



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

**TÍTULO:**

*“Análisis de las soluciones de obras hidráulicas que se implementaron para disminuir la contaminación ambiental al cauce del Río Muerto de la ciudad de Manta en el periodo 2014”*

**AUTORES:**

VINCES RODRÍGUEZ ERIKA LISETH  
CHÁVEZ ÁVILA LUIS ENRIQUE

**DIRECTOR DE TESIS:**

ING. DOLLY DELGADO TOALA, MG.

**2015**

MANTA - ECUADOR

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Dolly Delgado catedrática de la Facultad de Ingeniería – Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí en calidad de Director de Tesis.

CERTIFICO: Que los egresados de la Carrera de Ingeniería Civil VINCES RODRÍGUEZ ERIKA LISETH y CHÁVEZ ÁVILA LUIS ENRIQUE, han cumplido con el desarrollo de su Tesis Titulada: *“Análisis de las soluciones de obras hidráulicas que se implementaron para disminuir la contaminación ambiental al cauce del Rio Muerto de la ciudad de Manta en el periodo 2014”*.

La misma que ha sido desarrollada y concluida en su totalidad bajo mi dirección, habiendo cumplido con todos los requisitos y reglamentos para este efecto se requiere.

---

ING. DOLLY DELGADO TOALA  
DIRECTOR DE TESIS

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis correspondes exclusivamente a los autores.

---

Vinces Rodríguez Erika Liseth

---

Chávez Ávila Luis Enrique

## **DEDICATORIA**

A Dios ya que sin él todo esto no fuera posible. A mis papas Daniel y Consuelo por el ser pilar fundamental en mi vida y haber hecho de mí la persona que soy ahora. A mis hermanos porque de una u otra manera me apoyaron siempre.

Por todo el cariño hacia ustedes les dedico este trabajo.

Erika Liseth Vinces Rodríguez.

## **DEDICATORIA**

A todo aquel que en el camino afirmaba que no se podía y que renunciara; a ellos como muestra de ejemplo que se puede cuando se propone; a mi familia como muestra de reciprocidad del infinito amor hacia su servidor y de manera muy especial a mi pequeña hija.

Con todas las fuerzas que me restan, les dedico este trabajado.

Luis Enrique Chávez Ávila.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer a quienes han fortalecido el crecimiento, es amar a quienes se han convertido en jardineros que logran florecer el espíritu.

A Dios como arquitecto de nuestras vidas. A nuestras familias que siempre se convierten en pilar fundamental para la culminación de una etapa de vida y el inicio de otro.

A la ULEAM por ampliar nuestros horizontes en el conocimiento de la ciencia, la ética y los valores aprendidos y compartidos en esta noble institución.

A todas las personas e instituciones que nos abrieron las puertas para colaborar y participar en la elaboración de este trabajo, nuestro verdadero agradecimiento o más eterna gratitud.

Los Autores

## RESUMEN

Las poblaciones en las riberas del río se encuentran en zona de alto riesgo para su salud, reconocen las molestias generadas principalmente por el olor y afirman que afecta las aguas que conduce el río. El crecimiento urbano improvisado es la principal fuente de contaminación del río después de las descargas de aguas residuales industriales. La población de los sectores no son los responsables de la contaminación del río. Las obras hidráulicas implementadas para la disminución de la contaminación no son efectivas y se recomienda intervenir en la rehabilitación, reparación y repotenciación de las obras hidráulicas inmediatamente.

El estado del Río Muerto no presenta una imagen a la altura de una urbe con proyección internacional como lo es la ciudad de Manta. En el río se han construido obras hidráulicas con el fin de erradicar la problemática generada por la contaminación. En este trabajo se presenta información que permitió analizar las obras hidráulicas implementadas en el cauce del Río Muerto y posibilitó la presentación de una posible solución que contribuya a la disminución de la contaminación ambiental. Para ello fue necesario recurrir a técnicas de investigación tales como: entrevistas, encuestas, fichas de observación y pruebas de laboratorio de aguas residuales. Efectuando un tipo de investigación de carácter descriptivo, donde se caracterizan las causas que llevan a su estado. Para ello fue necesaria la recopilación de información en torno al diseño y ejecución de dichas obras hidráulicas para su posterior análisis. Además de realizar el análisis de aguas residuales para el conocimiento de las características físicas y químicas de las mismas, que se efectuó en un laboratorio químico ajeno a nuestra provincia cumpliendo con las normas necesarias para este tipo de estudio. Este trabajo constituye una herramienta útil para el diseño de colector, canales de conducción de aguas pluviales y biodigestores tipo fosas sépticas; integrando leyes y normas que rigen en nuestro país.

## **ABSTRACT**

The populations on the banks of the river are at high risk area for your health, recognize the inconvenience generated mainly by smell and claim that affect river waters driving. The makeshift urban growth is the main source of pollution of the river after the discharge of industrial wastewater. The population of the sectors are not responsible for the pollution of the river. Implemented water projects for pollution reduction are not effective and is recommended intervene in the rehabilitation, repair and upgrading of hydraulic works immediately.

Dead River state does not present an image to the height of a city with international projection as it is the city of Manta. In the river waterworks they have been built in order to eradicate the problems caused by pollution. This paper analyze information that allowed water works implemented in the bed of the Rio Muerto and enabled the presentation of a possible solution that contributes to the reduction of environmental pollution occurs. It was necessary to use research techniques such as interviews, surveys, observation sheets and laboratory tests of wastewater. Making a kind of descriptive research, where the causes that lead to their state are characterized. This required the collection of information on the design and implementation of these waterworks for further analysis. In addition to analysis of wastewater for understanding the physical and chemical characteristics of the same, which was conducted in a chemical laboratory outside our province to comply with the necessary standards for this type of study characteristics. This paper is a useful design tool collector, channels and storm water conveyance biodigesters type septic tanks; integrating laws and regulations governing our country.

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	7
LAS OBRAS HIDRÁULICAS Y SU RELACIÓN CON LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.....	7
1.1. Antecedentes.....	7
1.2. La contaminación.....	8
1.2.1. Definición de la contaminación.....	8
1.2.2. Clasificación de la contaminación según la afectación del recurso .....	8
1.2.2.1. Contaminación del suelo .....	8
1.2.2.2. Contaminación atmosférica .....	9
1.2.2.3. Contaminación hídrica .....	9
1.2.3. Contaminación de los ríos por aguas residuales.....	10
1.2.3.1. Definición de las aguas residuales .....	10
1.2.3.2. Tipos de aguas residuales .....	11
1.2.3.3. Características de las aguas residuales .....	13
1.2.4. Efectos de la contaminación de los ríos por aguas residuales en la salud humana .....	18
1.2.4.1. Enfermedades que utilizan como vector el agua para su transmisión (enfermedades hídricas) .....	19
1.3. Obras hidráulicas.....	19
1.3.1. Cause o lecho fluvial .....	19
1.3.1.1. Tipos de cauces.....	19
1.3.2. Definición de las obras hidráulicas.....	20
1.3.3. Tipos de obras o estructuras hidráulicas.....	20

1.3.3.1.	Canales .....	20
1.3.3.2.	Presas .....	21
1.3.3.3.	Estaciones de bombeo .....	21
1.3.3.4.	Esclusas .....	21
1.3.3.5.	Sistema de abastecimiento de agua potable .....	21
1.3.3.6.	Sistema de recogida de agua residuales.....	21
1.3.3.7.	Sistema de riego.....	21
1.3.3.8.	Sistema de drenaje.....	22
1.3.3.9.	Defensas ribereñas.....	22
1.3.3.10.	Recarga de acuíferos .....	22
1.3.3.11.	Trasvase de cuenca .....	22
1.3.4.	Canal.....	22
1.3.4.1.	Historia y evolución de los canales.....	22
1.3.4.2.	Clasificación de canales .....	23
1.3.4.3.	Elementos, características geométricas e hidráulicas de un canal .....	25
1.3.4.4.	Tipos de flujo en un canal.....	27
1.3.4.5.	Estados del flujo .....	28
1.3.4.6.	Principio de energía.....	29
1.3.4.7.	Ecuación de continuidad y Manning .....	31
1.3.4.8.	Diseño de canales con flujo uniforme .....	32
1.3.5.	Colector primario .....	33
1.3.5.1.	Condiciones de diseño de un colector.....	33
1.3.5.2.	Caudal de diseño.....	33
1.3.5.3.	Velocidad máxima y velocidad mínima.....	34
1.3.5.4.	Pendiente máxima y mínima.....	35
1.3.5.5.	Coefficiente de rugosidad de la tubería según Manning.....	35

1.3.5.6.	Relaciones hidráulicas.....	35
1.3.6.	Biodigestor .....	36
1.3.6.1.	Historia y evolución de los biodigestores.....	36
1.3.6.2.	Tipos de biodigestores.....	36
1.3.6.3.	Construcción de los biodigestores .....	39
1.3.6.4.	Procesos químicos de un Biodigestor.....	39
1.3.6.5.	Características básicas de un sistema de biodigestión .....	40
1.4.	Marco legal o lineamientos doctrinarios y jurídicos.....	40
1.4.1.	Constitución política del Ecuador .....	40
1.4.2.	Ley de prevención y control de la contaminación ambiental ....	42
1.4.3.	Texto unificado de legislación ambiental secundaria o texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente (T.U.L.A.S o T.U.L.S.M.A).....	42
1.4.4.	Ley de aguas.....	43
1.4.5.	Código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización.....	43
1.4.6.	Código orgánico integral penal.....	45
1.4.7.	Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua (libro VI anexo 1) .....	46
1.4.7.1.	Criterios generales de descarga de efluentes.....	46
1.4.8.	Norma INEN 2176:98 .....	49
1.4.9.	Norma INEN 2169:98 .....	50
CAPITULO II.....		51
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS.....		51
2.1.	Tipo de investigación .....	51
2.2.	Población y muestra .....	51
2.2.1.	Zonas de influencia .....	51

2.2.1.1.	Sector La Florita .....	52
2.2.1.2.	Sector Los Almendros .....	52
2.2.1.3.	Sector Milenium .....	52
2.2.1.4.	Sector Divino Niño .....	53
2.2.1.5.	Sector La Pradera (LOT. EMILIO BARCIA).....	53
2.2.2.	Número poblacional en los sectores de influencia .....	53
2.2.3.	Tamaño de la muestra .....	53
2.3.	Tabulación de la información .....	55
2.3.1.	Ficha de observación .....	55
2.3.2.	Entrevista .....	55
2.3.3.	Encuesta .....	56
2.3.4.	Ensayos de laboratorio.....	56
2.3.4.1.	Características físicas, químicas de afluentes no naturales que aportan caudal al rio.....	57
2.3.4.2.	Características físicas, químicas de una muestra del rio en orden aleatorio .....	57
2.3.4.3.	Características físicas, químicas del rio como afluente del océano pacífico .....	58
2.4.	Diagnóstico del Rio Muerto.....	58
2.4.1.	Ubicación geográfica del Rio Muerto.....	59
2.4.2.	Afluentes del Rio Muerto .....	60
2.4.3.	Importancia del Rio Muerto .....	60
2.4.4.	Contaminación del Rio Muerto por aguas residuales .....	61
2.5.	Diagnóstico de las soluciones hidráulicas que se implementaron ..	62
2.5.1.	Canal.....	62
2.5.1.1.	Constitución del canal.....	62
2.5.1.2.	Características geométricas e hidráulicas .....	63

2.5.1.3.	Cotas de fondo y velocidad de flujo en una sección cualquiera del canal .....	63
2.5.1.4.	Trabajo de canal construido transportado con un tirante de 5cm .....	64
2.5.2.	Colector .....	64
2.5.2.1.	Constitución del colector .....	64
2.5.2.2.	Condiciones de diseño del colector principal .....	65
2.5.2.3.	Velocidad y caudal a tubería llena .....	66
2.5.2.4.	Caudal de diseño hipotético .....	66
2.5.2.5.	Caudal de diseño calculado .....	67
2.5.2.6.	Distribuidores de caudal .....	68
2.5.3.	Biodigestor .....	69
2.5.3.1.	Constitución del Biodigestor .....	69
2.5.3.2.	Proceso de depuración del agua residual en los biodigestores .....	72
2.5.3.3.	Disposición de las aguas residuales de los sectores donde se implementaron los biodigestores .....	72
2.5.3.4.	Capacidad de depuración de las aguas según la población	73
2.5.3.5.	Espesor del filtro de grava .....	74
CAPITULO III .....		75
ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS PARA EL CONTROL DE LOS NIVELES DE CONTAMINACION EN EL RÍO MUERTO .....		75
3.1.	Entrevista .....	75
3.2.	Encuesta .....	80
3.3.	Análisis del agua residual .....	98
3.4.	Canal .....	100

3.4.1.	Verificación de cotas de fondo y velocidad de flujo del canal.	100
3.4.2.	Verificación de la velocidad y caudal en condición de tirante de 5cm	101
3.5.	Colector	101
3.5.1.	Trabajo de los distribuidores de caudal	101
3.5.1.1.	Trabajo a caudal de tubería llena	101
3.5.1.2.	Trabajo a caudal hipotético	102
3.5.1.3.	Trabajo a caudal calculado combinado o mixto	103
3.5.1.4.	Trabajo a caudal calculado de aportaciones solo por AA.SS	105
3.5.1.5.	Trabajo a caudal calculado de aportaciones solo por AA.LL	107
3.5.2.	Comparación del caudal hipotético vs el calculado	109
3.5.3.	Comparación de la solicitud vs la capacidad para los caudales...	112
3.5.4.	Verificación de los tramos que no cumplen a velocidad máxima, tolerable y mínima a tubo lleno	115
3.5.5.	Verificación de velocidad según los caudales para colector mixto y caudal calculado solo por aporte de AA.SS	118
3.6.	Biodigestor	121
3.6.1.	Realidad actual de los biodigestores	121
3.6.2.	Verificación de la población de diseño	121
3.6.3.	Verificación de los biodigestores bajo las normas INEN	122
3.6.4.	Verificación el espesor del filtro de grava	122
3.7.	Propuesta	122
3.7.1.	Intervención del colector	123
3.7.2.	Rehabilitación de los biodigestores	123
3.7.3.	Construcción de un canal/vía sobre el río	123

CONCLUSIONES .....	125
RECOMENDACIONES.....	128

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.- Constitución del agua residual doméstica .....	11
Figura 2.- Clasificación de los ríos según su forma .....	20
Figura 3.- Sección transversal irregular de un canal natural.....	24
Figura 4.- Secciones transversales típicas .....	25
Figura 5.- Sección transversal típica de un canal .....	27
Figura 6.- Caída hidráulica.....	30
Figura 7.- Caída hidráulica de un vertedero.....	30
Figura 8.- Resalto hidráulico después de una compuerta.....	30
Figura 9.- Principio de continuidad de fluidos en conducto imaginario de sección variable. ....	31
Figura 10.- Tipos de Biodigestor según su forma de operar.....	37
Figura 11.- Biodigestor Tipo Batch.....	37
Figura 12.- Biodigestor Tipo Chino .....	38
Figura 13.- Biodigestor Tipo Hindú .....	38
Figura 14.- Biodigestor Tipo Taiwán .....	38
Figura 15.- Vista panorámica de las áreas de influencia .....	52
Figura 16.- Vista panorámica del Río Muerto.....	59
Figura 17.- Vista panorámica del Río muerto y sus afluentes el Río Bravo, Canal de San Agustín y Río el Salto.....	60
Figura 18.- Características físicas, químicas del canal Tohallí .....	57
Figura 19.- Características físicas, químicas bajo el puente el Palmar.....	57
Figura 20.- Características físicas, químicas de la playa Los Esteros .....	58
Figura 21.- Sección transversal del canal San Agustín.....	63
Figura 22.- Diagrama de flujo.....	68
Figura 23.- Vista panorámica ubicación de los Biodigestores.....	70
Figura 24.- Cota de fondo en el inicio del canal .....	100
Figura 25.- Modelo de encuesta .....	155
Figura 26.- Plano del colector .....	158
Figura 27.- Ubicación de las obras hidráulicas .....	62

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1.- Población por sectores de influencia .....	53
Tabla 2.- Tamaño de la muestra .....	54
Tabla 3.- Características geométricas del canal .....	63
Tabla 4.- Características geométricas del canal con tirante de 5cm .....	64
Tabla 5.- Elementos del colector.....	65
Tabla 6.- Sectores de donde recoge agua el colector.....	65
Tabla 7.- Distribuidores de caudal .....	68
Tabla 8.- Componentes del biodigestor y sectores que aportan a él. ....	70
Tabla 9.- Volumen de los Biodigestores .....	71
Tabla 10.- Descarga al tipo de obra según el sector.....	72
Tabla 11.- Caudal y población según tiempo de retención .....	73
Tabla 12.- Espesor del filtro de grava .....	74
Tabla 13.- Límites de parámetros físicos y químicos de descarga a un cuerpo de agua dulce y resultado del análisis para (p1 y p2). ....	98
Tabla 14.- Límites de parámetros físicos y químicos de descarga a un cuerpo de agua marina y resultado del análisis para (p3). ....	99
Tabla 15.- Pendiente promedio del canal .....	100
Tabla 16.- Velocidad del flujo en el canal de San Agustín .....	101
Tabla 17.- Velocidad y caudal del canal de San Agustín .....	101
Tabla 18.- Trabajo a tubo lleno .....	102
Tabla 19.- Grado de llenado de Q para que qr no trabaje .....	102
Tabla 20.- Trabajo de distribuidor a caudal hipotético .....	102
Tabla 21.- Grado de llenado de Q, qs y qr para caudal hipotético .....	103
Tabla 22.- Capacidad de transporte del caudal calculado mixto.....	104
Tabla 23.- qr bajo trabajo a caudal calculado mixto.....	104
Tabla 24.- Grado de llenado de Q, qs y qr para caudal mixto.....	105
Tabla 25.- Capacidad de transporte de caudal calculado AASS .....	105
Tabla 26.- qr bajo caudal calculado AASS.....	106
Tabla 27.- Grado de llenado de Q, qs, qr para caudal calculado AASS ....	106
Tabla 28.- Capacidad de transporte de caudal AALL .....	107
Tabla 29.- qr bajo caudal calculado AALL .....	107

Tabla 30.- Grado de llenado de Q, $q_s$ , $q_r$ para caudal calculado AALL .....	108
Tabla 31.- Caudal hipotético vs calculado .....	109
Tabla 32.- Solicitud de caudal vs capacidad para caudal .....	112
Tabla 33.- Tramos que no cumplen los límites de velocidad para tubo lleno .....	115
Tabla 34.- Velocidad mínima para caudal calculado solo AASS .....	118
Tabla 35.- Relación poblacional.....	121
Tabla 36.- Espesor del filtro .....	122
Tabla 37.- Condición general del agua residual.....	135
Tabla 38.- Medidas preventivas .....	135
Tabla 39.- Enfermedades hídricas .....	135
Tabla 40.- Coeficiente de rugosidad de Manning (n) para canales artificiales. .....	136
Tabla 41.- Taludes recomendados en canales. ....	137
Tabla 42.- Velocidad en función de la pendiente, según su utilidad .....	138
Tabla 43.- Velocidades máximas y mínimas.....	138
Tabla 44.- Valores del coeficiente de Manning para diferentes tipos de tubería.....	138
Tabla 45.- Relaciones hidráulicas .....	139
Tabla 46.- Límite de descarga al sistema de alcantarillado público. ....	142
Tabla 47.- Límite de descarga a un cuerpo de agua dulce (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011). ....	144
Tabla 48.- Límite de descarga a un cuerpo de agua marina (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011).....	146
Tabla 49.- Ficha de observación.....	148
Tabla 50.- Calculo de caudal y velocidad a tubo lleno .....	159
Tabla 51.- Calculo de caudal de diseño hipotético.....	162
Tabla 52.- Caudal calculado para colector combinado .....	165
Tabla 53.- Caudal calculado solo por aporte de AASS .....	168
Tabla 54.- Caudal calculado solo por aporte de AALL.....	171

## INTRODUCCIÓN

Manta, denominada oficialmente como San Pablo de Manta, es una de las ciudades más importantes del Ecuador, localizada en la provincia de Manabí. Está asentada en una espléndida bahía, que le ha dado la característica de puerto internacional en la costa del Océano Pacífico. La ciudad es el centro financiero y económico de la provincia, y una de las principales ciudades del país, alberga grandes organismos culturales, financieros, administrativos y comerciales.

Por su ubicación geográfica alineada al mar, su topografía un poco accidentada, evidencia fundamentalmente tres sub-cuencas hidrográficas, las mismas que con el pasar del tiempo se les asigno los nombres de, Río Manta, Río Burro y Río Muerto.

El Río Muerto presenta agua dulce en un promedio de 2 a 3 veces al año, entre los meses de enero a marzo (periodo lluvioso). Sin embargo cabe señalar que la presencia de agua dulce producto de lluvias, actúa como barrido de obstáculos que se encuentran en el cauce de la quebrada y que son arrastrados hacia la orilla de la costa, específicamente la playa de los esteros.

El presente estudio está encaminado a obtener datos reales y confiables mediante el análisis de las soluciones que se le dieron al cauce del río Muerto para contrarrestar la contaminación ambiental, luego de su paso por la zona urbana de los cantones Montecristi y Manta. Por medio de este conocimiento se podrán establecer medidas preventivas y hacer cumplir las normas establecidas en la legislación ambiental.

Para ello es necesario analizar las soluciones implementadas y el por qué no están en funcionamiento. También identificar las descargas que aportan más contaminantes y contribuir para que las autoridades competentes definan políticas y acciones para el desarrollo de proyectos en el manejo responsable de las aguas residuales.

## **PROBLEMA CIENTIFICO**

- ¿Por qué las propuestas de soluciones de obras hidráulicas que se implementaron en el cauce del Río Muerto no disminuyeron la contaminación ambiental?

## **OBJETO**

- Soluciones de obras hidráulicas.

## **CAMPO DE INVESTIGACIÓN**

- Ingeniería hidráulica.

## **ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

Entre un 70 y 80% de la población mundial se ubican en las costas o cerca de ellas, especialmente en zonas urbanas, donde una parte importante de los desechos que allí se producen se depositan directamente en el océano.

El Río Muerto que nace en la jurisdicción del cantón Montecristi, es la segunda fuente de contaminación en Manta. Algunas industrias importantes evacuan sus residuos directamente al cauce, tales como la Fabril, Gondy, Eurofish, Conservera Tropical y la Planta de Tratamiento Irotop, también se suman las descargas de las conexiones clandestinas de algunos de los habitantes y moradores de los sectores de la Pradera, Divino Niño, Los Almendros, Los Esteros y la Florita convirtiendo el cauce en un foco de contaminación.

A pesar de que en los últimos años la ciudad de Manta ha contado con obras de alcantarillado, el problema continua y se ve reflejada en cada sector de esta ciudad, ya que la contaminación es debido a la falta de un tratamiento adecuado que evite la descarga directa de aguas residuales de las fábricas y de los domicilios.

El caudal de las descargas va directamente a la playa de Los Esteros. Los RILES (Residuos Líquidos Industriales) y las aguas servidas domiciliarias, al no existir lluvias durante el verano que las arrastren consigo hacia el mar,

permanecen estancadas, emanando fuertes olores y contaminando el ambiente, afectando la convivencia de los sectores aledaños a este río, convirtiéndose en zona de cultivo de insectos y enfermedades que ponen en riesgo la salud pública del sector.

El creciente interés por la preservación del ambiente por parte del gobierno central a través del ministerio de regulación y control pertinente, ha provocado que el GAD de Manta adopte medidas de control y prevención para las actividades productivas; por lo cual, en los últimos años se ha exigido realizar un estudio del impacto ambiental previo a cualquier ejecución de un proyecto.

Por lo tanto en esta investigación se propone analizar las soluciones de la ingeniería hidráulica implementadas en el cauce del Río Muerto, problema que ha afectado al cantón por varios años. Problemática que aqueja a la imagen de potencial turístico y comercial de proyección mundial que ostenta la bella ciudad de Manta.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general.**

- Analizar las soluciones de obras hidráulicas implementadas en el cauce del Río Muerto para proponer una solución que contribuya a la disminución de la contaminación ambiental.

### **Objetivos específicos.**

- Conocer las afectaciones ambientales generadas por la contaminación del Río Muerto a los pobladores de los sectores aledaños.
- Identificar las propuestas de solución de obras hidráulicas en la contaminación ambiental.
- Establecer el nivel de efectividad de las obras hidráulicas implementadas.
- Presentar una propuesta para reducir o eliminar la contaminación ambiental.

## **HIPÓTESIS**

El estudio de las obras hidráulicas implementadas para la disminución de la contaminación del Río Muerto permitirá establecer las fallas en su funcionamiento y las medidas para su repotenciación.

## **VARIABLES**

### **Variable independiente**

Contaminación ambiental del cauce del Río Muerto

### **Variable dependiente**

Soluciones de obras hidráulicas que se implementaron en el cauce del Río Muerto.

## **TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

Investigación descriptiva: En este tipo de investigación se llegara a conocer el estado en el que se encuentra actualmente el cauce del Rio Muerto, por qué las soluciones que se le implementaron para disminuir su contaminación no fueron las adecuadas o no fueron las apropiadas, y buscaremos una solución a dicho problema de contaminación.

## **POBLACIÓN**

Es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado.

En esta investigación se toma en cuenta dos poblaciones:

- Población de los sectores de influencia
- Población de obras hidráulicas

## **MUESTRA**

Es un subconjunto de la población. Es necesario que todos los elementos de ella permanezcan a la población, por eso se dice que una muestra debe ser representativa de la población.

## MÉTODOS

Para la recopilación, organización, análisis y exposición de la información se utilizó: el método bibliográfica, documental y de campo.

- **Método descriptivo:** Este sirve para recoger, organizar, resumir, presentar, generalizar, analizar, los resultados de las observaciones que se obtengan.  
Además este método implica la recopilación y presentación sistemática de datos para dar una idea clara de determinada situación, por lo que este proceso es fácil y de corto tiempo.
- **Método estadístico:** El método de la estadística se refiere a la comparación de los hechos, y el empleo de datos recogidos para formular leyes.

## TÉCNICAS

- Observación in situ. Observaremos el cauce del Rio Muerto y determinaremos los sectores donde mayor es su contaminación.
- Entrevista al Director de Departamento Técnico de la EPAM.
- Encuestas a los moradores de los sectores: La Florita, Milenium, Divino Niño y la Pradera.

