de salud privado	7,2

Tabla 1.2 Análisis presentado por el INEC

EDUCACIÓN	
Analfabetismo ≥ 15 años	6,3
Promedio de años de escolaridad ≥ 10 años	8,5
Cobertura del sistema de educación pública	70,7
% hogares con niños/as que no asisten a un establecimiento	6,7
TECNOLOGIAS	
% Analfabetismo digital ≥ 10 años	27,1
% personas que utilizaron celular	64
% personas que utilizaron computadora	28,9
% personas que utilizaron internet	23,1
VIVIENDA	
% hogares en viviendas propias y totalmente pagadas	37,4
% hogares que tratan el agua antes de beberla	84,2
promedio de focos ahorradores en la vivienda	4,7
% viviendas con servicios básicos públicos	40,2
EQUIDAD	
% discapacitados que asisten a un establecimiento de educación especial	8,1
% niños/as de 5 años en programas del gobierno	0,0
% discapacitados que trabajan en el sector público	0,3
% adultos/as mayores jubilados	5

1.2 Justificación

El proyecto de la cooperativa Bahía Colorada servirá para el mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado.

El manejo inadecuado de los recursos hídricos en las cuencas naturales y urbanas de Santo Domingo ha provocado un desequilibrio en los principales procesos hidrológicos involucrados con la gestión.

Este trabajo tiene como objeto el dar una solución a los problemas que se

están desarrollando en la cooperativa Bahía Colorada debido a las anegaciones de aguas servidas cuando se presentan lluvias muy fuertes, dichas anegaciones son un riesgo muy grande para la salud esta población y especialmente para los infantes del sector.

1.3 Objetivos del Proyecto

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una red abastecimiento de agua potable y un sistema combinado de alcantarillado para la cooperativa Bahía Colorada.

1.3.2 Objetivos específicos

- Mejorar la calidad de vida de la población.
- Reducir el riesgo de enfermedades de origen hídrico que actualmente existe en esta cooperativa.
- Diseño de una red de abastecimiento de agua potable que permita mediante los diámetros y presiones adecuadas para asegurar un servicio permanente.
- Diseño de la red de alcantarillado combinado para la cooperativa Bahía Colorada.
- Entregar simbologías y formatos para mostrar gráficamente el diseño realizado, tanto de instalaciones de agua potable como de alcantarillado, y que permitan una interpretación en terreno exacta del diseño proyectado.
- Entregar datos, formulas y tablas para realizar el diseño de las redes domiciliarias de agua potable y alcantarillado.

AGUA POTABLE

2.1 Análisis de Oferta y Demanda

2.1.1 Calculo del Agua No Contabilizada (ANC)

De la información proporcionada por de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Santo Domingo "EPMAPA-SD" del año 2012 se establece un porcentaje del ANC.

Tabla 2.1 Resumen de producción de agua

PRODUCCION DE AGUA	FACTURA CION DE AGUA	% PERDIDAS (ANC)
20034835	8234129	59

Este valor es alto y se debe mencionar que no es exacto debido a la falta de micromedición, se está trabajando en un nuevo sistema de agua potable para toda la ciudad donde se disminuirá notablemente esta cifra.

2.1.2 OFERTA

Debido a la topografía la ciudad cuenta con un sistema de abastecimiento a gravedad, esto gracias a los tanques ubicados estratégicamente en distintas zonas de la ciudad.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

3.1 Descripción general del proyecto

El proyecto de recolección es un sistema combinado, el cual cuenta con un periodo de diseño de 20 años, tomando en cuenta una dotación diaria de 200 lt/hab/día, con un factor de retorno de 0.8. La cantidad actual de viviendas a servir es de 470, con una densidad poblacional de 5 habitantes por vivienda, y una tasa de crecimiento en el sector de 2.76%

El sistema de alcantarillado sanitario está integrado de la siguiente manera: posee una longitud total de 982,14 m, 56 pozos de visita de diversas profundidades especificadas en los planos constructivos y se conecta a la red de alcantarillado urbano de la ciudad.