## PROCEDIMIENTOS

- Identificar y localizar en el mapa con coordenadas, las propuestas de solución de obras hidráulicas en la contaminación ambiental que se han aplicado a lo largo del cauce del río.
- Levantamiento de testigos:
  - Muestreo en descargas puntuales, en los 3 sectores donde se realizara el estudio pertinente.
  - Muestreo en canales y colectores presentes a lo largo del cauce del río.
- Tabular y graficar datos estadísticos, para establecer los niveles de contaminación en los sectores.

- Caracterización de aguas por DBO y DQO (demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno).
- Tabular y graficar datos estadísticos de las encuestas realizadas a los moradores, identificando el grado las afectaciones ambientales generadas por la contaminación del Río Muerto a los pobladores de los sectores aledaños, catalogarlo en tablas de mayor a menor.
- Evaluar de forma teórica los diseños de las obras hidráulicas.
- Presentar una propuesta para enfrentar la contaminación ambiental. Analizando costo beneficio para una muy posible implementación a mediano o largo plazo.

En el capítulo 1, se presenta un análisis crítico de las fuentes necesarias para la interpretación y enfoque global de esta tesis, definiendo conceptos y fenómenos que intervienen en la contaminación, además de las leyes y normas que rigen sobre las mismas.

Capítulo 2, se presenta la metodología y diagnóstico en la que se detalla de manera sistemática la población, la muestra, los sectores de influencia, las técnicas de investigación y el diagnóstico de cada obra hidráulica. Es en este capítulo donde se presenta toda la información recolectada.

El capítulo 3, comprende el análisis de resultado de las técnicas de investigación (observación, encuesta, entrevista y caracterización de las muestras de aguas residuales), explica la realidad y los fenómenos que intervienen en cada uno de los elementos de las obras hidráulicas, también presenta la relación del estado del río con los pobladores de los sectores de influencia o los sectores aledaños. Finalmente se presenta una propuesta para una posible solución de la problemática.

# CAPÍTULO I

## LAS OBRAS HIDRÁULICAS Y SU RELACIÓN CON LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

### 1.1. Antecedentes

Históricamente los asentamientos humanos se desarrollaron en las márgenes de los ríos con el fin de satisfacer sus necesidades básicas, que con la revolución industrial y su efecto secundario el gran crecimiento demográfico fue necesaria la búsqueda de más fuentes para el suministro de agua y receptores de residuos. BETHEMONT J. pionero en la investigación del impacto que causan la aguas residuales en los cuerpos de aguas, en el año de 1980 concibe los primeros datos sobre este fenómeno. En uno de sus aportes aclara que mientras más aguas servidas vierta sobre un cuerpo de agua receptor, este genera más bacterias capaces de eliminar la materia orgánica que se adicione, siempre y cuando no se rebase los límites de auto depuración pues, esto resultaría desastroso. Además de incluir conceptos de la calidad de recurso agua y no solo el simple hecho de la satisfacción en cuanto a la cantidad, también de argumentar sobre el abastecimiento a futuro y el desarrollo sostenible, que permitieron nuevos planteamientos sobre las políticas de aguas.

El estudio de las obras hidráulicas para el tratamiento de las aguas residuales y aprovechamiento de la energía resultante inició en la década del 40 del siglo pasado, y ha evolucionado hasta la presente fecha en muy complejos sistemas. La aparición de dichos estudios dio partida a la publicación de textos investigativos especialmente en la década del 70, puntualizando en los procesos que convierten al tratamiento de aguas residuales en una actividad con múltiples aplicaciones posteriores.

Todas estas realidades no escapan de nuestro país y mucho menos de nuestro medio a tal punto que existe evidencia de la complejidad del problema que acarrea el vertido de aguas residuales y residuos sólidos a los cuerpos de aguas. Tal es el caso que nuestro país los ríos de las principales ciudades

se encuentran en situación de vulnerabilidad, empezando por los ríos Machangara, Monjas, San Pedro y Guayabamba en la ciudad de Quito y en ellos la empresa Metropolitana de agua y saneamiento trabaja en un plan de descontaminación que empezó en el año 2012 con la implementación de conductores que terminan en una planta de tratamiento de aguas. El río Daule en la ciudad de Guayaquil; el río Tomebamba en Cuenca que se encuentra en el borde del límite permisible de descarga de efluentes y se trabaja en políticas a nivel de gobierno local por medio de la empresa Etapa en la articulación de acciones dirigidas a las industrias que se asientan muy cercana a los ríos.

## **1.2. La contaminación**

### **1.2.1. Definición de la contaminación**

Llámesese contaminación a la perturbación del estado de equilibrio de un ente. Para Xavier Elías, en su obra *Reciclaje de residuos industriales* “define como toda presencia de cuerpos extraños, la introducción en un medio cualquiera contaminante, es decir; la introducción de cualquier sustancia o forma de energía con potencial para provocar daños irreversibles en el medio inicial” (Xavier, 2009). La existencia de cualquier agente externo (físico, químico, biológico o sus combinaciones) en lugares, formas y concentraciones que representan riesgo para el normal desarrollo de las especies de ese medio, figura como contaminación.

### **1.2.2. Clasificación de la contaminación según la afectación del recurso**

La clasificación más importante es la que relaciona a los recursos naturales básicos: el suelo, el aire y el agua.

#### **1.2.2.1. Contaminación del suelo**

El suelo es el conglomerado de elementos físicos, químicos y biológicos que constituye la superficie de la corteza terrestre. Consiste en un “sistema estructurado, biológicamente activo, que tiende a desarrollarse en la superficie, emergidas por la influencia de la intemperie y de los seres vivos. Constituye la interfaz entre la tierra, el aire y el agua, lo que le confiere la capacidad de desempeñar tanto funciones naturales como de uso

antropogénico” (Torres & Zuluaga, 2009). Los suelos se comportan como una barrera, que obstruyen y retienen los minerales que las plantas necesitan para su sustento y posteriormente se liberan por la degradación de los restos orgánicos. Un buen suelo es condición fundamental para la productividad agrícola.

La contaminación del suelo consiste en la introducción y acumulación de sustancias que repercuten en su normal comportamiento. Dichas sustancias, a elevados niveles de concentración, se vuelven tóxicas para los organismos del suelo. Estos contaminantes producen un desequilibrio en las características de los suelos. Los fenómenos naturales pueden ser causas de contaminación en el suelo pero, más frecuentes, son debido a la actuación antropogénico, que se desarrolla sin la necesaria planificación. Principalmente se producen por el uso desmedido e indiscriminado de: plaguicidas, insecticidas, herbicidas, fungicidas y actividad minera. Se trata pues de la degeneración que provoca pérdidas parciales o totales de los beneficios que brinda el mismo.

#### **1.2.2.2. Contaminación atmosférica**

Llámesse aire a la mezcla de gases que conforman la atmosfera del planeta tierra. La atmósfera está compuesta principalmente por tres tipos de constituyentes gaseosos: gases permanentes, gases variables, constituyentes no gaseosos. Los gases mayormente presente son el oxígeno y el nitrógeno (Ortega, 2009).

La contaminación del aire o contaminación atmosférica, es la presencia de sustancias en la atmósfera, en una cantidad que implique molestias o riesgo para la salud de los seres vivos, así como pueden atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables (Zurita, 2010).

#### **1.2.2.3. Contaminación hídrica**

El agua como elemento más importante del planeta tierra es una sustancia abiótica. Este elemento se encuentra en:

- Estado líquido: un gran porcentaje de la superficie terrestre está cubierta por agua que se distribuye por cuencas saladas y dulces.
- Estado sólido: en hielo y nieve.
- Estado gaseoso: constituye la humedad atmosférica.

Como principal fundamento de la vida vegetal y animal, es el medio ideal para la vida. Con características de ausencia de color, sabor y olor. Adquiere la forma del recipiente que lo contenga.

Se entiende por contaminación del medio hídrico o contaminación del agua a la acción de introducir algún material o inducir condiciones sobre el agua que, impliquen una alteración perjudicial de su calidad y cantidad en dependencia a sus usos posteriores (Zurita, 2010).

### **1.2.3. Contaminación de los ríos por aguas residuales**

Cuando el agua se ve alterada de forma tal que, las condiciones necesarias para que la misma sea utilizada para beneficio de los seres vivos, se dice que el agua está contaminada de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud.

El origen de la contaminación de los ríos radica en la alteración del estado de equilibrio de los ríos por agentes extraños en altos niveles de saturación, que impiden o hacen imposible la auto depuración. Dentro de las principales fuentes de esos elementos son los vertidos líquidos urbanos producidos por los hogares o aguas residuales.

#### **1.2.3.1. Definición de las aguas residuales**

Son corrientes de agua, que han sido utilizadas en líneas o procesos de producción. Son residuos que se generan al producir o transformar otros elementos “provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, agropecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original” (T.U.L.A.S, 2011). Estas aguas son de composición variada, que “por razones de salud pública y por consideraciones de recreación económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolas sin

tratamiento” (Barón, 2006). Son aguas contaminadas, por esta razón es imprescindible el tratamiento previo para su disposición final en el ambiente.

### 1.2.3.2. Tipos de aguas residuales

Las aguas residuales dependiendo de su origen se clasifican como:

Aguas residuales domésticas (A.R.D).- Estas aguas provienen de viviendas, edificios comerciales, instituciones, entre otros. “Se generan por el metabolismo humano y varias actividades domésticas con fines higiénicos” (Valencia, 2013).

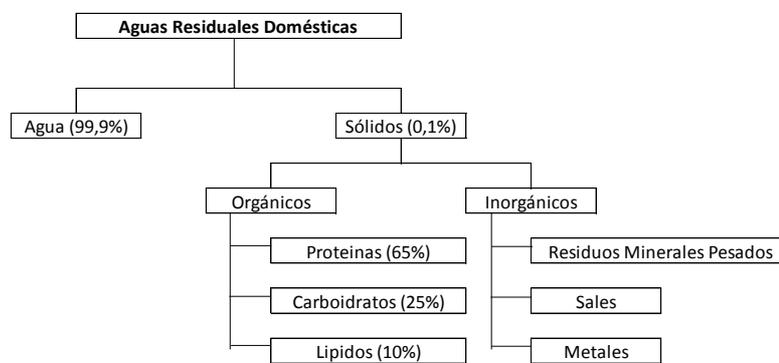


Figura 1.- Constitución del agua residual doméstica

Fuente: (Freire, 2013)

Las A.R.D pueden subdividirse dependiendo en qué fueron empleadas:

- Las aguas negras provienen de los inodoros. “Transportan residuos humanos con una cantidad elevada de sólidos suspendidos, nitrógenos, y microorganismos o coliformes fecales” (Valencia, 2013).
- Las aguas grises, provienen de las tinas, duchas, lavamanos, lavadoras, y otros.

Esta subdivisión se la considera así para los tratamientos primarios en zonas puntuales de difícil acceso. Por ejemplo, en proyectos eco turísticos asentados en el perímetro de reservas ecológicas protegidas. Por el contrario en asentamientos densamente poblados donde los volúmenes de aguas residuales son extremadamente grandes, en nuestro país esta subdivisión

pierde importancia ya que construir un sistema de recolección bajo esta subdivisión sería muy costoso.

Aguas residuales industriales (R.I.L.E.S).- Los RILES son el resultado de “líquidos generados en los procesos industriales” (Freire, 2013). Los procesos industriales son los de “producción, transformación o manipulación de productos o servicios que han sido desarrollados en las industrias o empresas” (Valencia, 2013). También incluyen las aguas de refrigeración. Dependiendo del tipo de industria poseen características específicas totalmente diferentes.

Las características específicas ofensivas de los RILES no se eliminan con un tratamiento convencional debido a concentraciones elevadas de contaminantes y por su naturaleza química, por eso deben ser reguladas con tratamientos especiales (Valencia, 2013).

Aguas residuales de infiltración.- Se consideran a las aguas de infiltración como aguas residuales debido a la transformación que sufren al pasar por un medio adquiriendo cambio de su composición original. Mayormente son de origen pluvial que se filtran en el suelo cambiando sus propiedades originales, para luego aportar como caudal a los sistemas de alcantarillado o a escorrentías. La infiltración hace referencia al agua que penetra en el sistema a través de juntas defectuosas, fracturas y grietas, o paredes porosas de los sistemas de recogida y tratamiento de aguas residuales (Martínez & Tibisay, 2007).

Adicional, en este tema es importante mencionar los lixiviados. Se entiende por lixiviado al líquido residual que es generado en la descomposición bioquímica de residuos acumulados en la intemperie o en rellenos sanitarios, este líquido también es resultado del proceso de percolación de un flujo a través del sólido que extrae materiales disueltos (Cifuentes & Marcela, 2013).

Los lixiviados pueden penetrar los sistemas de recogida y tratamiento de aguas residuales, aguas de escorrentías superficiales y subterráneas. Las

aguas de la escorrentía superficial de las zonas de cultivo, presentan: pesticidas, sales y sólidos en suspensión.

### **1.2.3.3. Características de las aguas residuales**

“Los constituyentes encontrados en las aguas residuales se clasifican como: físicos, químicos y biológicos” (Freire, 2013). Se estudian “Con el propósito de comprender la importancia que tiene la composición de las aguas servidas para el tratamiento de las mismas” (Martinez & Tibisay, 2007). “Son considerados de mayor importancia los compuestos orgánicos biodegradables, los sólidos suspendidos y los orgánicos patógenos y es por ello que la mayoría de instalaciones de manejo de aguas residuales son diseñadas para su remoción” (Freire, 2013).

#### Características físicas

*Temperatura.*- Suele ser por lo general "mayor en las aguas servidas que en el agua potable debido a la anexión de productos domésticos e industriales" (Freire, 2013), también por la "incorporación de agua caliente procedente de las casas y de los diferentes usos industriales" (Borja, 2011).

Es importante tomar en cuenta la temperatura ya que los sistemas de tratamiento de aguas residuales involucran procesos biológicos en su funcionamiento. Afecta directamente las reacciones químicas y las velocidades de reacción, la vida acuática y la adecuación del agua para fines benéficos. La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana está en el rango de 25 a 35°C (Freire, 2013).

*Sólidos totales.*- Después de someter al agua a un proceso de evaporación entre 103 y 105°C, la materia que se obtiene como residuo se define como sólidos totales. No se define como sólida aquella materia que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor. También se considera como la materia que se sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica (cono de Imhoff) en el transcurso de un periodo de 60 minutos. Los sólidos sedimentables constituyen una medida aproximada de la cantidad

de fango que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual. (Levine, Tchobanoglous, & Asano, 1985).

*Color.*- Determina cualitativamente en función de su color el tiempo de existencia y estima la condición general del agua residual, es causado por sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución. El color causado por sólidos suspendidos se denomina *color aparente*, mientras que el causado por sustancias disueltas y coloidales se denomina *color verdadero*. El *color verdadero* se obtiene sobre una muestra filtrada. El oscurecimiento de las aguas residuales se da debido a la formación de varios sulfuros, en particular sulfuro ferroso (FeS). Si el color es gris oscuro o negro, se trata en general de aguas sépticas que han sufrido una descomposición bacterial bajo condiciones anaerobias (Freire, 2013).

“El agua residual cambia gradualmente de gris a gris oscuro, para finalmente adquirir color negro” (Borja, 2011).

Existen valores cualitativos para estimar la condición general del agua residual, en anexo 1 tabla 37 se muestran dichos valores.

*Densidad.*- La densidad es la magnitud escalar que representa la cantidad de masa en un determinado volumen, es decir; masa por unidad de volumen, expresada en kg/m<sup>3</sup>. “La densidad de las aguas residuales domésticas que no contengan grandes cantidades de residuos industriales es prácticamente la misma que la del agua limpia a la misma temperatura” (Borja, 2011).

Es una característica muy importante para "establecer la formación potencial de corrientes de densidad en sedimentadores, humedales artificiales y otras unidades de tratamiento” (Martinez & Tibisay, 2007).

*Olor.*- El olor es el elemento de apreciación del sentido del olfato.

Los olores de las aguas residuales “son debido a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica” (Martinez & Tibisay, 2007). Estos gases son formados “en el proceso de descomposición anaerobia” (Freire, 2013).

Principales tipos de olores según (Freire, 2013):

- *Olor a moho.*- Razonablemente soportable: típico de agua residual fresca”. (Freire, 2013)
- *Olor a huevo podrido.*- “Insoportable”; típico del agua residual vieja o séptica, que ocurre debido a la formación de sulfuro de hidrógeno que proviene de la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos”. (Freire, 2013)
- *Olores variados.*- De productos descompuestos, como repollo, legumbres, pescado, de materia fecal, de productos rancios, de acuerdo con el predominio de productos sulfurosos, nitrogenados, ácidos orgánicos. (Freire, 2013)

*Turbiedad.*- Se comprende por turbiedad o turbidez a la carencia de transparencia de un fluido debido a la existencia de partículas en suspensión o “como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua” (Borja, 2011). Esta propiedad “permite tener una idea de la cantidad de materiales extraños en suspensión que pueden estar presentes en las aguas residuales” (Martinez & Tibisay, 2007). Los materiales identificados en suspensión son: dispersiones coloidales, partículas gruesas como el limo, arcilla, materia orgánica, materia inorgánica y organismos patógenos (Freire, 2013). La turbiedad permite “evaluar la calidad del agua residual” (León & Lucero, 2009).

Se puede medir la turbiedad mediante la “comparación entre la intensidad de la luz dispersa en una muestra y la luz dispersa por una suspensión de referencia bajo las mismas condiciones” (Freire, 2013).

#### Características químicas

Los diferentes desperdicios que no son degradables (productos de limpieza y esterilizantes); los aceites, grasas, nitrógenos totales y fósforos totales hacen variar las características químicas del agua.

“El agua residual contiene una considerable cantidad de elementos químicos inorgánicos; estos son nutrientes, constituyentes no metálicos, metales y gases” (Freire, 2013).

Los compuestos orgánicos agregados al agua residual son muy variados.

“La materia orgánica en aguas residuales se constituye básicamente de proteínas (40-60%), carbohidratos (25-50%), grasas y aceites (8-12%)” (Wark & Warner, 1990).

Existen distintos parámetros para la determinación de las características químicas. Estos son:

*Potencial hidrógeno (PH).*- Se denomina potencial de hidrógeno o pH a la propiedad cuantitativa de una disolución estableciendo la cualidad de alcalinidad o acidez. Se "determina la concentración de iones de hidrógeno presente en la solución otorgándole un carácter ácido o básico de acuerdo a los aniones presentes en el agua que entra a reaccionar con el hidrógeno disponible" (Akira, 2007).

Por ser una medida, matemáticamente se define como "el logaritmo negativo de la concentración del ion hidrógeno" (Freire, 2013).

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$

La solución es ácida con un pH bajo y básico o alcalino cuando el pH es alto. “Lo ideal es un agua con un pH neutro entre 6 y 7. Las aguas residuales con valores de pH menores a 5 y superiores a 9 son de difícil tratamiento mediante procesos biológicos. Si está fuera de este rango, el agua como efluente puede modificar la concentración de ion hidrógeno en las aguas naturales si no es modificada” (Akira, 2007).

Es posible medir los valores del pH de “forma instrumental empleando soluciones y papeles indicadores que cambian de color a diferentes valores de pH” (Freire, 2013).

*Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).*- Esta propiedad tiene la capacidad de medir la cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia capaz de ser oxidada por los recursos biológicos. Es decir, "mide el oxígeno consumido por las bacterias mientras oxidan la materia orgánica" (Borja, 2011).

"La demanda bioquímica de oxígeno en cinco días  $DBO_5$  es la cantidad de materia orgánica fácilmente biodegradable durante cinco días y a  $20^{\circ}C.s$ " (Leiva, 2007).

*Demanda química de oxígeno (DQO).*- Es la cantidad compuestos orgánicos que tiene la capacidad de ser descompuesto u "oxidado a dióxido de carbono y agua, mediante acción, en medio ácido, de agentes fuertemente oxidantes" (Akira, 2007). "Es por oxidación química que la materia orgánica se degrada" (Freire, 2013). "Los materiales orgánicos no se pueden degradar biológicamente porque resultan ser tóxicos a los microorganismos o porque su reducción llega a ser tan lenta que son considerados como no biodegradables. Estos materiales son los pesticidas, insecticidas" (Aguay, 2012).

*Carbono orgánico total (COT).*- Esta característica química permite identificar la cantidad de "carbono unido a un compuesto orgánico" (Tutillo, 2012) y se usa frecuentemente como "medida de grado de polución en receptores acuáticos" (Akira, 2007). Se logra obtener "cuantificando el dióxido de carbono generado en la oxidación térmica de la materia orgánica de una muestra de la que se ha eliminado el carbono inorgánico" (Caza, 2009).

$$COT=CT-CIT$$

"(Carbono Orgánico Total) = (Carbono Total) - (Carbono Inorgánico Total)"  
(Tutillo, 2012)

Las fuentes de carbono orgánico total proceden "de la materia orgánica natural en descomposición y de compuestos químicos sintéticos como: detergentes, pesticidas, fertilizantes, herbicidas, compuestos químicos industriales, y compuestos orgánicos dorados" (Tutillo, 2012).

## Características biológicas

Básicamente la importancia de las características biológicas reside “en el control de enfermedades causadas por organismos patógenos de origen humano y por el papel activo y fundamental de las bacterias y otros microorganismos dentro de la descomposición y estabilización de la materia orgánica, bien sea en el medio natural o en plantas de tratamiento de aguas residuales” (León & Lucero, 2009).

El contenido de microorganismos que contienen las aguas residuales es muy elevado y su “función es la de descomponer, transformar, y fermentar la materia orgánica utilizando o no el oxígeno disuelto por medio de procesos aerobios y anaerobios. De los cientos de especies de microorganismos que existen, es posible encontrar los de: origen vegetal (plantas, semillas, helechos); de origen animal (microorganismos vertebrados e invertebrados); o de origen protista (bacterias, hongos, protozoos y algas)” (Valencia, 2013).

Algunos de estos microorganismos son de gran importancia en el proceso de depuración de aguas residuales ya que consumen el material orgánico que contamina las aguas de desecho.

Los más importantes son los que se enumeran a continuación:

- Bacterias
- Hongos
- Algas
- Protozoarios
- Virus

### **1.2.4. Efectos de la contaminación de los ríos por aguas residuales en la salud humana**

Las aguas contaminadas, ya sea de cual cualquier origen y en especial por aguas residuales pueden producir brotes de enfermedades para los seres humanos.

#### **1.2.4.1. Enfermedades que utilizan como vector el agua para su transmisión (enfermedades hídricas)**

“Son causadas por elementos patógenos, perjudiciales para la salud humana, que utilizan como vectores el agua y otros agentes como moscas, ratas y alimentos. Por lo regular, son originadas por descargas intestinales o por contagio. En general, las medidas preventivas (anexo 1 tabla 38) son las mismas para todas las enfermedades descritas en el (anexo 1 tabla 39)” (López R. , 2003):

“Las enfermedades hídricas (anexo 1 tabla 39) son causadas por virus, bacterias, protozoos o helmintos. Estas enfermedades pueden ser de tipos endémicos o esporádicos” (López R. , 2003).

### **1.3. Obras hidráulicas**

#### **1.3.1. Cause o lecho fluvial**

Cauce o lecho fluvial, “es la parte del fondo de un valle por donde corren las aguas de un curso, es el límite físico normal de un flujo de agua, siendo sus confines laterales las riberas” (Belmonte, 2009).

##### **1.3.1.1. Tipos de cauces**

Los ríos en la naturaleza presentan tres tipos o patrones de canal natural o lecho fluvial.

Los tipos de cauces son los siguientes:

- Recto
  - Sinuoso
  - Irregular errante
- Entrelazados
- Meandros
  - Meandros irregulares
  - Meandros regulares
  - Meandros tortuosos

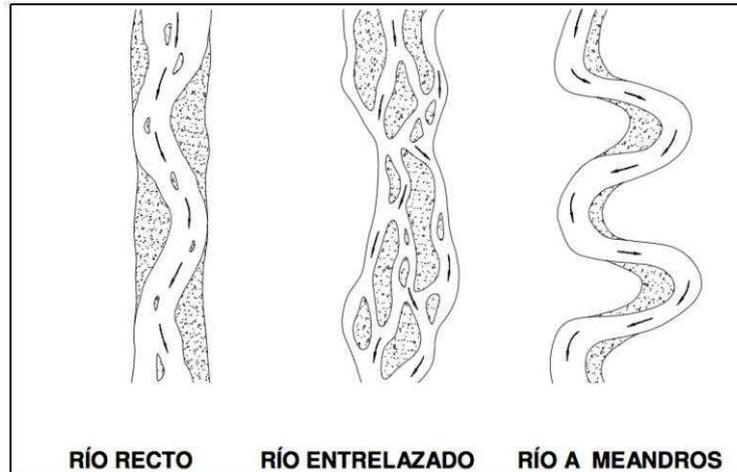


Figura 2.- Clasificación de los ríos según su forma

Fuente: (Rocha, 1998).

### 1.3.2. Definición de las obras hidráulicas

La hidráulica es la rama de la mecánica de fluidos estudiada por la física en la mecánica de medios continuos. En la ingeniería estudia las propiedades mecánicas de los fluidos. “La Hidráulica es una ciencia que necesita de la experimentación para analizar y comprender las particularidades del comportamiento del agua. De esta manera es posible definir leyes experimentales o bien confirmar aquellas de origen teórico.” (Araque & Puga, 2010).

El aprovechamiento de los recursos hídricos con fines económicos, sociales, de defensa y especialmente higiénicos, implica la construcción de obras civiles con este fin, previniendo el mínimo impacto y máximo aprovechamiento de este recurso, procurando siempre la sostenibilidad del mismo aun cuando su origen sea de cualquier tipo.

### 1.3.3. Tipos de obras o estructuras hidráulicas

#### 1.3.3.1. Canales

En nuestro campo de estudio, se designa como canal, a la obra de ingeniería civil que tiene como fin el transporte de fluidos; área fundamental de estudio de la ingeniería hidráulica.

“Los canales son conducciones a superficie libre que se utilizan en sistemas de suministro de agua y en sistemas de drenaje de aguas lluvias” (Torres & Paredes, 2013).

#### **1.3.3.2. Presas**

Presa o represa, es un muro que se construye sobre un río o arroyo, que tiene como finalidad embalsar el agua del cauce fluvial para un sin fin de aplicaciones.

#### **1.3.3.3. Estaciones de bombeo**

Edificación que tiene como propósito incrementar el nivel energético de un fluido desde un nivel menor a un nivel mayor.

#### **1.3.3.4. Esclusas**

Obra hidráulica que permite superar un desnivel, ya sea de una cota menor a una mayor o viceversa, principalmente construidas en canales de navegación.

#### **1.3.3.5. Sistema de abastecimiento de agua potable**

Es un sistema complejo de obras de ingeniería y su función exclusiva consiste en captar agua en bruto o cruda, tratar el elemento, almacenar, distribuir y transportar agua potable por medio de tuberías a las viviendas de una localidad con densidad poblacional relativamente alta.

#### **1.3.3.6. Sistema de recogida de agua residuales**

Sistema de estructuras y tuberías empleado para la recolección y transporte, principalmente de aguas residuales como también de aguas pluviales. Desde el lugar de generación hasta su disposición final.

#### **1.3.3.7. Sistema de riego**

Cumulo de estructuras que permite ejercer sobre un área establecida la aplicación del agua necesaria para el riego de vegetación.

#### **1.3.3.8. Sistema de drenaje**

Aquella obra que facilita la evacuación de agua que se acumula en depresiones topográficas de terreno, misma que puede ser de distintos orígenes.

#### **1.3.3.9. Defensas ribereñas**

Estructuras que tienen como fin proteger del desbordamiento o crecida de los ríos para protección o riego de inundación de sectores adyacentes.

#### **1.3.3.10. Recarga de acuíferos**

Es un método de gestión hídrica que permite captar y acumular agua en los acuíferos subterráneos, una vez almacenada esta puede ser extraída para diferentes usos como abastecimiento, riego, entre otras finalidades.

#### **1.3.3.11. Traspase de cuenca**

Es la acción de trasladar el agua de una cuenca hidrográfica hacia otra, para vencer el parte agua que divide las dos cuenca, para esto se construyen obras de ingeniería como canales abiertos y cerrados, túneles y estaciones de bombeo para elevar el agua hasta un punto determinado que después circularía a gravedad.

### **1.3.4. Canal**

Los canales abiertos son estructuras hidráulicas en la cual, "el agua circula debido a la acción de su propio peso sin estar sometida a más presión que la atmosférica; es decir la superficie libre del líquido está en contacto con la atmosfera" (Sparrow, 2008). Dicho de otra manera, sobre el flujo actúa la presión atmosférica y la fuerza de gravedad.

#### **1.3.4.1. Historia y evolución de los canales**

Remontando varios milenios de años atrás. El entendimiento empírico del funcionamiento de los canales, se puede emprender desde la civilización china, quienes aventajaron al resto de las civilizaciones como la Mesopotamia, antigua Grecia, romana y egipcia.

Los chinos por emprendimiento de su emperador Yang Guang quien ordenó la construcción del Yun-leang o gran canal en el año 604, lograron posicionarse con la construcción del canal o río artificial más largo del mundo con 1700 km.

La civilización egipcia intento unir el mar mediterráneo con el mar rojo por medio de un canal, siendo de los primeros pueblos que se sirvieran de los canales para fertilizar los campos bañándolos con aguas de río Nilo.

En la antigua Mesopotamia, de los célebres ríos Éufrates y Tigris quienes también se encuentran unidos por un canal y que sirvieron a Alejandro Magno en sus campañas de conquista de territorios. Es esta la razón por la cual, las civilizaciones griegas y romanas, mucho más la segunda, quienes con su espíritu guerrero construyeron este tipo de obras para facilitar con más prontitud el transporte de tropas sin descuidar ni dejar de lado su población dedicada a la agricultura.

No se puede dejar de mencionar los canales hechos por los habitantes de los andes, obras que a la actualidad aun funcionan.

En la actualidad el canal más célebre es el canal de Panamá, que une el océano pacífico con el atlántico y sirve principalmente como vía de navegación.

El entendimiento metódico de los canales se evoca desde el siglo XVIII con la contribución de Antoine de Chézy con el estudio de la hidráulica de canales abiertos.

#### **1.3.4.2. Clasificación de canales**

De acuerdo con su origen los canales se clasifican en:

Canales naturales.- “Incluyen todos los cursos de agua que existen de manera natural en la tierra, los cuales varían en tamaño desde pequeños arroyuelos en zonas montañosas, hasta quebradas, ríos pequeños y grandes, arroyos, lagos y lagunas” (Paredes & Sigüencia, 2012).

“Las corrientes subterráneas que transportan agua con una superficie libre también son consideradas como canales abiertos naturales. La sección transversal de un canal natural es generalmente de forma muy irregular y variable durante su recorrido, lo mismo que su alineación y las características y aspereza de los lechos” (Paredes & Sigüencia, 2012).

“Los canales naturales son aquellos donde no interviene la mano del hombre para su creación, como son los arroyos, ríos donde el curso del agua es formado por el desplazamiento del agua en la cuenca hidrográfica hacia niveles o cotas menores” (Paredes & Sigüencia, 2012).

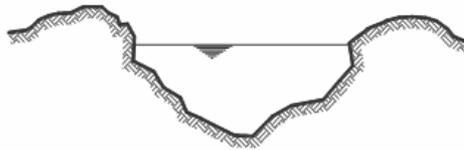


Figura 3.- Sección transversal irregular de un canal natural

Fuente: (Paredes & Sigüencia, 2012)

Canales artificiales.- “Los canales artificiales son todos aquellos construidos o desarrollados mediante el esfuerzo de la mano del hombre, tales como: canales de riego, de navegación, control de inundaciones, canales de centrales hidroeléctricas, alcantarillado pluvial, sanitario, canales de desborde, canaletas de madera, cunetas a lo largo de carreteras, cunetas de drenaje agrícola y canales de modelos construidos en el laboratorio” (Paredes & Sigüencia, 2012).

“Los canales artificiales usualmente se diseñan con forma geométricas regulares (prismáticos), un canal construido con una sección transversal invariable y una pendiente de fondo constante se conoce como canal prismático. El término sección de canal se refiere a la sección transversal tomado en forma perpendicular a la dirección del flujo” (Paredes & Sigüencia, 2012).

Las secciones transversales más comunes son:

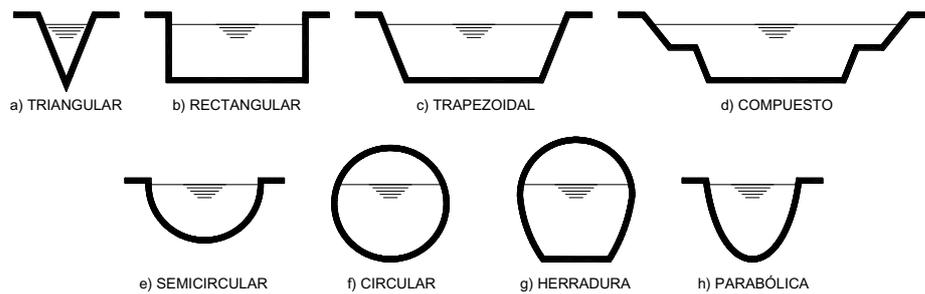


Figura 4.- Secciones transversales típicas

Fuente: Vines Erika, Chávez Luis

*Sección triangular.*- “Se usa para cunetas revestidas en las carreteras, también en canales de tierra pequeños, fundamentalmente por facilidad de trazo. También se emplean revestidas, como alcantarillas de las carreteras” (Paredes & Sigüencia, 2012).

*Sección rectangular.*- “Debido a que el rectángulo tiene lados verticales, por lo general se utiliza para canales construidos con materiales estables, acueductos de madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos” (Paredes & Sigüencia, 2012).

*Sección trapezoidal.*- “Se usa en canales de tierra debido a que proveen las pendientes necesarias para estabilidad, y en canales revestidos” (Paredes & Sigüencia, 2012).

#### 1.3.4.3. Elementos, características geométricas e hidráulicas de un canal

Son elementos muy importantes para el cálculo de flujo en un canal y se definen como las propiedades de un segmento de canal que a su vez permiten ser definidas por la geometría del segmento y la profundidad del flujo.

Tirante de agua o profundidad de flujo (d).- Es la profundidad máxima de un canal, medido verticalmente desde la superficie libre hasta el punto más bajo de la sección transversal de un canal.

Ancho superficial o espejo de agua (T).- Es el ancho de la superficie libre de un canal, medido horizontalmente desde las paredes laterales del canal.

Talud (m).- Dada por la inclinación de las paredes laterales del canal. Definida matemáticamente como la relación de la proyección horizontal sobre la vertical de la pared que también puede ser expresada como pendiente y/o grados de inclinación.

Coefficiente de rugosidad (n).- Podría definirse como la fricción que existe entre el fluido y material que está constituido la estructura que transporta dicho fluido y esta está en función del tipo de material que este hecha la estructura. En el anexo 1 tabla 40 se localiza el coeficiente de rugosidad de Manning para canales artificiales.

Pendiente (S).- Matemáticamente definida como la relación entre las diferencias de cota de una canal y la longitud de la rasante del canal. También llamada pendiente longitudinal.

Área hidráulica (A).- Área o superficie ocupada por un fluido en la sección transversal de un canal.

Perímetro mojado (P).- Es el resultado de la resta del perímetro de la sección transversal de un canal cualquiera menos el espejo de agua, en otras palabras es la longitud de la sección trasversal que se encuentra en contacto con el fluido.

Radio hidráulico (Rh).- Es la relación entre el área mojada y el perímetro mojado.

Tirante medio (dm).- Es la división del área hidráulica para el espejo de agua.

Borde libre (LB).- Es la distancia vertical medida desde el espejo de agua hasta el punto más alto del borde de las paredes del canal.

Gasto (Q).- Es el caudal o el volumen de fluido que pasa por la sección transversal de un canal en un determinado tiempo.

Velocidad media ( $V_m$ ).- Es la velocidad con la que el fluido es transportado por el canal.

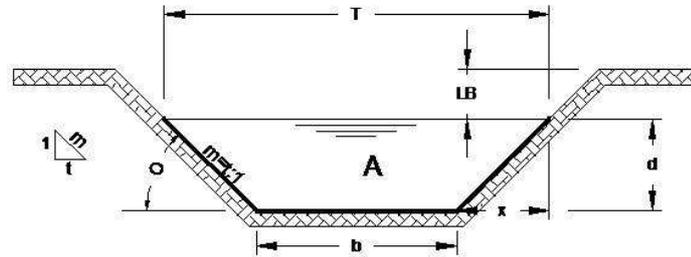


Figura 5.- Sección transversal típica de un canal

Fuente: (Paredes & Sigüencia, 2012)

#### 1.3.4.4. Tipos de flujo en un canal

La clasificación del flujo en canales abiertos se hace con respecto al cambio del tirante de agua o profundidad del flujo en función del tiempo y al espacio.

Permanente.- Es permanente si el tirante de agua en un canal abierto no cambia o puede implicarse constante durante un espacio de tiempo estimado.

No permanente o transitorio.- Al contrario del flujo permanente, este se distingue por que la profundidad del flujo cambia con respecto al tiempo.

"Las crecientes y oleadas son los casos más comunes del flujo no permanente en donde el nivel del flujo cambia instantáneamente a medida que las ondas pasan" (Espinoza & Vintimilla, 2013).

Uniforme.- Es uniforme si el tirante de agua en un canal abierto es constante en cada sección con respecto al espacio. Adicional en este caso, si existe o no variación de la profundidad con respecto al tiempo este puede ser permanente o no permanente.

Variado.- Cuando la profundidad del flujo cambia a lo largo del canal se dice entonces que este es variado y puede ser permanente o no permanente.

Adicional este se clasifica en como rápidamente variado o gradualmente variado.

*Rápidamente variado.*- Es cuando el tirante de agua cambia de manera abrupta en una distancia relativamente corta, ejemplo el resalto hidráulico.

*Gradualmente variado.*- Este caso se da cuando el tirante de agua cambia de manera progresiva, es decir cuando cambia en forma gradual a lo largo del canal como es el caso de una curva de remanso.

#### **1.3.4.5. Estados del flujo**

Cuando se refiere a estados del flujo este se trata sobre el comportamiento del flujo en canales abiertos que "está gobernado básicamente por los efectos de viscosidad y gravedad con relación a las fuerzas inerciales del flujo" (Espinoza & Vintimilla, 2013). Por efecto de la gravedad el flujo se puede describir como crítico, subcrítico o supercrítico, mientras que por efecto de la viscosidad en relación con la inercia este se puede definir como laminar, turbulento o transicional.

Número de Reynolds.- La relación entre las fuerza de inercia respecto a la fuerza viscosa se denomina número de Reynolds. Esta relación permite anticipar si el flujo es laminar o turbulento.

"El flujo laminar es estable para  $Re < 2000$  y para  $2000 < Re < 3000$  el flujo es fluctuante, es impredecible, cambiando de laminar a turbulento y viceversa, en esta condición el flujo es llamado de transición. Si  $Re > 3000$  el flujo es turbulento" (López A. , 2010) constituyéndose como un parámetro adimensional.

Número de froude.- La relación entre la fuerza inercial y la fuerza gravitacional se denomina número de froude, este trata del efecto de la gravedad sobre el estado del flujo y es usado cuando se desea clasificar al flujo en función de la acción que ejerce la gravedad. Bajo este criterio es posible distinguir tres estados de flujo: crítico, subcrítico y supercrítico.

Flujo laminar.- Este tipo de flujo es característicos de fluidos de viscosidad alta con relación a la fuerza inercial baja, es decir a velocidades bajas, se describe

como un fluido ordenado, las partículas del fluido siguen la corriente de manera suave en forma de láminas paralelas sin intercalarse ni mezclarse.

Flujo turbulento.- Cuando las fuerzas viscosas son gobernadas por las fuerzas inerciales tenemos un tipo de flujo turbulento, se describe como un fluido caótico, donde las partículas del fluido siguen la trayectoria de la corriente de manera desordenada en forma de remolinos sin ninguna predicción en su forma sin patrón de repetición en su forma o no coordinados.

Flujo mixto.- Estado de flujo también llamado mixto, medio o transicional. Este es aquel que se encuentra pasando de un estado de laminar a turbulento o viceversa. Ya mencionado anteriormente es cuando el número de Reynolds está entre valores de 2000 y 4000.

Flujo crítico.- Este tipo de flujo posee una combinación de fuerzas inerciales y gravitacionales que lo hacen inestable para este estado el número froude es igual a uno.

Flujo subcrítico.- En este caso el número froude es menor a uno y este flujo es descrito por ser de velocidad baja. Esto ocurre cuando las "fuerzas inerciales se sobrepasan en importancia por las gravitacionales" (Espinoza & Vintimilla, 2013).

Flujo supercrítico.- El número de froude es mayor a 1 y se describe como un flujo de velocidad alta o como flujo rápido en este estado las "fuerzas inerciales se vuelven dominantes sobre las fuerzas gravitacionales" (Espinoza & Vintimilla, 2013) propiciando la formación de resaltos hidráulicos.

#### **1.3.4.6. Principio de energía**

Energía específica.- "Es la cantidad de energía por unidad de peso" (Paredes & Siguencia, 2012) en un canal de cualquier sección, es decir, es "la suma de la profundidad del agua más la altura de velocidad" (Espinoza & Vintimilla, 2013).

$$E = d + \frac{v^2}{2g}$$

Medida con respecto al fondo del canal, varía siempre y cuando el tirante de agua suba o baje de nivel.

Fenómenos locales.- Cuando existe la transformación rápida del estado del flujo de supercrítico a subcrítico y viceversa en una sección de canal relativamente corta el flujo es rápidamente variado, descrito anteriormente.

*Caída hidráulica.*

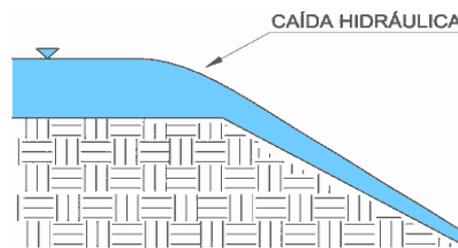


Figura 6.- Caída hidráulica

Fuente: [hidraulicaucentral.blogspot.com](http://hidraulicaucentral.blogspot.com)

*Resalto hidráulico.*

- Resalto hidráulico después de la caída hidráulica en un vertedero.

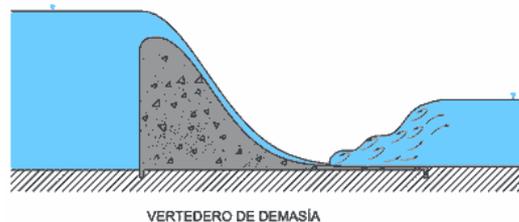


Figura 7.- Caída hidráulica de un vertedero

Fuente: [hidraulicaucentral.blogspot.com](http://hidraulicaucentral.blogspot.com)

- *Resalto hidráulico después de una compuerta.*



Figura 8.- Resalto hidráulico después de una compuerta

Fuente: [hidraulicaucentral.blogspot.com](http://hidraulicaucentral.blogspot.com)

### 1.3.4.7. Ecuación de continuidad y Manning

La ecuación de continuidad parte en principio de la ley de conservación y que en mecánica de fluidos, explica, la conservación de la materia debido a que la masa que entra un conducto es el mismo que sale de él. De ahí se deriva la ecuación de continuidad (2.1).

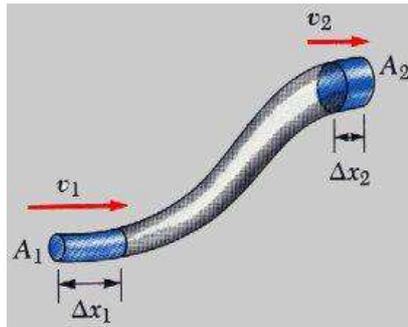


Figura 9.- Principio de continuidad de fluidos en conducto imaginario de sección variable.

Fuente: sabelotodo.org

$$\rho_1 \cdot A_1 \cdot V_1 = \rho_2 \cdot A_2 \cdot V_2 \quad (2.1)$$

$$\rho_1 = \rho_2 \quad (2.1)$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_1 \quad (2.1)$$

$$Q_1 = Q_2 \quad (2.1)$$

$$Q = V \cdot A \quad (2.1)$$

La ecuación de Manning, es la reinterpretación de la ecuación de Chézy (2.2) a la cual se le añadió un valor en función del radio hidráulico y de la rugosidad del material al coeficiente C (2.3) de la ecuación original, dando lugar a la ecuación de Manning (2.4).

$$V = C \sqrt{S \cdot R} \quad (2.2)$$

$$C = \frac{R^{1/6}}{n} \quad (2.3)$$

Sustituyendo y simplificando resulta.

$$V = \frac{R^{1/6}}{n} \cdot \sqrt{S \cdot R} = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (2.4)$$

Para la obtención de la velocidad máxima en la tubería del colector, se hace uso de la ecuación de Manning (2.4), donde R es el radio hidráulico (2.5) y S la pendiente longitudinal.

#### **1.3.4.8. Diseño de canales con flujo uniforme**

Velocidad mínima permisible.- Es la velocidad menor que no permite que inicie la sedimentación y tampoco promueve el crecimiento de musgos y planta acuáticas. “Una velocidad media no inferior al 0.76 m/seg prevendrá el crecimiento de vegetación que disminuirá seriamente la capacidad de transporte del canal” (Paredes & Sigüencia, 2012).

Pendientes del canal (longitudinal y transversal).- Relación de la ordenada sobre la abscisa de un canal medido en corte horizontal (longitudinal) y perpendicular al sentido del flujo (transversal).

*Pendiente longitudinal (So).*- Esta dada por la topografía y la altura de energía requerida para el flujo. Esta pendiente longitudinal también depende del propósito del canal.

*Los taludes o pendientes laterales (m).*- Pendiente transversal, depende de la clase de material, el método de construcción, la condición de pérdidas por infiltración, los cambios climáticos, el tamaño del canal, entre otros. En anexo 1 tabla 41 se halla los taludes recomendados en canales.

*Pendientes límites.*- La velocidad es función de la pendiente; a consecuencia de los límites establecidos para la velocidad, resultan límites para la pendiente, los valores que se presentan en la tabla 42 anexo 1.

Borde libre.- Es la distancia vertical de un canal desde la parte superior hasta la superficie. “Esta distancia debe ser lo suficientemente grande para prevenir que ondas causen rebose por encima de los lados” (Paredes & Sigüencia, 2012). “Para canales revestidos el borde libre o resguardo igual a 1/3 del tirante  $BL=d/5$ ” (Paredes & Sigüencia, 2012).

### **1.3.5. Colector primario**

El sistema de recogidas de aguas residuales consta de varias estructuras y tuberías que permite el transporte de los diferentes tipos de aguas residuales. Es debido a los tipos de aguas residuales que los sistemas de recogidas de aguas residuales o alcantarillados se clasifican para su estudio en: alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y en alcantarillado mixtos. En todos los casos, utiliza la misma disposición del uso de colectores.

El colector es la estructura, la cual permite el transporte del agua residual de un punto a otro. Dicha estructura consta de dos partes muy importantes, el "tubo de conducción" y el "pozo de revisión o servicio".

Los colectores se clasifican de acuerdo a su nivel de servicio dentro de una red de alcantarillado sanitario, estos son:

- Colector primario.- Es aquel que recibe las aguas del colector secundario y las transmite al interceptor. Es la tubería de mayor diámetro.
- Colector secundario.- Es aquel que recibe las aguas de los colectores terciarios y las entrega al colector primario.
- Colector terciario.- Es aquel que recibe las aguas de los domicilios y las entrega al colector secundario, es tubería de menor diámetro que las anteriores.

#### **1.3.5.1. Condiciones de diseño de un colector**

Los colectores se diseñan bajo el propósito de transporte del tipo de agua residual, el caudal que se proyecta para satisfacer la necesidad de transporte, a las características propias del terreno o condiciones topográficas y a las condiciones socioeconómicas que dictaran el tipo de material que se empleará en su construcción.

#### **1.3.5.2. Caudal de diseño**

El caudal de diseño de un colector es aquel que satisface la demanda de transporte del caudal de aguas residuales, aguas de infiltración y aguas

ilícitas, analizadas tramo a tramo. El tramo comprende la unión de un tubo en el principio y el fin con un pozo de revisión. En el caso de colectores mixtos se suman los caudales anteriores el caudal por aguas lluvias.

Las aguas residuales para el cálculo del caudal de diseño de un colector está definida por el consumo de agua potable de la población, sabiendo que esta crece de manera progresiva es indispensable proyectar la población a futuro en concordancia con la proyección del tiempo del servicio de la obra. En el caso de colectores mixtos se toma en cuenta el caudal por lluvia donde se considera la intensidad de las precipitaciones en la zona de estudio, el tiempo de concentración y el coeficiente de escurrimiento de dicha zona.

Las aguas de infiltración ya se definieron en el apartado del tipo de agua residual, mientras que las aguas ilícitas es un factor de mayoración debido a la alta probabilidad de la ilegalidad en las conexiones a los tubos o pozos de revisión.

### **1.3.5.3. Velocidad máxima y velocidad mínima**

La velocidad máxima y mínima (tabla 43 anexo 1) está condicionada para garantizar el buen funcionamiento del colector.

Para evitar daños en las paredes del colector se adopta velocidades máximas dependiendo del tipo de tubería que se emplee y esta está definida por el fabricante de este elemento, de acuerdo al material, “la velocidad tolerable es de aproximadamente 3.0m/seg. No es conveniente que las velocidades sean mayores que la velocidad crítica hidráulica, con el objetivo de evitar salto hidráulico y otros fenómenos” (Olivares, 2006).

Mientras que para evitar sedimentación en el colector y que por experiencia se adopta una velocidad, “dicha velocidad, cuando el tubo se ha calculado como totalmente lleno será de 0.60m/seg. que es el equivalente a 0.30m/seg. con gasto mínimo” (Olivares, 2006).

#### **1.3.5.4. Pendiente máxima y mínima**

La pendiente es directamente proporcional a la velocidad. Por ende se debe considerar para el análisis, que corresponda con la velocidad máxima y mínima.

#### **1.3.5.5. Coeficiente de rugosidad de la tubería según Manning**

Al tratarse de la conducción, existe el fenómeno de resistencia al movimiento, es por ese motivo que se considera el análisis como coeficiente de rugosidad a la fricción que se opone al movimiento entre el colector y el flujo, está determinado por el tipo de materia del colector. Los valores del coeficiente de Manning para los diferentes tipos de tuberías se localizan en la tabla 44 anexo 1.

#### **1.3.5.6. Relaciones hidráulicas**

Para efecto de la obtención de la velocidad y caudal mínimo real que satisface la necesidad objetiva de la proyección de un colector, es necesario luego de hacer el análisis correspondiente con la ecuación de Manning, relacionar el valor de la velocidad y caudal con las relaciones hidráulicas con el objetivo de determinar la ecuación de la variación de la velocidad y el gasto, que “permita relacionar cada elemento hidráulico de la sección parcialmente llena con el elemento correspondiente a la sección totalmente llena, haciéndola depender únicamente de la relación del tirante” (Olivares, 2006).

“Se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas, utilizando para eso la fórmula de Manning” (Tellez, 2004). En la tabla 45 anexo 1 se halla las relaciones hidráulicas.

“De la relación  $(v/V)$ , obteniendo este valor se multiplica el obtenido por la velocidad a sección llena y se logra saber así la velocidad a sección parcial” (Tellez, 2004).

### **1.3.6. Biodigestor**

Los biodigestores son un sistema natural que realiza la degradación de la materia orgánica en subproductos aprovechables como el gas metano y abono.

“Es un sistema sencillo de conseguir y solventar la problemática energética-ambiental, así como realizar un adecuado manejo de los residuos tanto humanos como animales” (Verdezoto, 2014).

#### **1.3.6.1. Historia y evolución de los biodigestores**

“El interés por la digestión anaerobia se despertó en Europa en los años 40 cuando, a raíz de la II Guerra Mundial, las fuentes de energía escaseaban. Este interés fue decayendo por el consumo creciente de los combustibles fósiles” (Arce, 2011).

“A partir de la crisis del petróleo en 1973 resurgió el interés en los países europeos: se impulsaron programas de investigación y desarrollo y se construyeron plantas industriales. Desde entonces, y hasta la actualidad, el objetivo energético inicial que impulso el desarrollo de la digestión anaerobia, se ha ido transformando en un objetivo de depuración” (Arce, 2011).

#### **1.3.6.2. Tipos de biodigestores**

Los biodigestores se clasifican atendiendo a varias características, al precio, a la forma de operar y a su estructura, la siguiente clasificación se realiza en función a la continuidad del trabajo de la estructura.