3.2 Descripción del sistema a utilizar

De acuerdo con su finalidad, existen tres tipos de alcantarillado. La selección o adopción de uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizás el más importante es el económico.

a) *Alcantarillado sanitario*: recoge las aguas servidas domiciliarias, como, baños, cocinas, lavados y servicios; las de residuos comerciales, como, restaurantes y garajes; las de residuos industriales, e infiltración.

b) *Alcantarillado pluvial*: recoge únicamente las aguas de lluvia que concurren al sistema.

c) *Alcantarillado combinado*: posee los caudales antes mencionados (sanitario y pluvial).

En este caso se diseñará un sistema de alcantarillado combinado, la razón para escoger este sistema obedece

al factor “espacio disponible”, esto debido a que las calles son angostas y no permiten establecer los dos sistemas por separado. Se cuenta con muchos pasajes donde el espacio para excavar es muy limitado, otra de las razones para escoger este sistema es la economía del proyecto pues al hacer un sistema separado los costos se incrementarían y al tener en cuenta que el sistema de alcantarillado se conecta a una red existente no habría razón para hacerlos independientes.

3.2.1 Período de diseño

Es importante recordar que cuando se diseña una red de alcantarillado sanitario se debe determinar el tiempo en el cual el proyecto prestará eficazmente el servicio, pudiendo proyectarlo para realizar su función en un período de 20 a 40 años, a partir de la fecha que se realice el diseño, y debiendo tomarse en cuenta las limitaciones económicas y la vida útil de los materiales.

Para el diseño de la red de alcantarillado sanitario se tomó un período de 20 años.

3.3 Partes de un alcantarillado

3.3.1 Colector

Es el conducto principal. Se ubica generalmente en el centro de las calles. Transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hasta su dispositivo final, ya sea hacia una planta de tratamiento, o a un cuerpo receptor. Generalmente son secciones circulares, de diámetros determinados en el diseño, de PVC o concreto. El trayecto, comúnmente obligatorio, es subterráneo.

3.3.2 Pozos de revisión

Son dispositivos que permiten verificar el buen funcionamiento de la red del colector. Permite efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento, accediendo a realiza

funciones como: conectar distintos ramales de un sistema e iniciar un ramal.

Su construcción está predeterminada según normas establecidas por instituciones encargadas de velar por la adecuada construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, siendo sus principales características: fondo de concreto reforzado, paredes de mampostería o cualquier material impermeable, repellos y cernidos liso en dichas paredes, tapadera que permite la entrada al pozo de un diámetro entre 0.60 a 0.75 metros, escalones que permite bajar al fondo del pozo, estos de hierro empotrados en la paredes del pozo. La altura del pozo dependerá del diseño de la red.

La máxima distancia entre pozos será de 80 m., “debiendo el consultor considerar pozos intermedios entre puntos de intersección de los ejes de las vías en los tramos de fuerte pendiente o marginales. La topografía definirá los puntos de intersección, los cuales coincidirán con los pozos implantados en el diseño. Para colectores de área mayor a dos (2) metros cuadrados, la distancia entre pozos puede ser de hasta 150 m.

En todo caso, podría optimizarse estas caídas, diseñando los colectores con disipadores de energía: como tanques, gradas, rugosidad artificial u otros, que necesariamente deben ser aprobados por la Empresa.