Figura 10.- Tipos de Biodigestor según su forma de operar.

Fuente: Vincés Erika, Chávez Luis.

Biodigestor de flujo discontinuo.- “Este tipo de digestor se carga una vez; y se descarga cuando concluye el proceso de fermentación. La duración de carga dura de 2 a 4 meses (según el clima). En este sistema no hay un recambio del contenido permita una sostenibilidad en la producción de biogás y no hay forma de generar más” (Verdezoto, 2014).



Figura 11.- Biodigestor Tipo Batch

Fuente: ricardo.bizhat.com

Biodigestor de flujo semi-continuo.- “Se cargan por gravedad una vez al día con volúmenes de mezcla que dependen del tiempo de retención, producen una cantidad de biogás y fertilizante constante durante el día” (Verdezoto, 2014).

Tenemos: Tipo Chino (de Estructura fija), Tipo Hindú (de Campana Flotante) y Tipo Taiwán (de Estructura flexible).

*Tipo Chino*

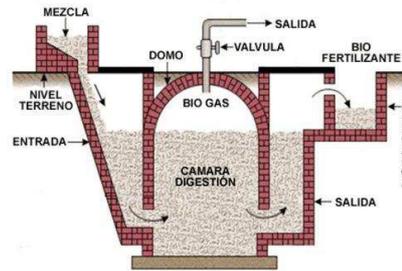


Figura 12.- Biodigestor Tipo Chino

Fuente: ricardo.bizhat.com

*Tipo Hindú.*

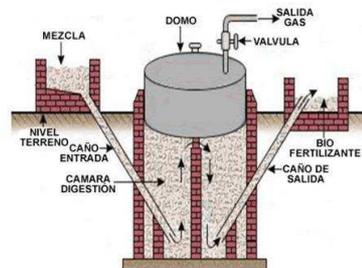


Figura 13.- Biodigestor Tipo Hindú

Fuente: ricardo.bizhat.com

*Tipo Taiwán*

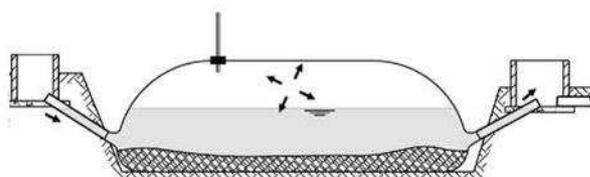


Figura 14.- Biodigestor Tipo Taiwán

Fuente: monografías.com

Biodigestores de flujo continuo.- “Se cargan continuamente, y principalmente tienen la finalidad de tratamiento de aguas negras, así como de producción a gran escala así como el uso de alta tecnología para el control, es sobre todo de corte industrial” (Verdezoto, 2014).

### **1.3.6.3. Construcción de los biodigestores**

“En su forma simple es un contenedor (llamado reactor) el cual está herméticamente cerrado y dentro del cual se deposita material orgánico como excremento y desechos vegetales (exceptuando los cítricos ya que éstos acidifican). Los materiales orgánicos se ponen a fermentar con cierta cantidad de agua, produciendo gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en fósforo, potasio y nitrógeno. Este sistema también puede incluir una cámara de carga y nivelación del agua residual antes del reactor, un dispositivo para captar y almacenar el biogás y cámaras de hidropresión y postratamiento (filtro y piedras, de algas, secado, entre otros) a la salida del reactor” (Verdezoto, 2014).

#### Parámetros para el dimensionamiento de los biodigestores:

- Tipo y disponibilidad de biomasa
- Características físico químicas de la biomasa
- Temperatura de la biomasa y del medio ambiente
- Geografía del lugar
- Energía que se requiere obtener
- Carga orgánica volumétrica
- Selección del tiempo de retención

### **1.3.6.4. Procesos químicos de un Biodigestor**

“El proceso de biodigestión se da porque existe un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos en los excrementos que al actuar en el material orgánico produce una mezcla de gases (con alto contenido de metano) al cuál se le llama biogás. El biogás es un excelente combustible y el resultado de este proceso genera ciertos residuos con un alto grado de concentración de nutrientes el cuál puede ser utilizado como fertilizante y puede utilizarse fresco, ya que por el tratamiento anaeróbico los malos olores son eliminados” (Verdezoto, 2014).

### **1.3.6.5. Características básicas de un sistema de biodigestión**

“Un biodigestor es un sistema en el cual se genera un ambiente adecuado para que la materia orgánica se descomponga en ausencia de oxígeno, a este fenómeno se le llama digestión anaeróbica. Esta descomposición se produce por bacterias que habitan en el interior del biodigestor y proceden principalmente del estiércol fresco, las cuales se alimentan de la materia orgánica produciendo como sub productos biogás y fertilizantes llamados biol y biosol. Su funcionamiento es muy parecido al del estómago de una persona o un animal” (Verdezoto, 2014).

“El biodigestor está compuesto por un depósito donde se coloca el estiércol recolectado en el corral mezclado previamente con agua. También se le puede agregar otro tipo de residuos (de cultivos u otra biomasa) siempre y cuando hayan tenido un tratamiento previo. Este está conformado por una poza de entrada, que es donde se deposita el estiércol y los residuos de biomasa; el biodigestor, que son las bolsas donde se realiza el proceso y la salida que va conectada al depósito de biol; La salida de biogás, ubicada en la parte superior va conectada a un reservorio donde se almacena el biogás para su posterior uso en cocinas o pequeñas lámparas a gas. También tiene otros componentes como la válvula de seguridad, que evita problemas por sobre presión del gas y filtro de sulfuro de Hidrogeno (H<sub>2</sub>S)” (Verdezoto, 2014).

## **1.4. Marco legal o lineamientos doctrinarios y jurídicos**

“Las leyes ambientales implementan los mecanismos necesarios para asegurar un ambiente sano; recurriéndose a las normas ambientales vigentes en Ecuador, como guía y respaldo a esta investigación se considera el siguiente artículo” (León & Lucero, 2009).

### **1.4.1. Constitución política del Ecuador**

Art. 12.- “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible,

inembargable y esencial para la vida” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Art. 14.- “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

“Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integración del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Art. 30.- “Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Art. 71.- “La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Art. 395.- La constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

- a) “El estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).
- c) “El estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Art. 411.- “El estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial de las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

#### **1.4.2. Ley de prevención y control de la contaminación ambiental**

Art. 6.- “Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillados, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades” (Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, 2004).

#### **1.4.3. Texto unificado de legislación ambiental secundaria o texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente (T.U.L.A.S o T.U.L.S.M.A)**

Art. 45.- “Principios generales.- Toda acción relacionada a la gestión ambiental deberá planificarse y ejecutarse sobre la base de los principios de sustentabilidad, equidad, consentimiento informado previo, representatividad validada, coordinación, precaución, prevención, mitigación y remediación de impactos negativos, solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, reciclaje y reutilización de desechos, conservación de recursos en general, minimización de desechos, uso de tecnologías más limpias, tecnologías alternativas ambientales responsables y respeto a las culturas y prácticas tradicionales y posesiones ancestrales. Igualmente deberán considerarse los impactos ambientales de cualquier producto, industrializado o no, durante su ciclo de vida” (T.U.L.A.S, 2011).

Art. 92.- “Permiso de descargas y emisores.- el permiso de descargas, emisores y vertidos es el instrumento administrativo que faculta a la actividad

del regulado a realizar sus descargas al ambiente, siempre que estas se encuentren dentro de los parámetros establecidos en las normas técnicas ambientales nacionales o las que se dictaren en el cantón y provincia en el que se encuentren esas actividades. El permiso de descargas, emisiones y vertidos será aplicado a los cuerpos de agua, sistemas de alcantarillado, al aire y al suelo” (T.U.L.A.S, 2011).

#### **1.4.4. Ley de aguas**

Art. 16.- “Son obras de carácter nacional la conservación, preservación e incremento de los recursos hidrológicos” (Ley de Aguas , 2004).

Art. 22.- “Prohibiese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna” (Ley de Aguas , 2004).

“El consejo nacional de recursos hídricos, en colaboración con el ministerio de salud pública y las demás entidades estatales, aplicara la política que permita el cumplimiento de esta disposición. Se concede acción popular para denunciar los hechos que se relacionan con contaminación del agua. La denuncia se presentara en la defensoría del pueblo” (Ley de Aguas , 2004).

#### **1.4.5. Código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización**

Art. 132.- “Ejercicio de la competencia de gestión del ordenamiento de cuencas hidrográficas.- La gestión del ordenamiento de cuencas hidrográficas que de acuerdo a la constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados regionales, comprende la ejecución de políticas, normativa regional, la planificación hídrica con participación de la ciudadanía, especialmente de las juntas de agua potable y de regantes, así como la ejecución subsidiaria y recurrente con los otros gobiernos autónomos descentralizados, de programas y proyectos, en coordinación con la autoridad única del agua en su circunscripción territorial, de conformidad con la planificación, regulaciones técnicas y control que esta autoridad establezca” (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2010).

“El gobierno autónomo descentralizado regional propiciara la creación y liderara una vez constituidos, los consejos de cuenca hidrográfica, en los cuales garantizara la participación de las autoridades de los diferentes niveles de gobierno y de las organizaciones comunitarias involucradas en la gestión y uso de los recursos hídricos” (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2010).

“Los gobiernos autónomos descentralizados regionales, en coordinación con todos los niveles de gobierno, implementaran el plan de manejo de cuencas, subcuencas y microcuencas, en sus respectivas circunscripciones territoriales, los gobiernos autónomos descentralizados provinciales ejecutarán las obras de infraestructura fijadas en el marco de la planificación nacional y territorial correspondiente, y de las políticas y regulaciones emitidas por la autoridad única del agua” (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2010).

Art. 136.- “Ejercicio de las competencias de gestión ambiental.- De acuerdo con lo dispuesto en la constitución, el ejercicio de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulara a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza a través de la gestión concurrente y subsidiaria de las competencias de este sector, con sujeción a las políticas, regulaciones técnicas y control de la autoridad ambiental nacional, de conformidad con lo dispuesto en la ley” (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2010).

“Para otorgar licencias ambientales, los gobiernos autónomos descentralizados municipales podrán calificarse como autoridades ambientales de aplicación responsable en su cantón. En los cantones en los que el gobierno autónomo descentralizado municipal no se haya calificado, esta facultad le corresponderá al gobierno provincial” (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2010).

“Los gobiernos autónomos descentralizados municipales establecerán, en forma progresiva, sistemas de gestión integral de desechos, a fin de eliminar los vertidos contaminantes en ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros o mar, aguas residuales provenientes de redes de alcantarillado, público o privado, así como eliminar el vertido en redes de alcantarillado” (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2010).

“Los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales promoverán actividades de preservación de la biodiversidad y protección del ambiente para lo cual impulsaran en su circunscripción territorial programas y/o proyectos de manejo sustentable de los recursos naturales y recuperación de ecosistemas frágiles; protección de las fuentes y cursos de agua; prevención y recuperación de suelos degradados por contaminación, desertificación y erosión; forestación y reforestación con la utilización preferentes de especies nativas y adaptadas a la zona; y, educación ambiental, organización y vigilancia ciudadana de los derechos ambientales y de la naturaleza” (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2010).

#### **1.4.6. Código orgánico integral penal**

Art. 251.- “Delitos contra el agua.- La persona que contraviniendo la normativa vigente, contamine, deseque o altere los cuerpos de agua, vertientes, fuentes, caudales ecológicos, aguas naturales afloradas o subterráneas de las cuencas hidrográficas y en general los recursos hidrobiológicos o realice descargas en el mar provocando daños graves, será sancionada con una pena privativa de libertad de tres a cinco años” (Código Orgánico Integral Penal, 2014).

Art. 254.- “Gestión prohibida o no autorizada de productos, residuos, desechos o sustancias peligrosas.- La persona que, contraviniendo lo establecido en la normativa vigente, desarrolle, produzca, tenga, disponga, queme, comercialice, introduzca, importe, transporte, almacene, deposite o use, productos, residuos, desechos y sustancias químicas o peligrosas, y con esto produzca daños graves a la biodiversidad y recursos naturales, será

sancionada con la pena privativa de libertad de uno a tres años” (Código Orgánico Integral Penal, 2014).

Si como consecuencia de estos delitos se produce la muerte, se sancionara con pena privativa de libertad de dieciséis a diecinueves años” (Código Orgánico Integral Penal, 2014).

#### **1.4.7. Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua (libro VI anexo 1)**

“La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de estos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional” (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011).

La presente norma técnica determina o establece:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos

##### **1.4.7.1. Criterios generales de descarga de efluentes**

“El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor” (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011).

“Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción” (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011).

“Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados” (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011).

“Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista sistema de alcantarillado certificado por el proveedor del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de ésta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua” (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011).

“Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento” (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011).

#### Normas de descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público.

“Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa” (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011).

“El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad podrá solicitar a la Entidad Ambiental de Control, la autorización necesaria para que los regulados, de manera parcial o total descarguen al sistema de alcantarillado efluentes, cuya calidad se encuentre por encima de los estándares para descarga a un sistema de alcantarillado, establecidos en la presente norma” (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011).

“El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad deberá cumplir con los parámetros de descarga hacia un cuerpo de agua, establecidos en esta Norma” (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011).

“Toda descarga al sistema de alcantarillado deberá cumplir, al menos, con los valores establecidos a continuación” (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011). En la tabla 46 anexo 1, se encuentran los límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

“Se prohíbe la descarga hacia el sistema de alcantarillado de residuos líquidos no tratados, que contengan restos de aceite lubricante, grasas, etc, provenientes de los talleres mecánicos, vulcanizadoras, restaurantes y hoteles” (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011).

Norma de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: Agua dulce o agua marina.

“Se prohíbe todo tipo de descarga en” (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011):

- a) “Las cabeceras de las fuentes de agua.
- b) Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras, en la extensión que determinará el CNRH, Consejo Provincial o Municipio Local y,
- c) Todos aquellos cuerpos de agua que el Municipio Local, Ministerio del Ambiente, CNRH o Consejo Provincial declaren total o parcialmente protegidos” (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011).

Toda descarga a un cuerpo de agua dulce deberá cumplir con los valores establecidos en la (tabla 47 anexo 1). En la (tabla 48 anexo 1) se definen los límites de descarga a un cuerpo de agua marina.

“Se prohíbe la descarga de efluentes hacia cuerpos de agua severamente contaminados, es decir aquellos cuerpos de agua que presentan una capacidad de dilución o capacidad de carga nula o cercana a cero” (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011).

“Se prohíbe verter desechos sólidos, tales como: basuras, animales muertos, mobiliario, entre otros, y líquidos contaminados hacia cualquier cuerpo de agua y cauce de aguas estacionales secas o no” (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011).

#### **1.4.8. Norma INEN 2176:98**

“Esta norma establece guías sobre las técnicas de muestreo usadas para obtener los datos necesarios en los análisis de control de calidad, de las aguas naturales, poluidas y aguas residuales para su caracterización” (INEN 2. , 1998).

“Esta norma se aplica a las técnicas de muestreo generales” (INEN 2. , 1998).

Tipo de muestra.- “Se recomienda separar las muestras que van a ser usadas en los análisis químicos, microbiológicos y biológicos, debido a que el proceso y el equipo para la recolección y manejo de las muestras es diferente” (INEN 2. , 1998).

“Es necesario diferenciar el muestreo para agua estancada y el muestreo para agua corriente” (INEN 2. , 1998).

“El muestreo puntual y el muestreo compuesto se aplican a aguas estancadas y corrientes” (INEN 2. , 1998).

Muestras puntuales.- “Las muestras puntuales son muestras individuales, recogidas de forma manual o automática, para aguas en la superficie, a una profundidad específica y en el fondo” (INEN 2. , 1998).

#### **1.4.9. Norma INEN 2169:98**

“Esta norma establece las precauciones generales que se deben tomar para conservar y transportar muestras de agua y describe las técnicas de conservación más usadas” (INEN 2. , 1998).

“Se aplica particularmente cuando una muestra (simple o compuesta) no puede ser analizada en el sitio de muestreo y tiene que ser trasladada al laboratorio para su análisis” (INEN 2. , 1998).

## **CAPITULO II**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS**

#### **2.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación será descriptiva porque se someterá a un análisis en el que se mide, evalúa y compara diversos aspectos o componentes tales como cuerpos legales, normativas vigentes y diseño de los 3 tipos de obras hidráulicas que se construyeron para resolver el problema de la contaminación ambiental.

En esta investigación se describirán los fenómenos ocurridos en el comportamiento de las obras hidráulicas.

#### **2.2. Población y muestra**

En esta investigación se toma en cuenta dos poblaciones y sus respectivas muestras:

- Población de los sectores de influencia
- Población de obras hidráulicas

La muestra para los sectores de influencia será detallada más adelante, mientras que para las obras hidráulicas será en su totalidad, igual a seis obras: un canal, un colector y 4 biodigestores.

##### **2.2.1. Zonas de influencia**

Los sectores se tomarán de acuerdo con la cercanía al río y la influencia que ejerce el río sobre la población en dichas zonas, se excluirá aquellas zonas donde la población o asentamientos aparentemente no representan valor cuantitativo para esta investigación.

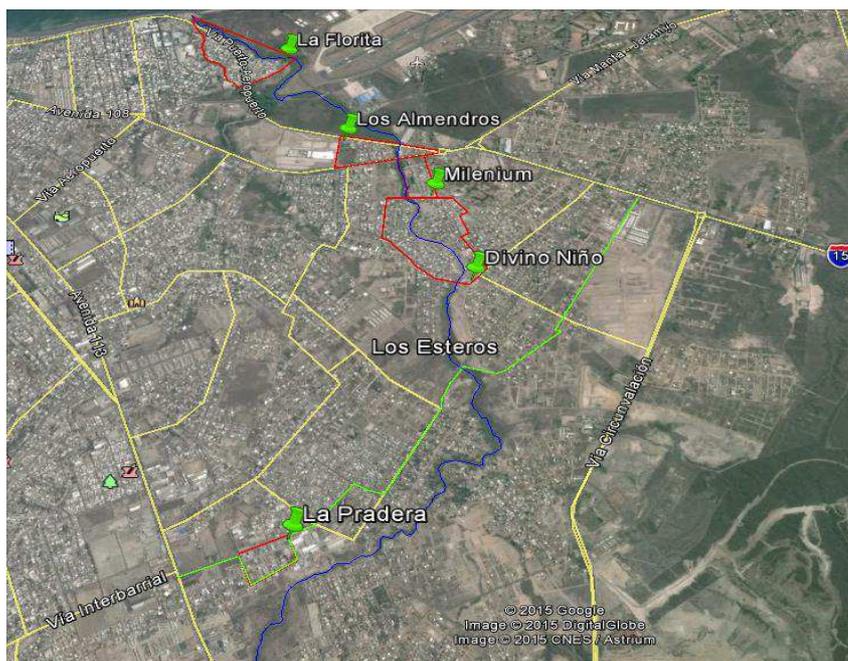


Figura 15.- Vista panorámica de las áreas de influencia

Fuente: Google Earth

### 2.2.1.1. Sector La Florita

Se encuentra ubicado en la parroquia urbana "Los Esteros" del cantón Manta, cerca de la desembocadura del Río Muerto. Tiene un área de 15.745Ha por la cual pasan 550 metros lineales del cauce del río y sólo presenta asentamiento poblacional en la margen izquierda del río.

### 2.2.1.2. Sector Los Almendros

Se ubica en la parroquia urbana "Los Esteros" del cantón Manta, junto al nuevo terminal terrestre en construcción de la ciudad de Manta y la Base de la FAE. Tiene un área de 8.510Ha por la cual pasan 120 metros lineales del cauce del río y presenta asentamiento poblacional en ambas márgenes del río.

### 2.2.1.3. Sector Milenium

Se ubica en la parroquia urbana "Los Esteros" del cantón Manta, limitada al norte por "Los Almendros", al sur por "Divino Niño" y al oeste por el Río Muerto. Tiene un área de 6.190Ha por la cual pasan bordeando 300 metros lineales del cauce del río.

#### 2.2.1.4. Sector Divino Niño

Se ubica en la parroquia urbana "Los Esteros" del cantón Manta, limita al norte con el sector Mileniun al sur el sector 9 de Mayo. Tiene un área de 27.146Ha por la cual pasan 900 metros lineales del cauce del río y presenta asentamiento poblacional en ambas márgenes del río.

#### 2.2.1.5. Sector La Pradera (LOT. EMILIO BARCIA)

Se ubica en la parroquia urbana "Los Esteros" del cantón Manta, en el límite cantonal de Manta y Montecristi, perteneciente al sector Hugo Mayo, junto a la empresa Eurofish, tiene un área de 5.763Ha. La Lot. Emilio Barcia es la zona del sector La Pradera sobre la cual tiene mayor influencia el río, debido a que la mayor parte de la Pradera se encuentra alejada del cauce y este no presenta mayor influencia por su relativa lejanía.

### 2.2.2. Número poblacional en los sectores de influencia

Debido a que el presente estudio se enfoca a un grupo específico, la población a tomar en cuenta se detalla en la tabla 1.

Tabla 1.- Población por sectores de influencia

POBLACION POR SECTORES DE INFLUENCIA		
SECTORES	Nº. HABITANTES	Nº. FAMILIAS
La Florita	1255	314
Los Almendros	563	140
Milenium	692	173
Divino Niño	956	239
La Pradera (Lot. Emilio Barcia)	176	44

Fuente.- Patronato Municipal de Manta.

Los datos de la "tabla 1" se conocen como universo o población, en este caso es un universo finito.

### 2.2.3. Tamaño de la muestra

La muestra es un subconjunto definida por el universo, con el objetivo de reducir el universo para la aplicación de la técnica de investigación (encuesta)

conservando la capacidad de representar la realidad se aplica la ecuación del tamaño de la muestra para un universo finito.

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{N \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Fuente: (Torres J. , 2012)

Siendo:

$Z$  = Nivel de confianza, valor que puede ser 95%=1.96 o 90%=1.65.

$p$  = Probabilidad de ocurrencia, generalmente valor de 50%=0.5.

$q$  = Probabilidad de no ocurrencia, generalmente valor de 50%=0.5.

$N$  = Universo o población.

$e$  = Grado de error, valor que varia del 5% al 10%.

$n$  =Tamaño de la muestra.

Para la complejidad de este estudio se considera suficiente el nivel de confianza del 90% y un grado de error del 10%. Considerados suficientes para representar la realidad. Aplicando la ecuación a los datos de la (tabla 1), obtenemos el tamaño de la muestra que sirve para realizar el número de encuestas condensadas en la tabla 2.

Tabla 2.- Tamaño de la muestra

TAMAÑO DE LA MUESTRA		
SECTORES	HABITANTES	FAMILIAS
La Florita	65	56
Los Almendros	61	46
Milenium	62	49
Divino Niño	64	53
La Pradera (Lot. Emilio Barcia)	50	27

Fuente.- Vincés Erika, Chávez Ávila.

Obteniendo como resultado el tamaño de muestra de 302 habitantes y 231 familias, detallada en la tabla 2. Se toma como dato el número de familias para la encuesta realizada aleatoriamente en cada sector.

## **2.3. Tabulación de la información**

### **2.3.1. Ficha de observación**

Este instrumento permite identificar las propuestas de obras hidráulicas por medio de la simple observación.

Se realizó la observación al río y a sus afluentes naturales. Simultáneamente se realizó una ficha de observación de las obras implementadas con la intención de identificar tipo y cantidad. Para la tabulación se realizó un cuadro descriptivo de todas las obras y sus características. En anexo 2 tabla 49 se localiza la ficha de observación y cuadro descriptivo.

### **2.3.2. Entrevista**

La entrevista se la realizó al técnico responsable de medio ambiente de la EPAM y al técnico responsable de su momento de la fiscalización de obras del GAD Manta. El día 5 y 8 de enero del año 2015 respectivamente. Se plantearon preguntas con el fin de saber el nivel de eficacia de las obras implementadas en el cauce del río muerto, específicamente los Biodigestores, el canal de aguas lluvias y el colector.

Preguntas planteadas inicialmente:

1. ¿Qué acciones ha emprendido EPAM sobre las descargas de aguas servidas en el cauce del río muerto?
2. ¿Qué tipo de aguas residuales son tratadas en los Biodigestores?
3. ¿Qué tipo de Biodigestores son?
4. ¿Están en pleno funcionamiento?, si es no ¿por qué?
5. ¿Considera efectivo el Biodigestor para la función en la que se consideró su construcción?
6. ¿Con que finalidad fue construido el canal?
7. ¿Cumple con esa finalidad inicial dicho canal?
8. ¿Está en capacidad el canal para mitigar o reducir la contaminación al río Muerto?
9. ¿El colector del río muerto es de tipo principal o secundario?

10. ¿El colector cumple con la necesidad de transportar al 100% del caudal que generan esos sectores?

11. ¿El colector cumple con la finalidad para el que fue construido?

### **2.3.3. Encuesta**

La encuesta se aplicó a la muestra de 231 habitantes representantes de familia, detallada en la tabla 2. Se ejecutó por familia que habitan en las riberas del cauce del río Muerto y en los sectores adyacentes. Esta sirvió para establecer las afectaciones ambientales generadas por la contaminación del río Muerto a los pobladores de esos sectores. En ella se formularon interrogantes relacionadas a la identificación de responsables de contaminar el río, sobre la existencia de servicios sanitarios y de las soluciones hidráulicas que se implementaron, sobre el estado de salud de la comunidad, sobre el estado del río y finalmente sobre una posible solución.

Para poder entender la realidad; se realizó el conteo de las respuestas a las 17 preguntas por cada sector, se analizó el porcentaje y realizó gráficos de barras y pastel con la herramienta de Microsoft Excel.

En anexo 2 figura 25 se encuentra el modelo de encuesta realizadas en la primer y segunda semana del mes de diciembre del 2014.

### **2.3.4. Ensayos de laboratorio**

Se realizó el análisis de los parámetros físicos y químicos de agua tomadas en el inicio del canal, en la descarga del río al Océano Pacífico y bajo el puente de El Palmar junto al distribuidor de caudal del colector el día 18 de marzo del 2015, con el objeto de tener una idea del estado general del agua que conduce el río y para de manera indirecta diagnosticar las soluciones de obras hidráulicas.

Para realizar los ensayos de laboratorio fue necesario tomar muestras de agua en los puntos antes mencionados y transportarlos al laboratorio ubicado en la ciudad de Guayaquil perteneciente al grupo químico Marcos, donde se analizó los siguientes parámetros de D.B.O, D.Q.O, C.O.T, aceites y grasas,

pH, S.T y S.S. Para ello se procedió con los requerimientos y cumplimiento de las normas. Ver anexo 3 procedimiento 1 previo a la realización de los análisis en el laboratorio.

### 2.3.4.1. Características físicas, químicas de afluentes no naturales que aportan caudal al río

#### Canal Tohallí (P2)

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
<b>AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:</b>					
Solidos Totales (3)	0	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-22	20/03/15 ER
Solidos Suspendidos Totales	71	13	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	20/03/15 ER
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
<b>INORGANICOS NO METALES:</b>					
Potencial de Hidrogeno	7,50	0,08	-	PEE-GQM-FQ-01	18/03/15 AL
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
<b>AGREGADOS ORGANICOS:</b>					
Aceites y Grasas (3)	< 0,44	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-03	19/03/15 ER
Carbono Organico Total (1)	3,31	---	mg/l	HACH 10129	18/03/15 AL
Demanda Bioquímica de Oxígeno	186	13,02	mgO <sub>2</sub> /l	PEE-GQM-FQ-05	18/03/15 AL
Demanda Química de Oxígeno	331	56,27	mgO <sub>2</sub> /l	PEE-GQM-FQ-04	18/03/15 AL

Figura 16.- Características físicas, químicas del canal Tohallí

Fuente: Grupo químico Marcos

### 2.3.4.2. Características físicas, químicas de una muestra del río en orden aleatorio

#### Puente El Palmar (P1)

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
<b>AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:</b>					
Solidos Totales	870	174	mg/l	PEE-GQM-FQ-22	19/03/15 ER
Solidos Suspendidos Totales (3)	6	1	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	20/03/15 ER
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
<b>INORGANICOS NO METALES:</b>					
Potencial de Hidrogeno	7,82	0,08	-	PEE-GQM-FQ-01	18/03/15 AL
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
<b>AGREGADOS ORGANICOS:</b>					
Aceites y Grasas (3)	< 0,44	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-03	19/03/15 ER
Carbono Organico Total (1)	0,49	---	mg/l	HACH 10129	18/03/15 AL
Demanda Bioquímica de Oxígeno	29	2,03	mgO <sub>2</sub> /l	PEE-GQM-FQ-05	18/03/15 AL
Demanda Química de Oxígeno	49	6	mgO <sub>2</sub> /l	PEE-GQM-FQ-16	18/03/15 AL

Figura 17.- Características físicas, químicas bajo el puente el Palmar

Fuente: Grupo químico Marcos

### 2.3.4.3. Características físicas, químicas del río como afluente del océano pacífico

#### Playa Los Esteros (P3)

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
<b>AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:</b>					
Solidos Totales (3)	0	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-22	20/03/15 ER
Solidos Suspendidos Totales	23	4	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	20/03/15 ER
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
<b>INORGANICOS NO METALES:</b>					
Potencial de Hidrogeno	7,50	0,08	-	PEE-GQM-FQ-01	18/03/15 AL
Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
<b>AGREGADOS ORGANICOS:</b>					
Aceites y Grasas (3)	< 0,44	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-03	19/03/15 ER
Carbono Organico Total (1)	1,29	---	mg/l	HACH 10129	18/03/15 AL
Demanda Bioquímica de Oxígeno	63	4,41	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-05	18/03/15 AL
Demanda Química de Oxígeno	129	21,93	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-04	18/03/15 AL

Figura 18.- Características físicas, químicas de la playa Los Esteros

Fuente: Grupo químico Marcos

#### 2.4. Diagnóstico del Río Muerto

El Río Muerto nace en el cantón Montecristi, tiene una longitud aproximada de 8 kilómetros medidos con GPS. Con dirección de este a oeste recorre el área norte de la ciudad hasta desembocar al mar en la playa los Esteros. Presenta cuerpo de agua dulce, en promedio de 2 o 3 veces al año, en el periodo lluvioso, específicamente entre los meses de enero a marzo (los municipios no cuentan con registros de caudales).

Sin embargo cabe señalar que la presencia de agua dulce producto de lluvias, actúa como barrador de obstáculos que se encuentran en el cauce de la quebrada y que son arrastrados hacia el filo de la costa, específicamente hacia la playa de los esterios. Éste cuerpo de agua dulce desaparece al cabo de un par de días, después de que llueve.

Por otra parte, el calificativo “muerto”, según se pudo establecer al preguntar a las personas del área de influencia visitada, se lo atribuye por los olores putrefactos que ha estado emanando en el tiempo; a propósito de que éste río por muchos años ha sido usado como lugar de depósito y quema de basura a cielo abierto, además de descargas de aguas residuales provenientes de

industrias, así como de viviendas asentadas en el sector por la falta de alcantarillado sanitario.

El Río Muerto debido a su forma se lo clasifica en cauce recto, de características irregular errante según su forma, debido a que su caudal periódico y esporádico modifica muy poco su recorrido al momento de la inundación, del estiaje rápido y su desaparición por completo del agua en el periodo lluvioso.

#### 2.4.1. Ubicación geográfica del Río Muerto

El Río Muerto se ubica geográficamente de forma longitudinal en la zona norte de la ciudad de Manta y en pendiente leve, desde el cerro de Montecristi que comprende el cantón Montecristi. El nombre propio del Río Muerto se considera desde el barrio los ángeles, parroquia General Alfaro, cantón Montecristi, por la parte posterior de las instalaciones de la empresa La Fabril y Gondi, de coordenadas 534816E; 9890751N, hasta desembocar al mar en el cantón Manta (playa de la parroquia Los Esteros, mar Océano Pacifico de coordenadas 535291E; 9894197N). Debido a que la parte que nace del cerro y pasa por la ciudad de Montecristi de la comunidad el Arroyo se lo conoce como “El Arroyo” uniéndose al Río El Salto para luego desembocar al Río el Muerto.

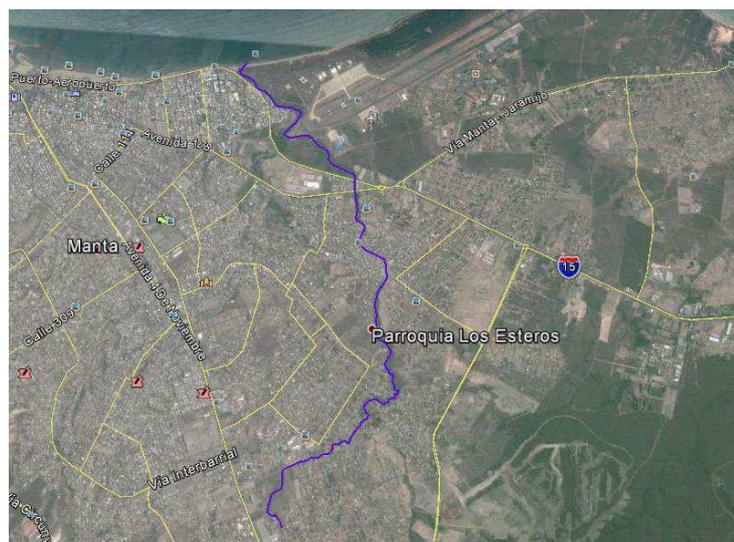


Figura 19.- Vista panorámica del Río Muerto

Fuente: Google Earth

### 2.4.2. Afluentes del Río Muerto

El Río Muerto recibe 3 tributarios, dos de ellos en la jurisdicción del cantón Manta y uno en la jurisdicción del cantón Montecristi. Tomando como punto de partida, de este a oeste; al margen derecho en las coordenadas 535253.90E; 9891367.80S recibe caudal del afluente conocido como Río el Salto que tiene su origen en el cantón Montecristi y pasa por la comunidad el Arroyo.

Agua más abajo, en el margen izquierdo a la altura de la base aérea de la FAE se encuentra la desembocadura en el Río Muerto del afluente de nombre canal de San Agustín con coordenadas 534221.47E; 9894455.54S.

Siguiendo el curso de aguas más abajo, al margen izquierdo se ubica el afluente de nombre Río Bravo ubicado cerca de la desembocadura del Río Muerto al Océano Pacífico en las coordenadas 533708.63E; 9895096.04S.

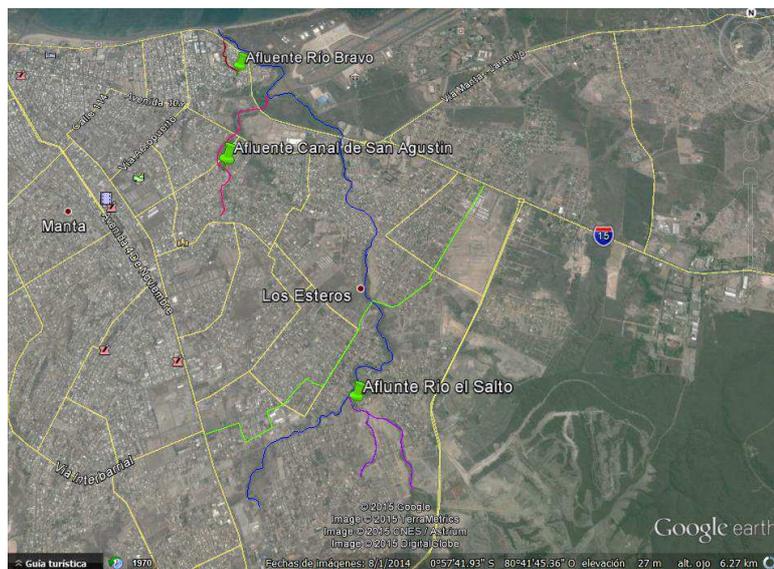


Figura 20.- Vista panorámica del Río muerto y sus afluentes el Río Bravo, Canal de San Agustín y Río el Salto.

Fuente: Google Earth

### 2.4.3. Importancia del Río Muerto

El Río Muerto al no presentar caudal permanente en todo el año, en consecuencia no es fuente de agua dulce para la población. Nace en una de las zonas industriales más importantes para la economía de las ciudades de

Manta y Montecristi, donde se asienta La Fabril S.A dueña del prestigio de estar entre las 20 empresas con mayor ingresos ocupando la casilla número 17 en el Ecuador, según la revista EKOS en el 2014 y esta misma empresa utiliza al Río Muerto como efluente de sus sistemas de tratamiento.

No sé ha encontrado ninguna otra utilidad del río a más de ser receptor de efluentes de sistemas de tratamiento y descargas directas de aguas residuales.

#### **2.4.4. Contaminación del Río Muerto por aguas residuales**

Desde el lugar de origen del Río Muerto se ve sometido a la contaminación, es utilizado como receptor y conductor de aguas residuales.

En el inicio del río, en jurisdicción del cantón Montecristi la ausencia de datos de descargas de aguas residuales de origen domésticos e industriales propicia la muerte de ciertas especies y proliferación de otras, las empresas que contaminan el río son las procesadoras de alimentos, sobre la cual no se ejerce ningún control y sus ejecutivos no toman conciencia del daño que causan.

El Río Muerto no posee un caudal ecológico que permita efectuar las mínimas operaciones de autodepuración y regulación por cuanto es un río estacional y en el verano al no haber presencia de lluvias y escorrentías se percibe con mayor grado los impactos por las descargas industriales y domiciliarias.

Algunas empresas importantes evacuan sus aguas a este cauce como son: La Fabril, Gondi, Eurofish; además de algunas ciudadelas y urbanizaciones asentadas en los alrededores, como Milenium y Los Almendros. La contaminación por desechos sólidos de distinta naturaleza y origen, forman en algunos puntos a lo largo de la quebrada basureros a cielo abierto; con esta clase de desechos El Río Muerto se ha convertido en un generador de olores fétidos, por lo que quienes habitan en el área muestran su descontento y preocupación.

El proceso de la toma de muestras para las pruebas de laboratorio se encuentran en el anexo 3 procedimiento 1.

## 2.5. Diagnóstico de las soluciones hidráulicas que se implementaron

Las obras hidráulicas localizadas a lo largo del cauce del Río Muerto fueron identificadas cuatro biodigestores distribuidos en los sectores Divino Niño, La Florita y San Agustín; un colector que recorre todo el cauce del Río Muerto y un canal que desemboca en un afluente del Río Muerto.

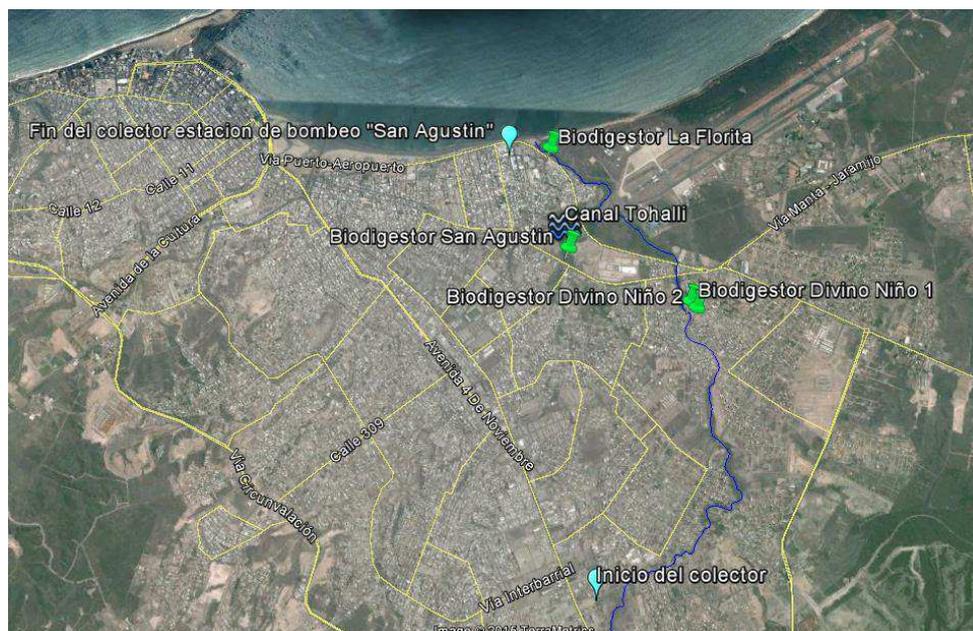


Figura 27.- Ubicación de las obras hidráulicas

Fuente: Google Earth

### 2.5.1. Canal

#### 2.5.1.1. Constitución del canal

Por su origen antropogénico, el canal de aguas lluvia construido en el parque Tohallí, clasifica como un canal artificial de forma geométrica rectangular o prismática, de sección invariable típica trapezoidal y pendiente de fondo constante. Este canal cuenta con un revestimiento de hormigón sin acabado tanto en sus paredes laterales como en el fondo del mismo.

### 2.5.1.2. Características geométricas e hidráulicas

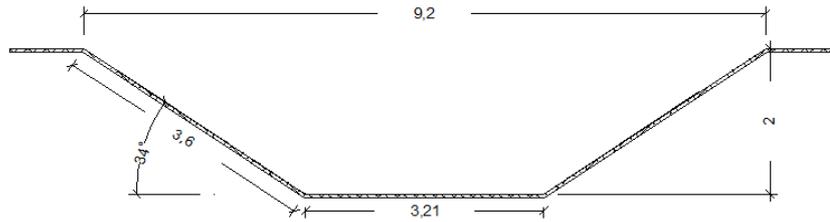


Figura 21.- Sección transversal del canal San Agustín

Fuente: Vinces Erika, Chávez Luis

De las características que se pueden medir en el canal de conducción de aguas lluvias San Agustín en el parque Tohallí se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 3.- Características geométricas del canal

CARACTERÍSTICAS		CANTIDAD	DIMENSIÓN
tirante de agua	d	no determinado	metros
ancho superficial	T	no determinado	metros
talud	m	1.5:1 o 34°	x:y ; °
coeficiente de rugosidad	N	0.014 de la tabla 40 para concreto sin acabar	
pendiente	S	10.3	‰
área hidráulica	A	no determinado	metros cuadrados
perímetro mojado	P	no determinado	metros
radio hidráulico	Rh	no determinado	metros
tirante medio	dm	no determinado	metros
borde libre	LB	no determinado	metros

Fuente.- Vinces Erika, Chávez Luis

Las características no determinadas son debido a la ausencia de planos originales que se usó para el diseño. El resto son medias tomadas en el campo, para ello fue necesario la utilización de nivel topográfico y clinómetro de mano.

### 2.5.1.3. Cotas de fondo y velocidad de flujo en una sección cualquiera del canal

El procedimiento se lo realiza para verificar las pendientes del fondo en el canal.

Se marcó en las orillas y centro del canal, también cada 5 metros aguas abajo del flujo hasta completar 20 metros.

Mientras que para la velocidad, se procedió a la utilización de flotadores para tomar el tiempo que demoraba desde aguas arribas cada 10 metros hasta completar los 20. Se utilizó flotadores de botellas de plástico y barquitos de papel.

#### 2.5.1.4. Trabajo de canal construido transportado con un tirante de 5cm

El tirante de agua de 5 centímetros está bajo las condiciones de trabajo debido al transporte de aguas residuales que se incorpora al canal. Este es medido en campo.

Bajo esas condiciones las características son resumidas en la tabla 4.

Tabla 4.- Características geométricas del canal con tirante de 5cm

CARACTERÍSTICAS		CANTIDAD	DIMENSIÓN
tirante de agua	d	0.05	metros
ancho superficial	T	3.36	metros
talud	m	1.5:1 o 34°	x:y ; °
Coeficiente de rugosidad	N	0.014 de la tabla 40 para concreto sin acabar	
pendiente	S	10.3000	‰
área hidráulica	A	0.1643	metros cuadrados
perímetro mojado	P	3.3903	metros
radio hidráulico	Rh	0.0484	metros
tirante medio	dm	0.0489	metros
borde libre	LB	1.9500	metros

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

## 2.5.2. Colector

### 2.5.2.1. Constitución del colector

El colector como solución hidráulica es de tipo primario, permite recoger y transportar el agua residual desde el cantón Montecristi (tras la moderna de alimentos) recogiendo aguas de los sectores tabla 6 hasta la estación de bombeo "Los Esteros", pasando en su trayecto a lo largo del cauce del Río Muerto, haciendo un desvío en el sector del puente el Palmar, introduciéndose en el terminal terrestre de Manta en construcción, luego se conduce por la vía puerto aeropuerto pasando por el sector de La Florita para ir a la estación de

bombeo. Dicha estructura consta de dos partes muy importantes, el tubo de conducción y el pozo de revisión o servicio.

Adicionalmente en tres pozos se ubican distribuidores de caudal que permiten evacuar parte del caudal cuando las aguas sobrepasan la capacidad de transporte del colector.

Tabla 5.- Elementos del colector

TUBERIA		POZOS	DISTRIBUIDOR DE CAUDAL	
Diámetro	Longitud	109	Ubicación	Cantidad
1φ1000	79		Puente El Palmar	1
18φ700	1015,422		2+556,5	
42φ600	2496,56		Las Jacuatas	1
42φ500	2869,55		6+512,7	
6φ400	486,9		6+864,4	1

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Recibe las aguas de los colectores secundarios, por tanto es un colector primario.

Tabla 6.- Sectores de donde recoge agua el colector

Manta	Montecristi
La Pradera	Las Jacuatas
La Fragata	Villas del BEV
Divino Niño	Costa Azul
El Palmar	
Los Almendros	
La Florita	

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

### 2.5.2.2. Condiciones de diseño del colector principal

El colector se diseñó bajo el propósito de transporte de agua residual y aguas lluvias (colector mixto) desde el pozo 40 al 109 y de 40 a la descarga funciona como colector para el transporte único de aguas residuales domésticas, es un colector construido con tuberías de PVC y pozos de hormigón.

No se cuenta con datos precisos de caudal, debido a que el diseño original no reposa en las dependencias municipales y además, a la actualidad, existen conexiones como Montalván, Marzo Delgado, Indumaster, Almeza que aparentemente no se tomaron en cuenta para el cálculo, conexiones como la que se implementó en el inicio del colector.

### 2.5.2.3. Velocidad y caudal a tubería llena

Para la obtención de la velocidad máxima en la tubería del colector, se hace uso de la ecuación de Manning (2.4), donde R es el radio hidráulico (2.5) y S la pendiente longitudinal.

Sabiendo que R es la relación entre el área y el perímetro. Para tuberías es:

$$R = \frac{\text{área}}{\text{perímetro}} = \frac{\pi \cdot r^2}{2 \cdot \pi \cdot r} = \frac{r}{2} \quad (2.5)$$

En función del diámetro:

$$R = \frac{r}{2} = \frac{D}{4} \quad (2.6)$$

Haciendo uso de la ecuación de Manning para encontrar la velocidad para la distribución de tuberías del colector anexo 2 figura 26, y su respectivo análisis en condición de tubería llena con un coeficiente de rugosidad igual a 0.009, se constató las velocidades y caudales para tubería llena para posteriormente realizar el cotejamiento y comparación con las normas y condiciones de diseño descritas en el capítulo 1. La hoja de cálculo para caudal y velocidad a tubo lleno se encuentra en el anexo 2 tabla 50.

### 2.5.2.4. Caudal de diseño hipotético

El caudal hipotético es aquel que se considera en este apartado para la comparación de caudales de diseño, sabiendo de la limitante de no disponer de los caudales de diseño de aportación original, se procede a establecer la hipótesis de que el colector cumple con la velocidad mínima a tubo parcialmente lleno, en virtud que; en el análisis anterior si cumplió con la velocidad mínima para tubo lleno en todos los tramos.

Partiendo de esa hipótesis es posible establecer un caudal de diseño inicialmente cercano al que se debió utilizar en el diseño original.

Para poder obtener el caudal de diseño hipotético por tramo, se requiere de la tabla de las relaciones hidráulicas para tubería según su grado de llenado, tabla 45 anexo 1. Sabiendo que el factor  $v/V$  corresponde a:  $v = (0.3\text{m/s})$  velocidad de diseño y  $V =$  velocidad de tubería llena. De  $v/V$  se obtiene el factor  $q/Q$ , donde  $q =$  caudal de diseño y  $Q =$  caudal a tubería llena.

Aplicando las ecuaciones de continuidad y Manning, las relaciones hidráulicas e interpolando linealmente los valores de la tabla para encontrar el más cercano, se define el caudal de diseño hipotético por tramo parcial y acumulado a tubería parcialmente llena. Descritos en la hoja de cálculo en anexo 2 tabla 51.

#### **2.5.2.5. Caudal de diseño calculado**

Debido La condición de no disponer del caudal de diseño original para la obra, se propone calcular el caudal de diseño para el colector ya construido con los datos de pendientes y diámetros de tubería conocidos. Con el objeto de comparar la capacidad de transporte de los tramos versus la demanda de caudal.

El caudal de diseño calculado, el cual se propone en esta sección y forma de cálculo se encuentra detallado en el anexo 3 procedimiento 2 el mismo que cumple con todas las normas y especificaciones para diseño.

Para el mejor entendimiento del comportamiento del colector, de acuerdo a las aportaciones, es necesario definir el caudal calculado en tres partes las cuales son:

- *Caudal calculado para colector combinado.*- se considera las aportaciones por aguas servidas y aguas lluvias, los datos del caudal calculado para colector combinado se encuentra en anexo 2 tabla 52.
- *Caudal calculado sólo por aporte de AASS.*- se considera las aportaciones sólo por aguas servidas, los datos del caudal calculado sólo por aportación de AASS se encuentra en anexo 2 tabla 53.

- *Caudal calculado sólo por aporte de AALL.* - se excluye las aportaciones sólo por aguas servidas, los datos del caudal calculado sólo por aportación de AALL se encuentra en anexo 2 tabla 54.

### 2.5.2.6. Distribuidores de caudal

Los distribuidores de caudal se encuentran ubicados en los pozos 108,102 Y 39. Todos los distribuidores de caudal cuentan con una tubería de llegada y dos de salida.

Tabla 7.- Distribuidores de caudal

POZO	DIÁMETRO DE TUBERÍA EN MM		
	LLEGADA	SALIDA	
		AL SISTEMA	AL RIO
108	1000	400	1000
102	700	400	700
39	700	400	700

Fuente.- Vincés Erika, Chávez Luis

El diámetro de la tubería de salida al río ( $qr$ ), es igual de diámetro a la tubería llegada al pozo distribuidor de caudal ( $Q$ ). Mientras que la tubería de salida al sistema ( $qs$ ) es de 400mm en todos los casos.

El principio de continuidad menciona que, el caudal que entra es el mismo que sale; se establece:

$$Q = qs + qr$$

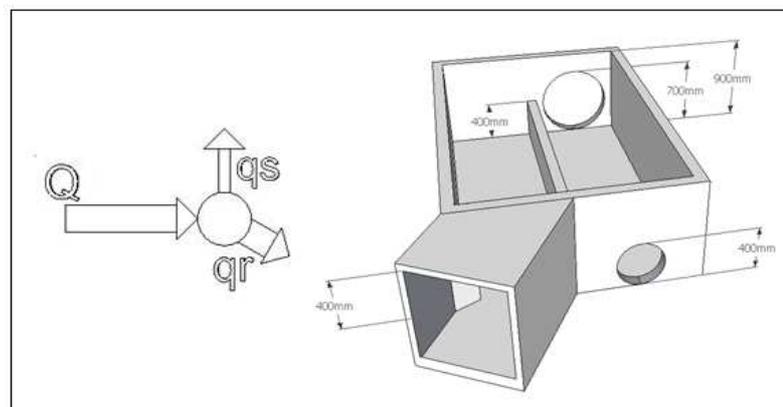


Figura 22.- Diagrama de flujo

Fuente: Vincés Erika, Chávez Luis

### Dinámica de trabajo

En vista de que  $q_s$  no es capaz de transportar en total capacidad a  $Q$  en condiciones de tubería llena,  $q_r$  es la diferencia de ello.

Es necesario mencionar que cuando se trabaja con tubería según el grado de llenado se deben emplear las tablas de las relaciones hidráulicas y el principio de continuidad para poder comprender bien este fenómeno.

Entonces  $q_s$  trabaja al 100% de su capacidad, se encuentra la relación hidráulica  $q_s/Q = 1.005023$  correspondiente al grado de llenado 100%. Partiendo de la relación anterior se ubica  $q_s$  corregido =  $q_s''$  ligeramente mayor a  $q_s$ . De la misma manera se procede con  $Q_s$  para encontrar  $Q_s$  corregido =  $Q_s''$  que sirve para hacer la diferencia y encontrar la cantidad de caudal descargado en el río por  $q_r$ .