En ningún caso la estructura del pozo servirá como disipador de energía salvo el caso que el consultor de la demostración correspondiente.” IEOS (2003)

3.3.3 Conexiones domiciliarias

Son subestructuras que tienen el propósito de descargar todas las aguas provenientes de las edificaciones y

conducirlas al colector o alcantarillado central. Consta de las siguientes partes:

a) Caja de revisión o domiciliar

Es una estructura que permite la recolección de las aguas provenientes del interior de las edificaciones. Pueden construirse de diferentes formas, tales como: un tubo de concreto vertical no menor de 12 pulgadas de diámetro, una caja de mampostería de lado no menor de 45 centímetros, impermeabilizado por dentro. Deben de tener una tapadera que permita inspeccionar y controlar el caudal; el fondo debe estar fundido y con un desnivel para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan ser transportada al colector, con altura mínima de la caja de 1.00 metro.

b) Tubería secundaria

Es la tubería que permite la conexión de la caja domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la misma recibe del interior de las viviendas. Deberá utilizarse tubo PVC de 110 mm, con pendiente mínima de 2% y máxima de 11%, considerando las profundidades de instalación.

Para este sistema de alcantarillado se utilizara un sistema terciario con una tubería de diámetro $\phi=160$ mm PVC para alcantarilla que cumpla con la norma INEN 2059.

3.3.4 SUMIDEROS

Son estructuras que permitirán el ingreso de la escorrentía superficial de aguas lluvias, que corren por las cunetas, las mismas que se conectarán directamente a los pozos de revisión, con una tubería de 200 mm de diámetro y una pendiente entre el 2% al 11%.

CONCLUSIONES

- Se cumplieron las normas de diseño señaladas por los organismos reguladores y se ha tomado las consideraciones necesarias en el momento de elegir el sistema de alcantarillado propuesto.
- Las visitas a la zona han sido muy importantes pues se ha podido constatar irregularidades como la angostura de los pasajes, que ha sido determinante en el momento de elegir un sistema de alcantarillado adecuado.
- Mediante las encuestas hechas in situ se ha comprobado que la población de la Cooperativa Bahía Colorada carece de otros servicios básicos como son una infraestructura adecuada para el desarrollo físico de sus pobladores.
- Las pendientes adoptadas en el sistema de alcantarillado cumplen con los parámetros permisibles y se puso especial énfasis en diseñar un autolavado eficaz de la tubería
- Debido al clima de la zona se recomienda realizar la construcción en la época de verano pues el clima es muy fuerte en invierno y dificultaría de gran manera la construcción del proyecto.
- El hecho de no contar con micro medición dificulta el manejar datos totalmente fiables para la Empresa de Agua Potable de Santo Domingo de los Tsachilas
- Fue importante la colaboración de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Santo Domingo la cual nos facilitó todos los equipos y material necesario para poder realizar los estudios correspondientes.

RECOMENDACIONES

- El sistema de alcantarillado no debe trabajar a presión
- En el momento de la construcción se debe tener mucho cuidado en mantener las pendientes especificadas en los planos
- Se recomienda tener un grupo de trabajo numeroso pues la excavación debe ser hecha a mano debido al poco espacio en los pasajes
- En las alcantarillas el porcentaje de agua en la tubería debe ser 80% máximo
- Verificar la calidad y especificaciones de las tuberías a utilizarse en la construcción del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS - 93) - Normas Tentativas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Sistemas de Alcantarillado Urbanos y Rurales – Ecuador.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC VII CENSO DE POBLACIÓN Y VI DE VIVIENDA - 2010).
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) – Manual de Especificaciones Técnicas Generales MOP – 001F- 2002. – Quito - Ecuador
- Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias (IEOS – 93)- Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales – Ecuador
- Escuela Politécnica del Ejército – Carrera de Ingeniería Civil - Ingeniería Sanitaria I - Programa de Ingeniería Civil - Ing. Miguel Arias Osejo.
- Ingeniería Sanitaria Aplicada al Saneamiento y Salud Publica. Pág. 352

- Environmental Protection Agency. Epanet 2 Manual de Usuario. Sep (2000).
- Evaluación Técnica del Sistema de Agua Potable Cashapamba Parroquia Sangolquí, Canton Rumiñahui provincia de pichincha elaborado por: Rodrigo Efraín Puga Gallardo y Roberto David García Granda
- Empresa Plastigama - <http://sitio.plastigama.com/producto.html>.
- Tubosistemas para Alcantarillado NOVAFORT y NOVALOC PAVCO