Para encontrar  $q_r$  que representa lo que no logra pasar de  $Q_s''$  en el siguiente tramo

$$q_r = Q_s'' - (q_s'' - q_s)$$

### Trabajo de distribuidor de acuerdo al caudal hipotético

Los valores de caudal hipotético cumplen con la velocidad mínima y son inferiores a la capacidad de transporte de la tubería en todos los tramos incluido los distribuidores de caudal, es fácilmente comprender que el grado de llenado no será al 100%.

El grado de llenado de los tramos involucrados en los distribuidores de caudal se encuentra en la tabla 20 anexo 2.

## **2.5.3. Biodigestor**

### **2.5.3.1. Constitución del Biodigestor**

Los biodigestores que se construyeron en el Divino Niño, San Agustín y la Florita son de tipo continuo con un sistema de tanques múltiples.

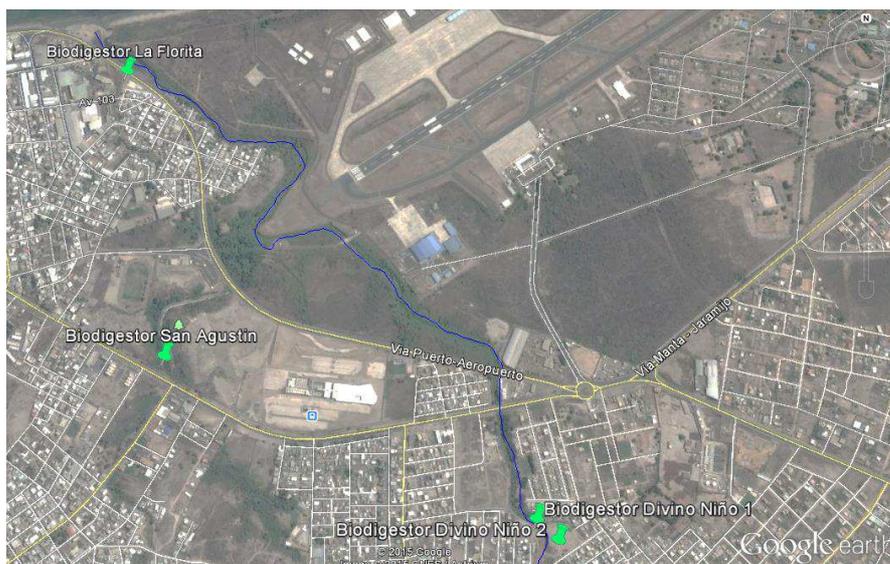


Figura 23.- Vista panorámica ubicación de los Biodigestores

Fuente: Google Earth

Estos biodigestores fueron construidos en el año 2005, diseñados para tratar las aguas residuales provenientes de los diferentes sectores en los que se construyeron y así poder reutilizar el agua tratada para riego de canchas y parques en beneficio de cada una de las comunidades.

Tabla 8.- Componentes del biodigestor y sectores que aportan a él.

Sector	Componentes del Biodigestor	Sectores que aportan al Biodigestor
La Florita	1 sedimentador, 2 filtros	La Florita
San Agustín	2 sedimentador, 4 filtros	San Agustín, El Palmar, La Pradera, La Fragata
Divino Niño 1	4 sedimentador, 4 filtros	Divino Niño margen izquierda
Divino Niño 2	4 sedimentador, 6 filtros	Divino Niño margen derecha

Fuente: Vincés Erika, Chávez Luis

Tabla 9.- Volumen de los Biodigestores

BIODIGESTORES		DIMENSIONES				AREA (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )
		A	B	R	H			
Divino Niño 1	Filtro 1	2,00	3,00		3,00	6,00	18,00	108,00
	Filtro 2	1,00	3,00		3,00	3,00	9,00	
	Filtro 3	1,00	3,00		3,00	3,00	9,00	
	Filtro 4	1,00	3,00		3,00	3,00	9,00	
	Sedimentador 1	2,00	3,00		3,00	6,00	18,00	
	Sedimentador 2	1,00	3,00		3,00	3,00	9,00	
	Sedimentador 3	2,50	3,00		3,00	7,50	22,50	
	Sedimentador 4	1,50	3,00		3,00	4,50	13,50	
Divino Niño 2	Filtro 1	2,50	3,00		3,00	7,50	22,50	216,00
	Filtro 2	2,50	2,50		3,00	6,25	18,75	
	Filtro 3	2,50	2,50		3,00	6,25	18,75	
	Filtro 4	2,50	2,50		3,00	6,25	18,75	
	Filtro 5	2,50	5,50		3,00	13,75	41,25	
	Filtro 6	2,00	2,00		3,00	4,00	12,00	
	Sedimentador 1	3,50	2,00		3,00	7,00	21,00	
	Sedimentador 2	2,50	2,00		3,00	5,00	15,00	
	Sedimentador 3	4,00	2,00		3,00	8,00	24,00	
	Sedimentador 4	4,00	2,00		3,00	8,00	24,00	
La Florita	Filtro 1	4,00	4,00		2,50	16,00	40,00	334,78
	Filtro 2	8,30	4,70		2,50	39,01	97,53	
	Sedimentador 1	3,00	2,30		4,00	6,90	27,60	
	Sedimentador 2			3,00	6,00	28,27	169,65	
San Agustín	Filtro 1			1,25	2,00	4,91	9,82	78,54
	Filtro 2			1,25	2,00	4,91	9,82	
	Filtro 3			1,25	2,00	4,91	9,82	
	Filtro 4			1,25	2,00	4,91	9,82	
	Sedimentador 1			1,25	4,00	4,91	19,63	
	Sedimentador 2			1,25	4,00	4,91	19,63	

Fuente.- Vincés Erika, Chávez Luis

### 2.5.3.2. Proceso de depuración del agua residual en los biodigestores

Las aguas residuales que ingresan al sistema inician el proceso de oxidación biológica de la materia orgánica, la cual se realiza en un reactor biológico, ingresando al sedimentador donde se depositan en el fondo todas las partículas de mayor densidad, ahí inicia el proceso de digestión anaeróbica en el que los microorganismos descomponen el material biodegradable en ausencia del oxígeno, por rebose pasan a la siguiente cámara filtrante completando el proceso hasta su disposición final.

El tiempo de retención necesario para que las bacterias puedan digerir la materia no los indica la temperatura ambiente en el que va a trabajar el biodigestor. Consideramos un tiempo de retención de 6h.

### 2.5.3.3. Disposición de las aguas residuales de los sectores donde se implementaron los biodigestores

En la actualidad ninguno de los biodigestores está en funcionamiento, por lo que las aguas residuales están siendo descargadas a diferentes sectores sin previo tratamiento.

Tabla 10.- Descarga al tipo de obra según el sector.

SECTOR	DESCARGA EN LA ACTUALIDAD				DESCARGA DESPUES DEL 2005-2013			
	BIODIGESTOR	COLECTOR	CANAL	RIO MUERTO	BIODIGESTOR	COLECTOR	CANAL	RIO MUERTO
La Florita	-	X	-	X	X			
San Agustín	-	-	X	-	X			
Divino Niño 1	-	X	-	-	X			
Divino Niño 2	-	X	-	-	X			

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Debido a la modificación de las descargas de los sectores, no es posible medir el nivel de efectividad de la depuración del agua residual en los biodigestores bajo los parámetros de descarga para efluentes que establece el TULAS.

#### 2.5.3.4. Capacidad de depuración de las aguas según la población

Para calcular la población se debe tener en cuenta los siguientes datos:

- Volumen relativo (Vr)= en la tabla 9 se encuentra el cálculo para definir el volumen de cada uno de los biodigestores.
- Aporte por Agua servida= es el mismo valor calculado en la sección de colector= 0.003593 lts/hab\*seg.
- Tiempo de retención (Tr)= nuestro tiempo de retención va a ser de 6 h.

El caudal se obtiene de la siguiente formula:

$$Q = \frac{Vr}{Tr}$$

La población es calculada:

$$P = \frac{Q}{\text{Aporte AASS} * 1.4}$$

Tabla 11.- Caudal y población según tiempo de retención

Sector	Volumen relativo (m³)	Tiempo retenido (h)	Caudal Q (lts/seg)	Población (hab)
Biodigestor La Florita	334,78	6 h	5,43	1079,00
Biodigestor San Agustín	78,54		3,64	723,00
Biodigestor Divino Niño 1	108,00		5,00	994,00
Biodigestor Divino Niño 2	216,00		10,00	1988,00

Fuente.- Vincés Erika, Chávez Luis

### 2.5.3.5. Espesor del filtro de grava

Para el dimensionamiento del filtro anaeróbico de grava se utilizara los siguientes datos:

- Número de habitantes servidos: este dato se ubica en la tabla 2.
- Volumen unitario: es el aporte por AASS= 0.078 m<sup>3</sup>/hab.
- Área del filtro: La suma de todos los filtros existentes en cada uno de los biodigestores se encuentran en la tabla 12.

Se tendría que:

$$h = \frac{V}{A}$$

Tabla 12.- Espesor del filtro de grava

ESPESOR DEL FILTRO DE GRAVA					
Biodigestor	Habitantes (h)	Volumen unitario (m <sup>3</sup> /hab)	Área del filtro acumulado (m <sup>2</sup> )	Volumen filtro de grava (m <sup>3</sup> )	Espesor de filtro
La Florita	1079	0,078	55,01	83,74	1,52
San Agustín	723	0,078	19,63	56,11	2,86
Divino Niño 1	994	0,078	15,00	77,14	5,14
Divino Niño 2	1988	0,078	44,00	154,29	3,51

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

## CAPITULO III

### ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS PARA EL CONTROL DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN EL RÍO MUERTO

#### 3.1. Entrevista

##### **1.- ¿Qué acciones ha emprendido EPAM/ GAD MANTA sobre las descargas de aguas servidas en el cauce del Río Muerto?**

Ing. Paul Macías-EPAM.- Inspección y levantamiento de información, de todas las redes en los sectores de influencia. Se emprendió el taponamiento de descargas y encausamiento a las redes. Tenemos como resultado cero descargas hacia los ríos tanto al Río Muerto como al Río Bravo en el sector La Florita.

Ing. Ítalo Mera-GAD-MANTA.- El GAD Manta como gobierno local en referencia a las descargas de aguas servidas actúa a través de EPAM y como tal a actuado en la limpieza y desbroce de basura y maleza, mejoramiento en taludes del río en el sector La Florita.

Interpretación y análisis.- Las acciones emprendidas por el gobierno local refleja la intención para la solución de la contaminación del Río Muerto por aguas residuales, acciones que no son suficientes ya que se puede palpar los desagradables olores y pésimo aspecto visual del río a todo lo largo del cauce.

##### **2.- ¿Qué tipo de aguas residuales son tratadas en los Biodigestores que influyen en el río?**

Ing. Paul Macías-EPAM.- En los biodigestores no hay tratamiento, pero se diseñó bajo la condición de tratar aguas residuales doméstica.

Ing. Ítalo Mera-GAD-MANTA.- Se diseñó para tratar las aguas residuales provenientes de las viviendas recogidas para su posterior uso en riegos de canchas y parques.

Interpretación y análisis.- Los biodigestores fueron construidos con el propósito de tratar aguas residuales domésticas.

### **3.- ¿Qué tipo de Biodigestor son?**

Ing. Paul Macías-EPAM.- Tipo fosa séptica de varias cámaras con filtro anaeróbico.

Ing. Ítalo Mera-GAD-MANTA.- Fosa séptica de digestión anaerobia.

Interpretación y análisis.- Los biodigestores construidos son fosas sépticas de tratamiento anaeróbico considerado como biodigestor primitivo.

### **4.- ¿Están en pleno funcionamiento?, si es no ¿por qué?**

Ing. Paul Macías-EPAM.- Reitero, no hay tratamiento, no está en funcionamiento, porque se implementó el colector en el plan maestro hidrosanitario en esos sectores.

Ing. Ítalo Mera-GAD-MANTA.- En la actualidad no se encuentra en funcionamiento, después de cierto tiempo se robaron las bombas en algunos biodigestores y en otros como el biodigestor La Florita hizo falta la implementación de una bomba.

Interpretación y análisis.- Como se notó en la observación se confirma la inoperancia de los biodigestores debido a que dejaron de funcionar por ineficiencia o porque existe otra solución para tratar las aguas que llegaban a los biodigestores.

### **5.- ¿Considera efectivo el Biodigestor para la función en la que se consideró su construcción?**

Ing. Paul Macías-EPAM.- No, en vista que la carga que recibía es mucho mayor a la que pueden tratar de acuerdo al levantamiento de información de las redes que hemos hecho.

Ing. Ítalo Mera-GAD-MANTA.- Si, lo considero efectivo ya que, trata las aguas residuales y ejemplo del buen funcionamiento es que anteriormente no existía

en el ambiente un olor fétido el cual se puede percibir en la actualidad como en el caso de La Florita y el biodigestor de San Agustín.

Interpretación y análisis.- La fosa séptica como biodigestor primitivo está en capacidad de tratar las aguas residuales de origen doméstico de acuerdo a la bibliografía estudiada en el capítulo 1, el Ing. Ítalo Mera afirma que el funcionamiento de los biodigestores al menos eliminaba el olor fétido en los ambientes de los sectores, mientras que el Ing. Paul Macías refiere que no cumplía por exceso de las aportaciones a los biodigestores seguramente debió ser la causa de la eliminación de este sistema de tratamiento.

#### **6.- ¿Con que finalidad fue construido el canal?**

Ing. Paul Macías-EPAM.- Conducir aguas lluvias de la quebrada que nace en San Agustín y que finaliza en la unión con el río muerto. Se implementó el canal en la parte del Tohallí debido a que es un parque.

Ing. Ítalo Mera-GAD-MANTA.- Para transportar las aguas lluvias de la quebrada San Agustín, para que ese punto (canal) no se convierta en vertedero de residuos sólidos.

Interpretación y análisis.- El canal de San Agustín fue construido con el propósito de transportar las aguas lluvias provenientes de la quebrada.

#### **7.- ¿Cumple con esa finalidad inicial dicho canal?**

Ing. Paul Macías-EPAM.- No, actualmente recibe y conduce descargas del alcantarillado.

Ing. Ítalo Mera-GAD-MANTA.- No, porque se sumaron descargas del alcantarillado sanitario de los sectores como: la Pradera, La Fragata, San Agustín, Altagracia, Elegole, Altamira, El Recreo, incumpliendo con la finalidad.

Interpretación y análisis.- El canal recibe la carga de aguas residuales que recibía el biodigestor San Agustín sin ningún tratamiento, por lo que no cumple con la finalidad para la que se construyó.

**8.- ¿Está en capacidad el canal para mitigar o reducir la contaminación al Río Muerto?**

Ing. Paul Macías-EPAM.- No, Porque no es su finalidad, reducir la contaminación. La finalidad es de evitar.

Ing. Ítalo Mera-GAD-MANTA.- No, porque su finalidad es evitar la contaminación.

Interpretación y análisis.- El canal como estructura hidráulica no cumple la función de reducir la contaminación al Río Muerto, pero si se evita que esa sección se convierta en vertedero de residuos sólidos.

**9.- ¿El colector del rio muerto es de tipo principal o secundario?**

Ing. Paul Macías-EPAM.- Es de tipo principal, tiene el objetivo de interceptar aguas de las redes secundarias y conducir las hasta la estación de bombeo en Los Esteros.

Ing. Ítalo Mera-GAD-MANTA.- Es de tipo principal, ya que recoge las aguas del colector secundario.

Interpretación y análisis.- El colector es de tipo principal ya que este recoge las aguas provenientes del colector secundario, transportando dichas aguas hasta la estación Los Esteros.

**10.- ¿El colector cumple con la necesidad de transportar al 100% del caudal que generan esos sectores?**

Ing. Paul Macías-EPAM.- No disponemos de mediciones. Solamente de llegada a la estación de bombeo. Pero eso no dispongo yo.

Ing. Ítalo Mera-GAD-MANTA.- Desconozco esa información.

Interpretación y análisis.- Se desconoce las aportaciones por lo que no se podría decir si el colector cumple o no al 100% de su capacidad.

**11.- ¿El colector cumple con la finalidad para la que fue construido?**

Ing. Paul Macías-EPAM.- Sí, porque conduce aguas que anteriormente recogían los biodigestores y son conducidas hasta la planta de tratamiento de aguas residuales.

Ing. Ítalo Mera-GAD-MANTA.- Desconozco esa información.

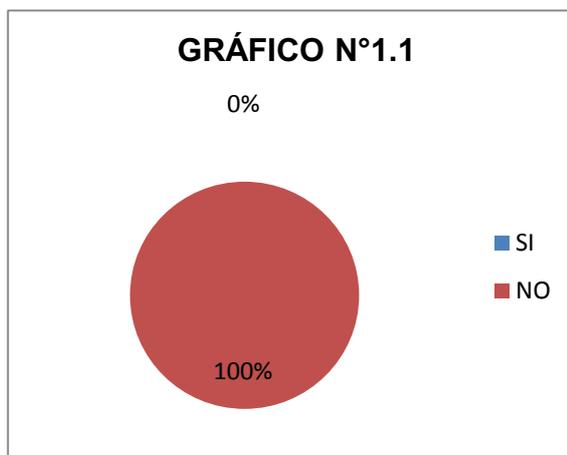
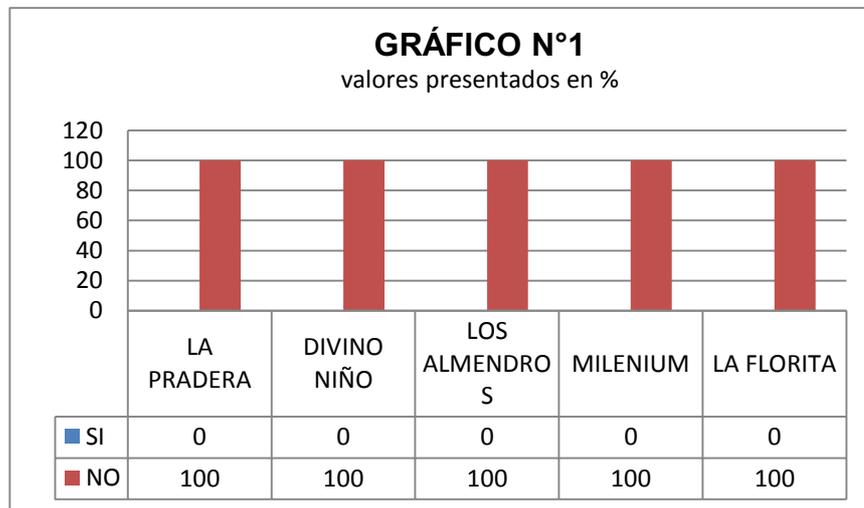
Interpretación y análisis.- El colector cumple con su finalidad ya que a él se conectaron todas las conexiones de La Florita que descargaban directamente al cauce del Río Muerto, sumándose a ello las aguas que recogían los biodigestores para así ser transportada hasta la planta de tratamiento. Pero no se puede definir su eficiencia debido a la no disposición de caudales de acuerdo a la inquietud 10 y 11.

### 3.2. Encuesta

1. ¿Conoce usted de moradores que contaminen el cauce de río?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA	
		SI	NO
LA PRADERA	27	0	27
DIVINO NIÑO	53	0	53
LOS ALMENDROS	46	0	46
MILENIUM	49	0	49
LA FLORITA	56	0	56
TOTAL	231	0	231

Elaborado: Vincés Erika, Chávez Luis

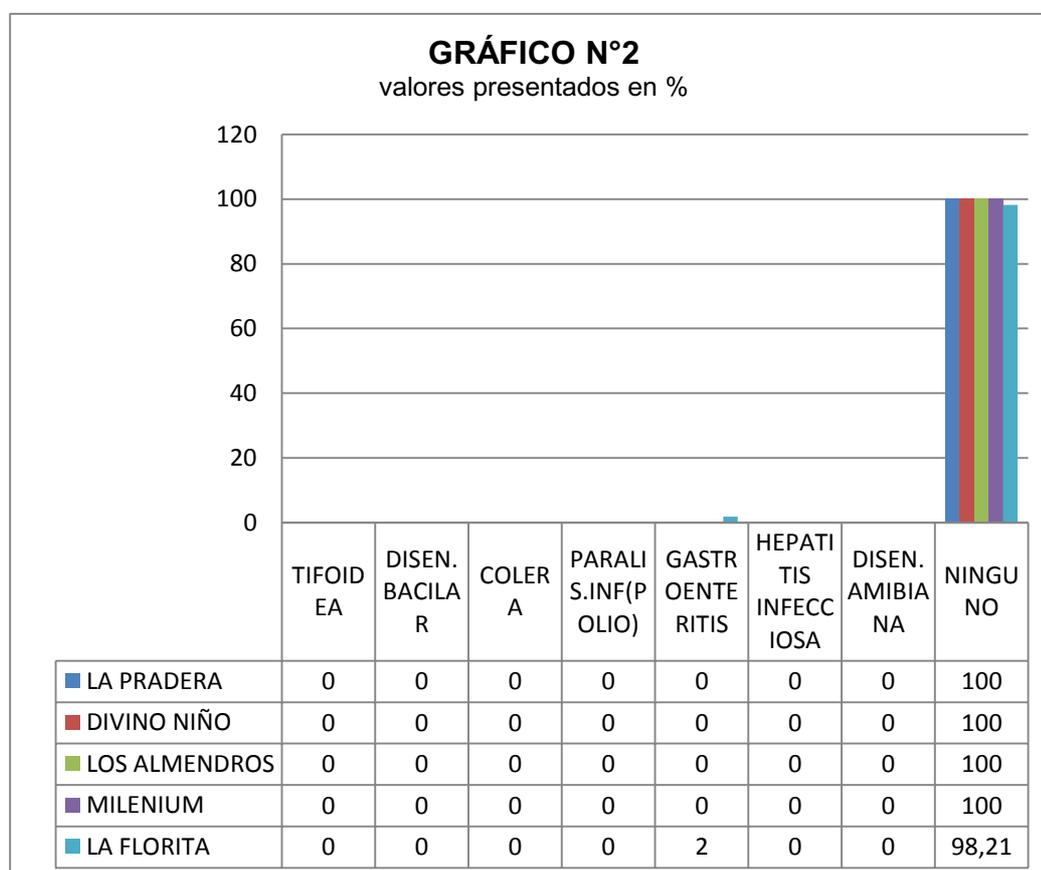


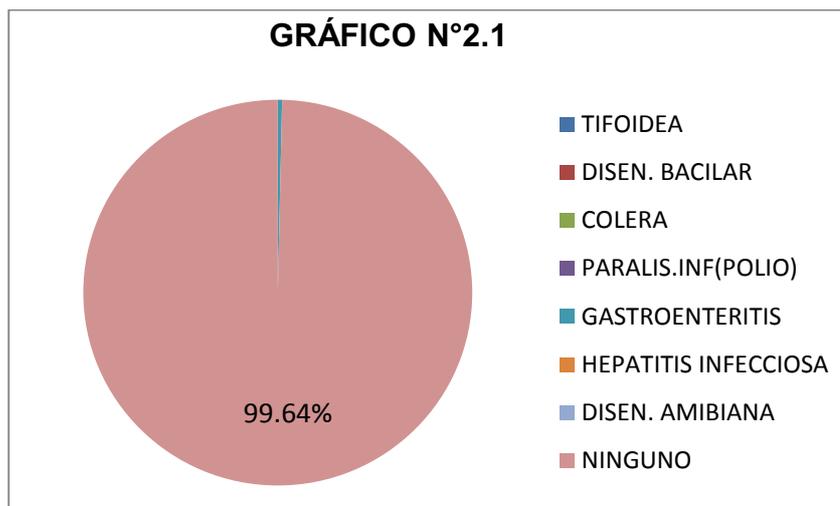
De acuerdo a esta información se concluye que el 100% de la población encuestada dice no conocer personas que contaminen el río, sin embargo muchos mencionaron que el origen de la contaminación del Río Muerto es causa por las descargas de fábricas.

2.- ¿Usted o algún miembro de su familia que habita las márgenes del río, ha adquirido alguna de estas enfermedades?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA							
		TIFOIDEA	DISEN. BACILAR	COLERA	PARALIS. INF(POLIO)	GASTROENTERITIS	HEPATITIS INFECCIOSA	DISEN. AMIBIANA	NINGUNO
LA PRADERA	27	0	0	0	0	0	0	0	27
DIVINO NIÑO	53	0	0	0	0	0	0	0	53
LOS ALMENDROS	46	0	0	0	0	0	0	0	46
MILENIUM	49	0	0	0	0	0	0	0	49
LA FLORITA	56	0	0	0	0	1	0	0	55
TOTAL	231	0	0	0	0	1	0	0	230

Elaborado: Vincés Erika, Chávez Luis



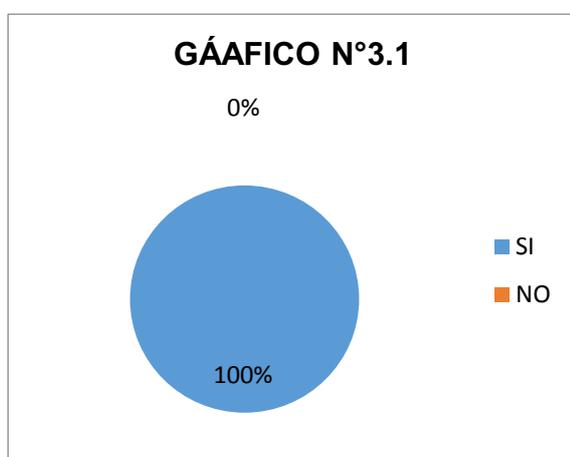


El 99.64% de la población encuestada menciona no tener experiencias de ningún tipo de estas enfermedades, con excepción de 1 caso de gastroenteritis que se ubicó en La Florita.

3.- ¿Dispone de suministro de agua potable?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA	
		SI	NO
LA PRADERA	27	27	0
DIVINO NIÑO	53	53	0
LOS ALMENDROS	46	46	0
MILENIUM	49	49	0
LA FLORITA	56	56	0
TOTAL	231	231	0

Elaborado: Vincés Erika, Chávez Luis

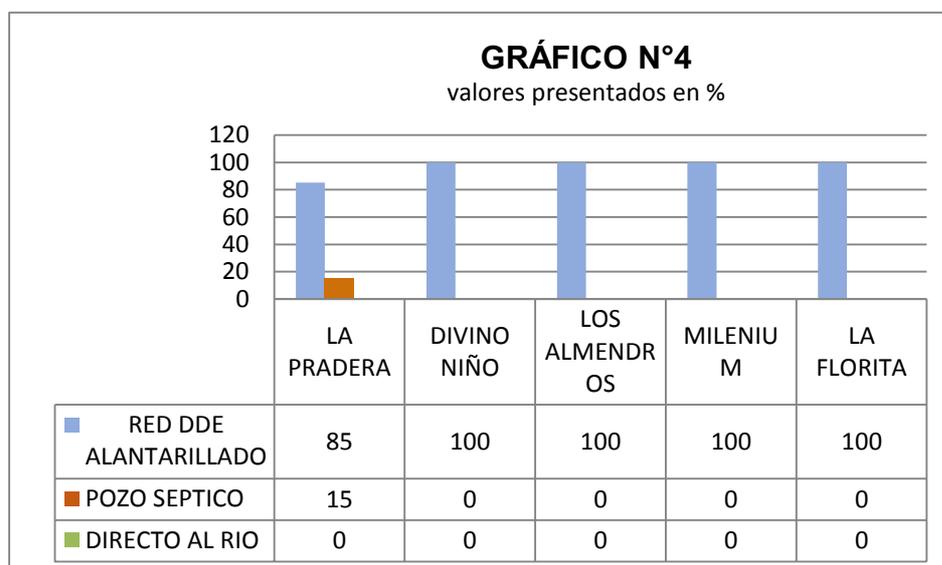


El 100% de la población afirma que dispone del suministro de agua potable, por consiguiente son generadores de aguas residuales de origen doméstico.

4.- ¿Hacia dónde descarga sus aguas residuales domésticas?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA		
		RED DDE ALANTARILLADO	POZO SEPTICO	DIRECTO AL RIO
LA PRADERA	27	23	4	0
DIVINO NIÑO	53	53	0	0
LOS ALMENDROS	46	46	0	0
MILENIUM	49	49	0	0
LA FLORITA	56	56	0	0
TOTAL	231	227	4	0

Elaborado: Vincés Erika, Chávez Luis

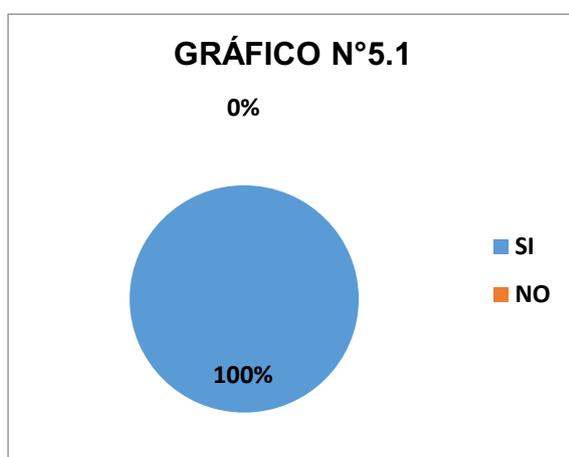


El 97% de la población encuestada dice disponer de una conexión a la red de alcantarillado, mientras que el 3% a pozo séptico, indicando que el 100% de las aguas generadas no van a parar al río.

5.- ¿Cuenta con el servicio de recolección de basura?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA	
		SI	NO
LA PRADERA	27	27	0
DIVINO NIÑO	53	53	0
LOS ALMENDROS	46	46	0
MILENIUM	49	49	0
LA FLORITA	56	56	0
TOTAL	231	231	0

Elaborado: Vincés Erika, Chávez Luis

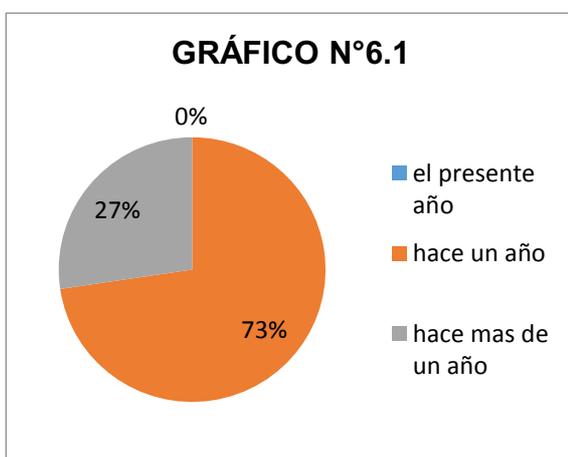
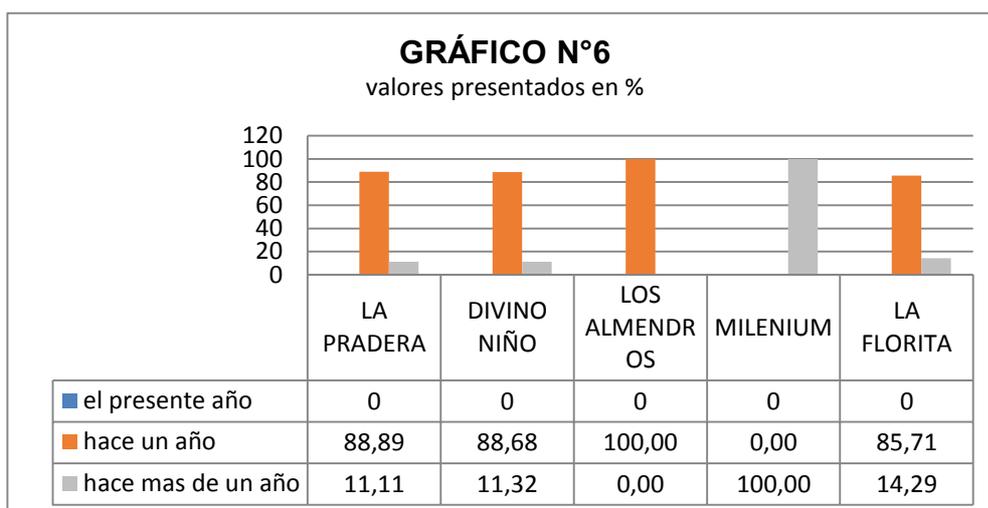


El 100% de la muestra afirma tener el servicio de recolección de basura, excluyendo el origen de basura en el río por basura generada en los domicilios que se ubican adyacentes al río. Verificando así que personas ajenas a los sectores utilizan como vertedero de basura el río.

6.- ¿Cuándo fue la última jornada de vacunación que se realizó en su sector?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA		
		el presente año	hace un año	hace más de un año
LA PRADERA	27	0	24	3
DIVINO NIÑO	53	0	47	6
LOS ALMENDROS	46	0	46	0
MILENIUM	49	0	0	49
LA FLORITA	56	0	48	8
TOTAL	231	0	165	66

Elaborado por: Vincés Erika, Chávez Luis.

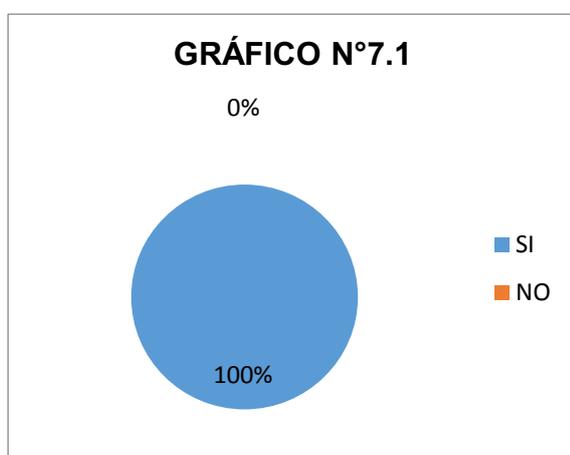
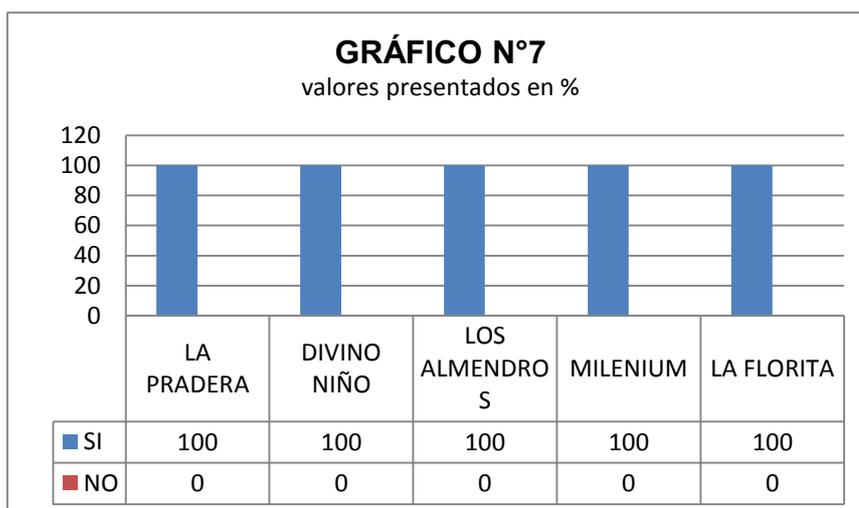


El 72,66% señala que hace un año existió una jornada de vacunación en su sector y el restante hace más de una año. Puede ser razón por la cual la población se encuentra protegido por las enfermedades de acuerdo a la segunda pregunta.

7.- ¿Cree usted que la presencia de animales rastreros, insectos y roedores es consecuencia directa del estado del río?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA	
		SI	NO
LA PRADERA	27	27	0
DIVINO NIÑO	53	53	0
LOS ALMENDROS	46	46	0
MILENIUM	49	49	0
LA FLORITA	56	56	0
TOTAL	231	231	0

Elaborado por: Vincés Erika, Chávez Luis.



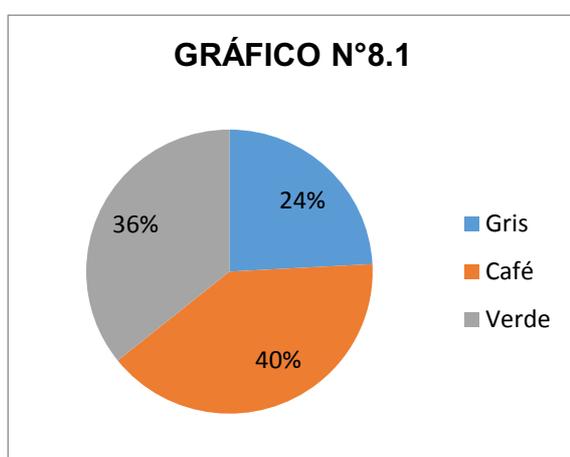
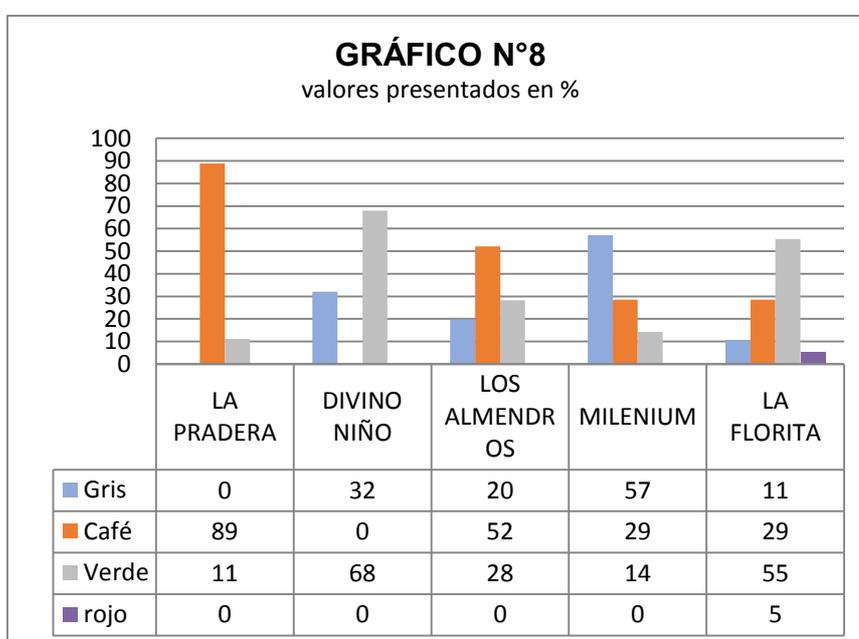
El 100% de los pobladores encuestados coincide que efectivamente la presencia de animales rastreros insectos y roedores es consecuencia directa del estado del río. Mencionaron presencia de ratas, cucarachas, grillos, serpientes y algunos tipos de aves que normalmente se

encuentran a la orilla del mar.

8.- ¿Cuál es el color característico del agua en el río que usted siempre ha podido observar?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA			
		Gris	Café	Verde	rojo
LA PRADERA	27	0	24	3	0
DIVINO NIÑO	53	17	0	36	0
LOS ALMENDROS	46	9	24	13	0
MILENIUM	49	28	14	7	0
LA FLORITA	56	6	16	31	3
TOTAL	231	60	78	90	3

Elaborado por: Vincés Erika, Chávez Luis.

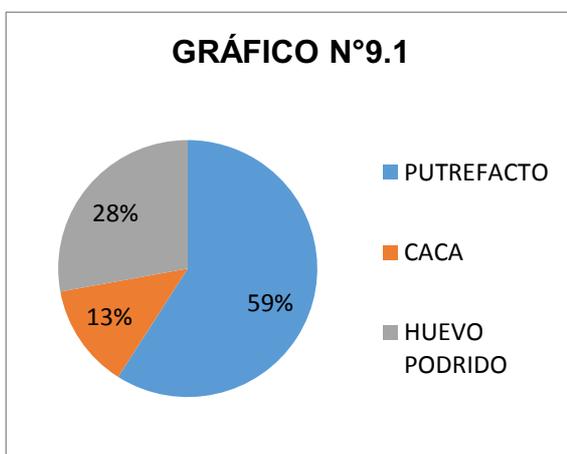
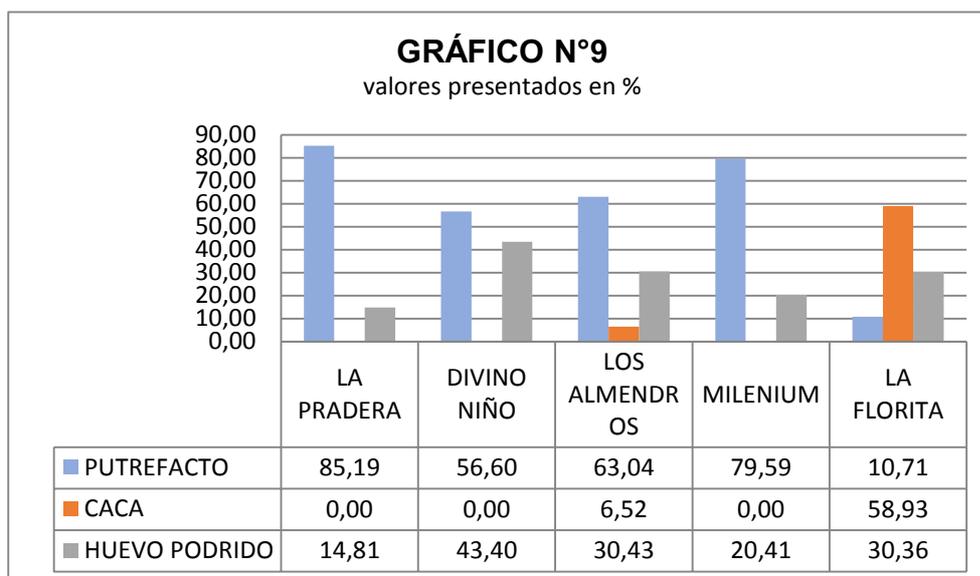


El 40% coincide que el color del agua del río es café, mientras que el 36% dice ser verde y el restante gris, es imperativo referir que la población no se puso de acuerdo en la característica del color ya que muchos mencionaron que el color del río era de muchas tonalidades.

9.- ¿Cuál es el olor característico del agua en el río que usted siempre ha podido distinguir?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA		
		PUTREFACTO	CACA	HUEVO PODRIDO
LA PRADERA	27	23	0	4
DIVINO NIÑO	53	30	0	23
LOS ALMENDROS	46	29	3	14
MILENIUM	49	39	0	10
LA FLORITA	56	6	33	17
TOTAL	231	127	36	68

Elaborado por: Vincés Erika, Chávez Luis.

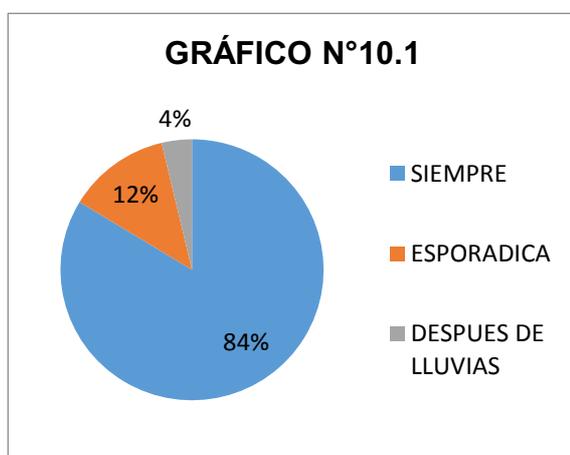
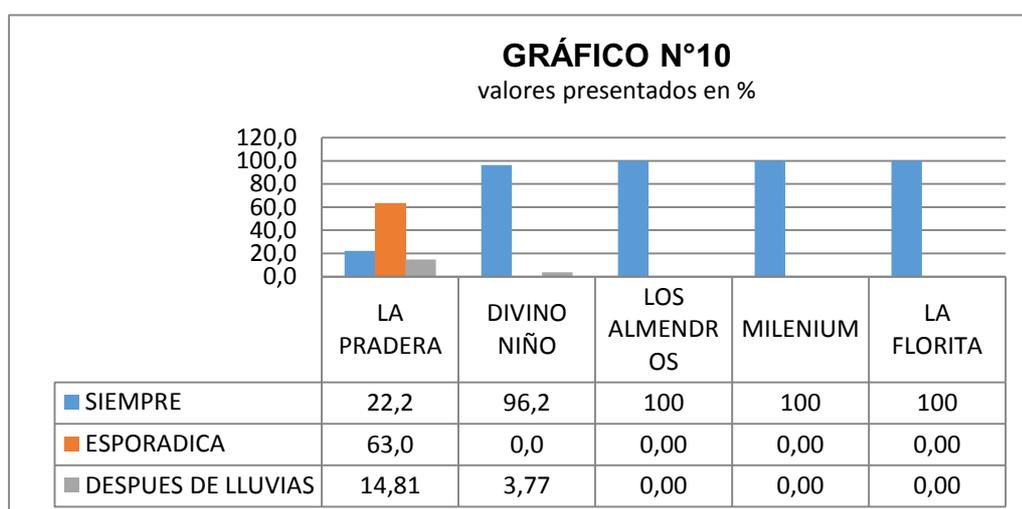


El 100% de la muestra coincide que el río presenta olores fétidos y muy desagradables, el 59% lo define con un olor característico a putrefacción el 28% lo relaciona con el olor a huevo podrido y el restante lo define con un olor a desecho humano literalmente a caca.

10.- ¿Con que frecuencia presenta volumen de agua el Río Muerto?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA		
		SIEMPRE	ESPORADICA	DESPUES DE LLUVIAS
LA PRADERA	27	6	17	4
DIVINO NIÑO	53	51	0	2
LOS ALMENDROS	46	46	0	0
MILENIUM	49	49	0	0
LA FLORITA	56	56	0	0
TOTAL	231	208	17	6

Elaborado por: Vincés Erika, Chávez Luis.

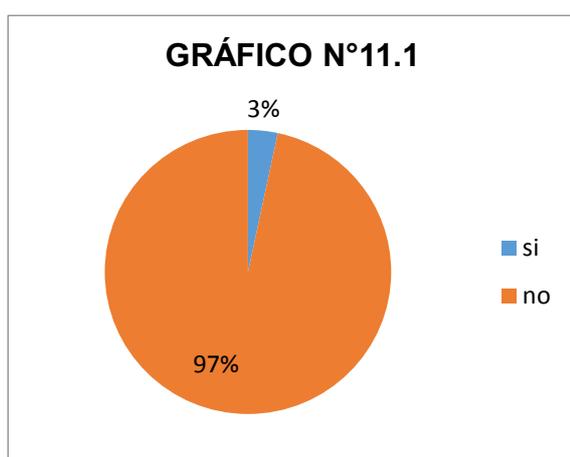
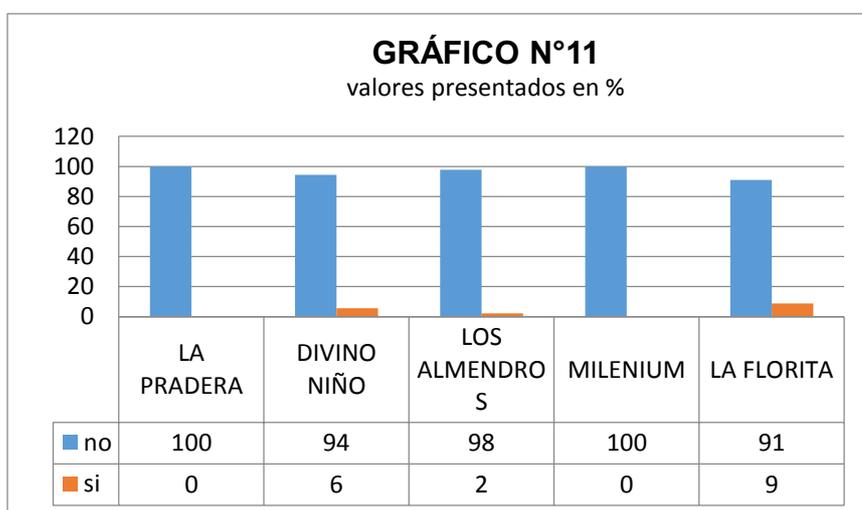


El 84% señala la presencia de agua de manera constante, el 12% de manera esporádica y el resto después de la lluvia. Indicador de existencia de agua en el río de origen ajeno al de aguas lluvias.

11.- ¿Ha tenido experiencias de desbordamiento del Río Muerto?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA	
		si	no
LA PRADERA	27	0	27
DIVINO NIÑO	53	3	50
LOS ALMENDROS	46	1	45
MILENIUM	49	0	49
LA FLORITA	56	5	51
TOTAL	231	9	222

Elaborado por: Vincés Erika, Chávez Luis.



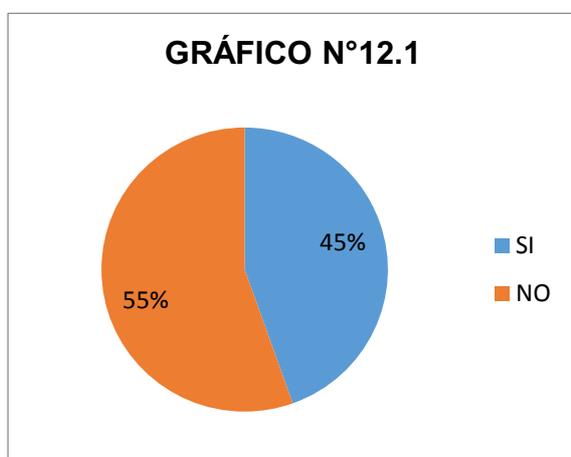
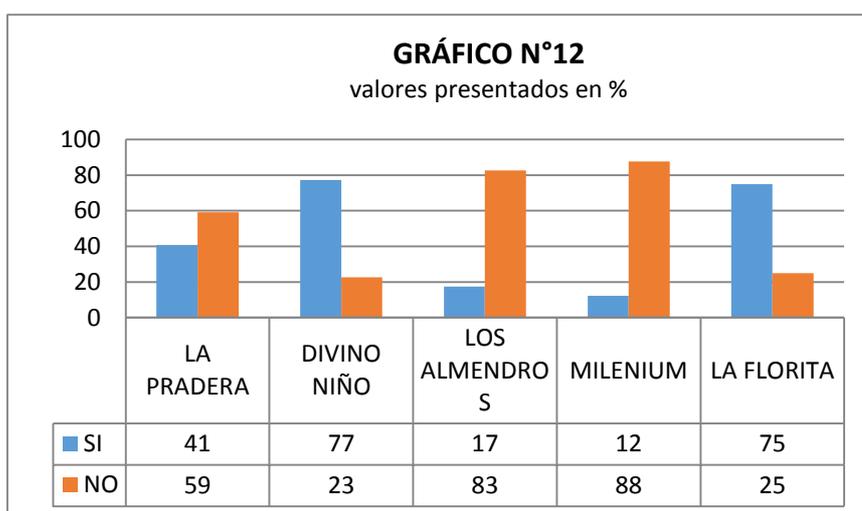
El 97% recuerda no tener experiencia de desbordamiento del río mientras que el restante aseguran haber tenido experiencias de desbordamiento en años anteriores sin precisar la fecha, y son los de las experiencias personas de avanzada edad. Evidencia de la eficiencia de los

trabajos de contención y encauzamiento del río para prevenir los desbordamiento.

12.- ¿Sabe usted, de las obras hidráulicas que ha realizado el municipio en función a solucionar el problema del río?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA	
		SI	NO
LA PRADERA	27	11	16
DIVINO NIÑO	53	41	12
LOS ALMENDROS	46	1	45
MILENIUM	49	6	43
LA FLORITA	56	42	14
TOTAL	231	108	123

Elaborado por: Vincés Erika, Chávez Luis.

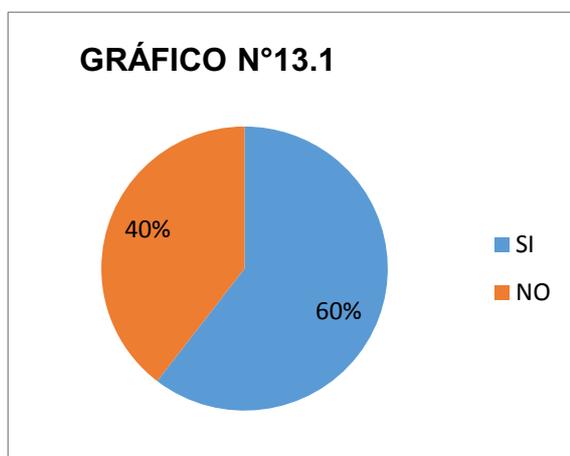
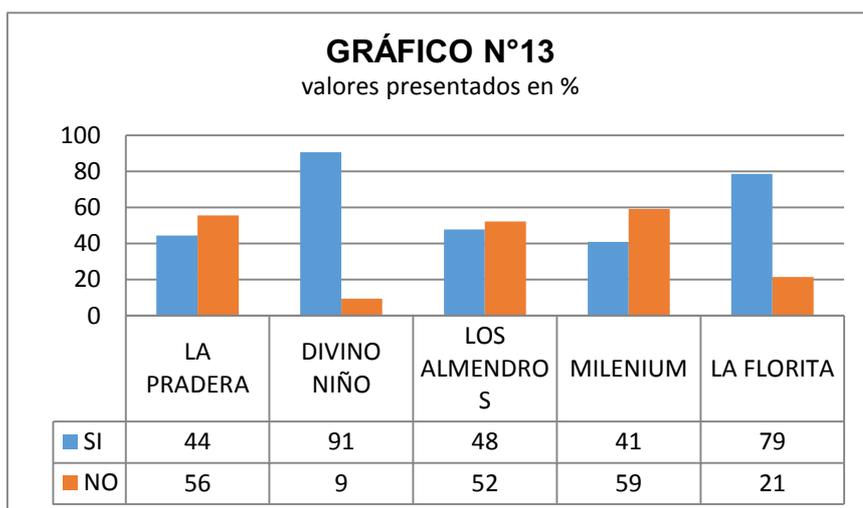


El 55% de la población señala que no conoce de las obras que ha realizado el municipio y el restante dice conocer. Demuestra el poco interés de la población de exigir y buscar una solución para la contaminación del río.

13.- ¿La comunidad ha organizado algún tipo de minga u otra actividad por mejorar el estado del cauce del río?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA	
		SI	NO
LA PRADERA	27	12	15
DIVINO NIÑO	53	48	5
LOS ALMENDROS	46	22	24
MILENIUM	49	20	29
LA FLORITA	56	44	12
TOTAL	231	146	85

Elaborado por: Vines Erika, Chávez Luis.

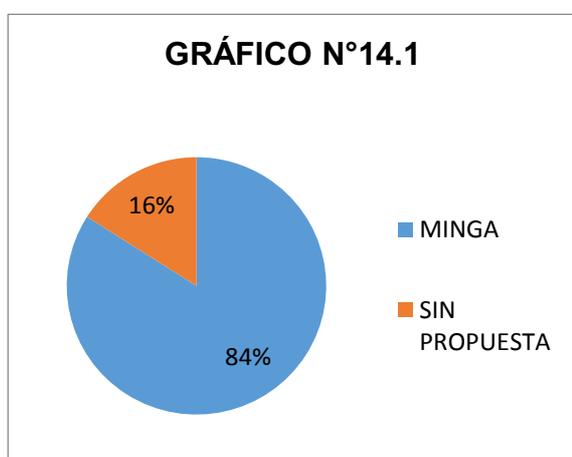
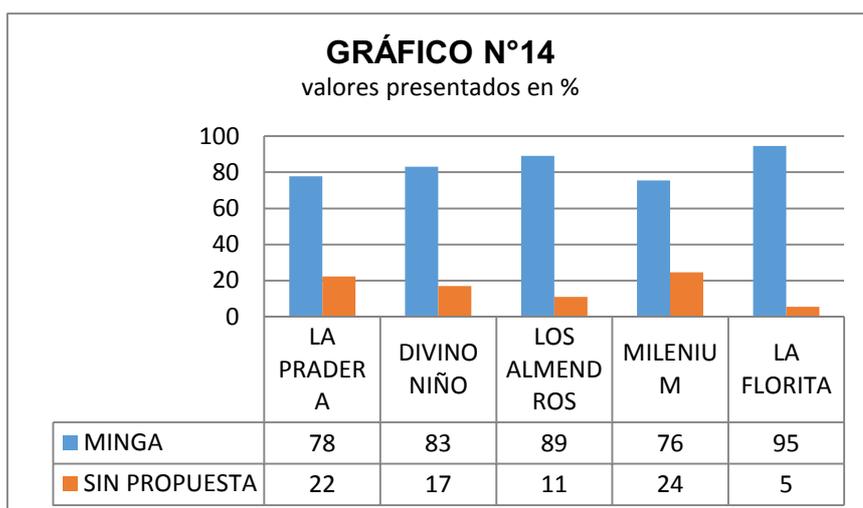


El 60% de la población menciona que sí ha realizado la actividad y el 40% que no. Los sectores que menos han organizado este tipo de actividad son La Pradera, Los Almendros, Milenium.

14.- ¿Qué propone para dar solución a la problemática de la contaminación del río?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA	
		MINGA	SIN PROPUESTA
LA PRADERA	27	21	6
DIVINO NIÑO	53	44	9
LOS ALMENDROS	46	41	5
MILENIUM	49	37	12
LA FLORITA	56	53	3
TOTAL	231	196	35

Elaborado por: Vincés Erika, Chávez Luis.

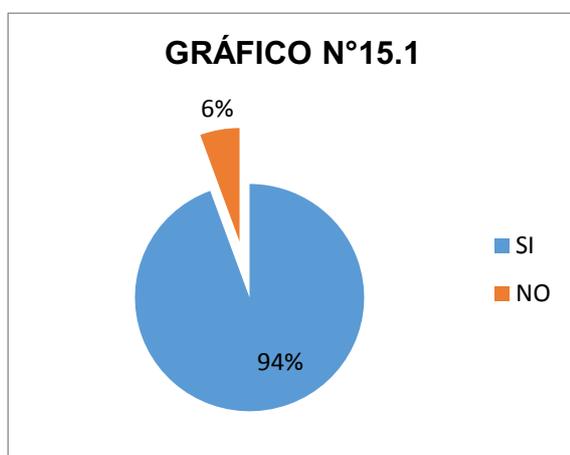
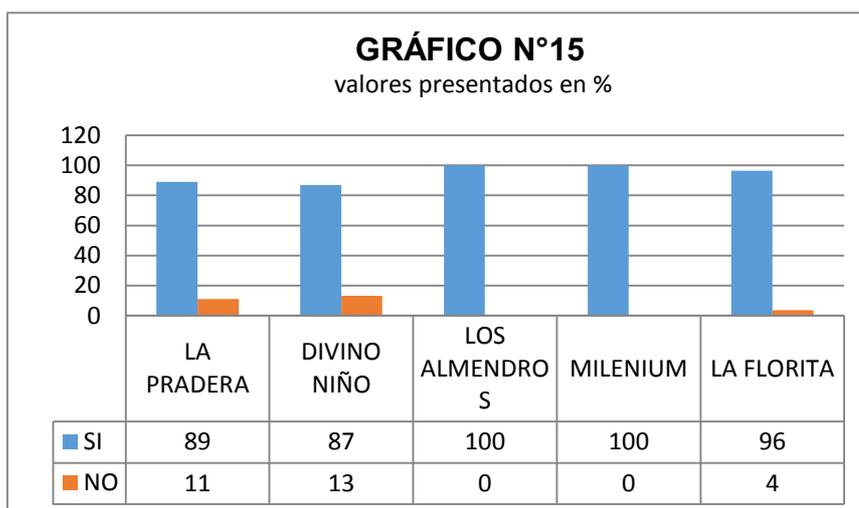


El 84% propone mingas de limpieza, mientras que el 16% no propone absolutamente nada. Evidenciando la falta de argumentos y conformismo frente a la contaminación del río.

15.- ¿Sabe usted que las aguas residuales pueden ser utilizadas para riego agrícola?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA	
		SI	NO
LA PRADERA	27	24	3
DIVINO NIÑO	53	46	7
LOS ALMENDROS	46	46	0
MILENIUM	49	49	0
LA FLORITA	56	54	2
TOTAL	231	219	12

Elaborado por: Vincés Erika, Chávez Luis.

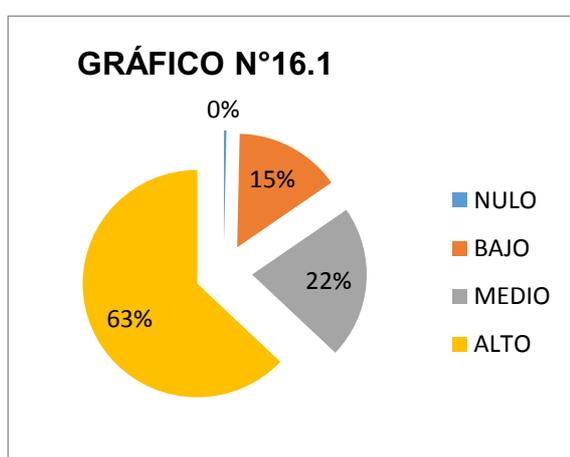
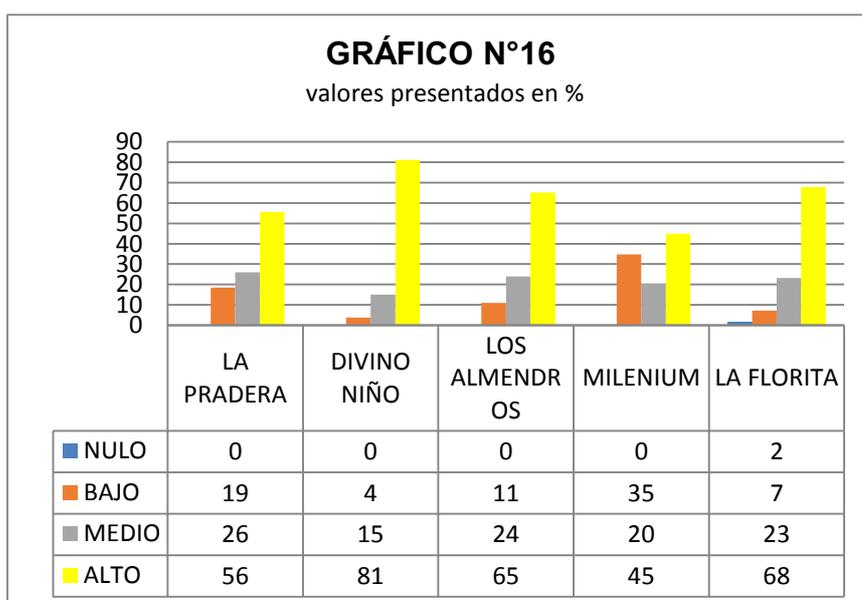


El 94% dice que si conoce de la reutilización de las aguas servidas sin precisar saber el tratamiento que debe tener antes de esa disposición el restante dice desconocer.

16.- ¿En qué nivel considera que el río incide/incurre/afecta en su diario vivir?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA			
		NULO	BAJO	MEDIO	ALTO
LA PRADERA	27	0	5	7	15
DIVINO NIÑO	53	0	2	8	43
LOS ALMENDROS	46	0	5	11	30
MILENIUM	49	0	17	10	22
LA FLORITA	56	1	4	13	38
TOTAL	231	1	33	49	148

Elaborado por: Vincés Erika, Chávez Luis.

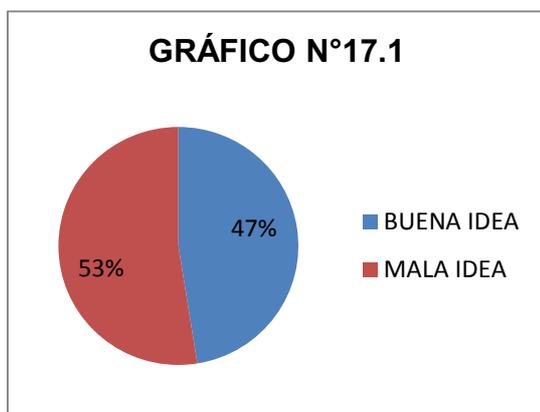
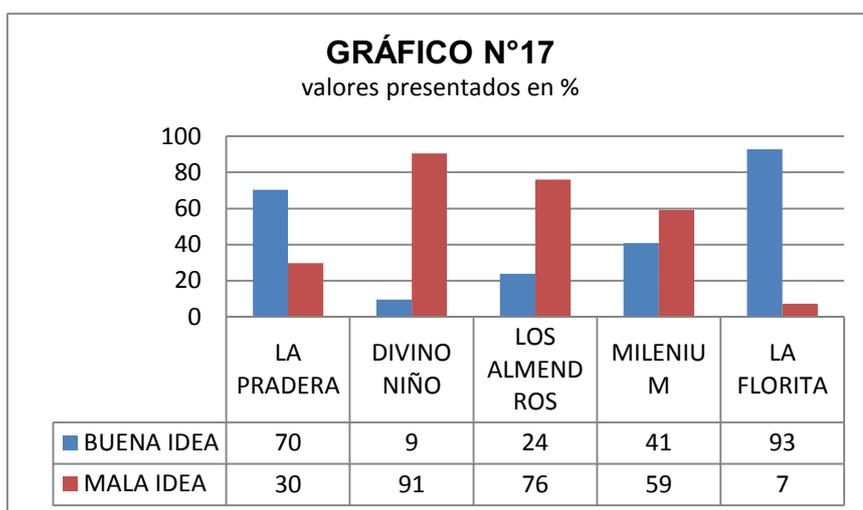


El 63% concuerda la incidencia del río en su vida en un nivel alto y debe relacionarse con la alta cercanía de su vivienda al río, el 22% indica un nivel de incidencia media y el restante en un nivel de incidencia bajo. En el sector La Florita se encontró con un caso donde la afectación es nula.

17.- ¿Qué piensa de la propuesta de hacer que el cauce del Río Muerto se construya una vía que conecte las ciudades de Montecristi y Manta?

	N= T. MUESTRA	RESPUESTA	
		BUENA IDEA	MALA IDEA
LA PRADERA	27	19	8
DIVINO NIÑO	53	5	48
LOS ALMENDROS	46	11	35
MILENIUM	49	20	29
LA FLORITA	56	52	4
TOTAL	231	107	124

Elaborado por: Vincés Erika, Chávez Luis.



El 53% dice ser una mala idea la propuesta planteada mientras que el 47% dice ser buena idea. Los argumentos para quienes no les gusta la idea son la perturbación de la tranquilidad por ausencia de ruidos generado por el tráfico vehicular y la pronosticación de accidentes que afectarían sus viviendas de los

sectores que no están de acuerdo son Divino Niño, Los Almendros y Milenium.

### 3.3. Análisis del agua residual

Para el diagnóstico de la condición general del río y la eficiencia indirecta de las obras hidráulicas fue necesario el apoyo de los parámetros físicos y químicos de las muestras de aguas que fueron analizadas.

Estos parámetros permiten medir y comparar con las normas de descarga de efluentes para los casos pertinentes.

Los resultados para la muestra P1 y P2 comparadas con los límites de descarga para un cuerpo de agua dulce dan como resultado niveles bajos de límites establecidos para D.B.O<sub>5</sub>, sólidos totales y sólidos suspendidos.

El pH se ubica dentro del rango normativo muy similar en ambas muestras y de características alcalinas, mientras que los aceites y grasas están por encima de la norma. El D.Q.O en la muestra P1 está por debajo de la norma mientras que en el P2 está sobre la norma. Todos los valores están descrito en la tabla 13.

El P2 representa las características de un agua residual descargadas al canal y este a su vez descarga al río sin ningún tratamiento previo contradiciendo las leyes y normas descritas en el capítulo 1.

Tabla 13.- Límites de parámetros físicos y químicos de descarga a un cuerpo de agua dulce y resultado del análisis para (p1 y p2).

LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE				
PARAMETROS	P1		P2	
	RESULTADO	LÍMITE	RESULTADO	LÍMITE
D.B.O.5	29	100	186	100
D.Q.O	49	250	331	250
C.O.T	0,49		3,31	
ACEITES Y GRASAS	<0,44	0,3	<0,44	0,3
PH	7,82	5,0-9	7,5	5,0-9
SOLIDOS TOTALES	870	1600	0	1600
SOLIDOS SUSPENDIDOS	6	100	71	100

Fuente.- Vincés Erika, Chávez Luis

Como el Río Muerto tiene su desembocadura en el Océano Pacífico se consideró pertinente el establecimiento de la toma de muestra antes de la desembocadura y comparar con los límites de descarga de efluentes para un cuerpo de agua marina. En el que se evidencio que el parámetro que no cumple para la descarga del agua es el de aceites y grasas.

Se considera como efluente la descarga del río al mar dado el antecedente de que el canal transporta aguas residuales hasta el río muy cercano a la desembocadura.

Tabla 14.- Límites de parámetros físicos y químicos de descarga a un cuerpo de agua marina y resultado del análisis para (p3).

<b>LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA MARINA</b>		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>P3</b>	
	<b>RESULTADO</b>	<b>LÍMITE</b>
D.B.O.5	63	100
D.Q.O	129	250
C.O.T	1,29	
ACEITES Y GRASAS	0,44	0,3
PH	7,5	6,0-9
SOLIDOS TOTALES	0	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	23	100

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

### 3.4. Canal

#### 3.4.1. Verificación de cotas de fondo y velocidad de flujo del canal

Las cotas de fondo, permiten identificar la pendiente de fondo del canal.

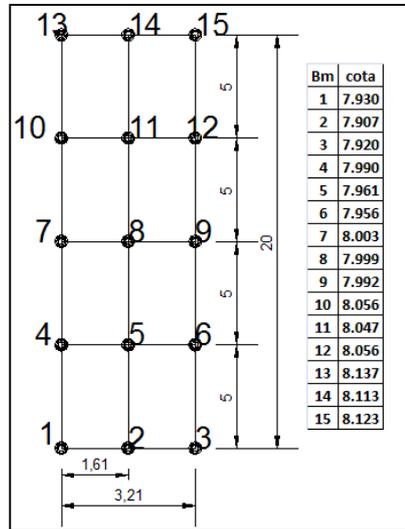


Figura 24.- Cota de fondo en el inicio del canal

Fuente: Vinces Erika, Chávez Luis

Se realizó el levantamiento de 15 puntos, para la verificación de la pendiente, solamente basta la cota de inicio y de fin.

Tabla 15.- Pendiente promedio del canal

Abscisa	Cotas		
0+020	8.137	8.113	8.123
0+000	7.93	7.907	7.92
pendiente	10.350‰	10.300‰	10.150‰

Pendiente promedio = 10.267‰

Fuente.- Vinces Erika, Chávez Luis

Para la verificación de la velocidad se utilizó 6 maniqués y midió el tiempo de llegada en cada uno de los puntos registrados cada 10 metros para luego hacer uso de la ecuación de velocidad= espacio / tiempo; así poder responder a la velocidad media en el canal bajo condición de tirante de flujo de 5 cm.

Tabla 16.- Velocidad del flujo en el canal de San Agustín

Maniquí	Tiempo (Segundo)			Velocidad (Metros/segundos)		
	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20
bc1	13.38	13.18	26.56	0.7474	0.7587	0.7530
bc2	13.60	16.16	29.76	0.7353	0.6188	0.6720
bg1	10.15	24.33	34.48	0.9852	0.4110	0.5800
bg2	9.85	24.55	34.40	1.0152	0.4073	0.5814
bgt1	9.87	9.94	19.81	1.0132	1.0060	1.0096
bgt2	9.35	10.46	19.80	1.0697	0.9564	1.0099

<b>promedio</b>	11.033	16.44	27.469	0.928	0.693	0.768
-----------------	--------	-------	--------	-------	-------	-------

Velocidad promedio=0.796m/s

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

### 3.4.2. Verificación de la velocidad y caudal en condición de tirante de 5cm

Tabla 17.- Velocidad y caudal del canal de San Agustín

CARACTERÍSTICAS		CANTIDAD	DIMENSIÓN
velocidad	V	0.9634	metros /segundos
gasto o caudal	Q	0.1582	metros cúbicos/segundos

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

La velocidad calculada de acuerdo a la ecuación de Manning y de caudal corresponde muy de cerca a las verificadas de acuerdo a la promediada encontrada por el levantamiento de información. Esta velocidad es mucho mayor a la velocidad mínima de diseño estudiadas en el capítulo 1.

## 3.5. Colector

### 3.5.1. Trabajo de los distribuidores de caudal

#### 3.5.1.1. Trabajo a caudal de tubería llena

Cuando las tuberías trabajan al tubo lleno, de acuerdo al diámetro de las tuberías de salida igual y menor que la de llegada, con los caudales definidos. Las aportaciones (qr) que recibirá el río serán las siguientes de acuerdo a las consideraciones hechas en la sección 2.6.2.6.

Tabla 18.- Trabajo a tubo lleno

TRABAJO A TUBO LLENO, CAUDAL DE DESCARGA AL RIO							
POZO	CAUDAL DE SOLICITUD (m <sup>3</sup> /s)			q/Q 100%	CAUDAL REAL O CORREGIDO		
	Qs	qs	Q		Qs''	qs''	qr
108	2.020862	0.174293	0.174293	1.000502	2.021877	0.174381	2.021790
102	1.429251	0.390334	0.390334	1.000502	1.429969	0.390530	1.429773
39	0.808638	0.180383	0.180383	1.000502	0.809044	0.180473	0.808954

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Para que qs trabaja al 100% de su capacidad, y qr no trabaje se encuentra la capacidad máxima de trabajo para Qs. descritas en la tabla 19.

Se aplica la relación entre el caudal corregido qs para la capacidad de la tubería de llegada Qs con la intención de saber el grado de llenado de esa tubería cuando qs trabaja al 100% de su capacidad.

Tabla 19.- Grado de llenado de Q para que qr no trabaje

GRADO DE LLENADO DE "Q" PARA QUE "qr" NO TRABAJE									
POZO	Caudal de solicitud y capacidad (m <sup>3</sup> /s)				qs''/cap1=q/Q	qs''/cap2=q/Q	Grado de llenado en %		
	Qs''	cap1.	qs''	cap2.			Qs	qs	qr
108	2.021877	2.020862	0.174381	0.174293	0.086290222	1.000502	22.417	100.000	0.000
102	1.429969	1.429251	0.390530	0.390334	0.273241234	1.000502	40.710	100.000	0.000
39	0.809044	0.808638	0.180473	0.180383	0.223181899	1.000502	36.562	100.000	0.000

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

### 3.5.1.2. Trabajo a caudal hipotético

Como ya se mencionó, el caudal hipotético es muy inferior a la capacidad. Por tanto no existen descargas al río.

Tabla 20.- Trabajo de distribuidor a caudal hipotético

POZO	TRABAJO DE DISTRIBUIDOR A CAUDAL HIPOTETICO (m <sup>3</sup> /s)								
	LLEGADA			SALIDA					
				SISTEMA			AL RIO		
	D (mm)	Qs	CAP	D (mm)	qs	CAP	D (mm)	qr	CAP
108	1000	0.001	2.021	400	0.002	0.174	1000	0.000	2.021
102	700	0.003	1.429	400	0.003	0.390	700	0.000	1.429
39	700	0.055	0.809	400	0.056	0.180	700	0.000	0.809

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Bajo esas condiciones, el trabajo de las tuberías, es descrito en la siguiente tabla.

Tabla 21.- Grado de llenado de Q, qs y qr para caudal hipotético

GRADO DE LLENADO DE "Q", "qs" y "qr" para caudal hipotético										
POZO	CAUDAL (m3/s)					Qs/Q=q/Q	qs/Q=q/Q	grado de llenado en %		
	Qs	Cap1	qs	Cap2	qr			Qs	qs	qr
108	0.001	2.021	0.002	0.17	0.000	0.0005872	0.011314	2.05	8.29	0
102	0.003	1.429	0.003	0.39	0.000	0.0022815	0.008718	3.88	7.32	0
39	0.055	0.809	0.056	0.18	0.000	0.0680887	0.309216	19.91	43.51	0

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Los tramos de distribuidores de caudal ubicados en los pozos 108 y 102, trabajando bajo esas condiciones, obligan a trabajar a los tramos del distribuidor de caudal del pozo 39 en un nivel muy superior. Esto se debe a la relativa lejanía. Pero deja en evidencia, que los distribuidores de los pozos 108 y 102 estarían sobre dimensionados mientras que en el 39 la tubería qs sería muy pequeña para evitar descargas de aguas residuales al río.

### 3.5.1.3. Trabajo a caudal calculado combinado o mixto

Según la solicitud de carga Qs en 108 y 102 es menor a la capacidad, mientras que el 39 Qs sobrepasa la capacidad y qs muy cercana a la capacidad.

Las condiciones de trabajo en Qs y qs serán del 100%, entonces es necesario ubicar los caudales corregidos para poder encontrar qr.

$$Qs'' = q/Q * cap1.$$

Qs'' = Caudal de llegada corregido.

q/Q = Correspondiente al 100% del grado de llenado según las relaciones hidráulicas.

Cap1 = Capacidad de transporte a tubo lleno.

Tabla 22.- Capacidad de transporte del caudal calculado mixto

POZO	CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE CAUDAL CALCULADO MIXT (m3/s)								
	LLEGADA			SALIDA					
				SISTEMA			AL RIO		
	D (mm)	Qs	CAP	D (mm)	qs	CAP	D (mm)	qr	CAP
108	1000	0.016000	2.020862	400	0.032942	0.174293	1000	0.000	2.020862
102	700	0.087951	1.429251	400	0.103592	0.390334	700	0.000	1.429251
39	700	1.015430	0.808638	400	0.174630	0.180383	700	?	0.808638

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

En el pozo 39 Qs es mayor a la capacidad de qs para caudal calculado mixto, qs trabaja al 100%, el caudal corregido qs" es igual a qs\*q/Q cuando trabaja al 100%.

Tabla 23.- qr bajo trabajo a caudal calculado mixto

POZO	qr bajo trabajo a caudal CALCULADO MIXT.								
	CAUDAL (m3/s)				Qs/Q	qs/Q	caudal real o corregido		
	Qs	cap1.	qs	cap2.			Qs"	qs"	qr
108	0.016000	2.020862	0.032942	0.174293	0.007918	0.189005	0.016000	0.032942	
102	0.087951	1.429251	0.103592	0.390334	0.061536	0.265394	0.087951	0.103592	
39	1.015430	0.808638	0.174630	0.180383	1.000502	0.968108	0.809044	0.174718	0.808957

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Tabla 24.- Grado de llenado de Q, qs y qr para caudal mixto

GRADO DE LLENADO DE "Q", "qs" y "qr" para caudal CALCULADO MIXT.												
POZO	CAUDAL (m3/s)						Qs"/Q=q/Q	qs"/Q=q/Q	qr/Q=q/Q	grado de llenado en %		
	Qs"	cap1.	qs"	cap2.	qr	cap3.				Qs"	qs"	qr
108	0.016000	2.020862	0.032942	0.174293		2.020862	0.007917512	0.189005		7.01	33.51	
102	0.087951	1.429251	0.103592	0.390334		1.429251	0.061536432	0.265394		18.93	40.08	
39	0.809044	0.808638	0.180473	0.180383	0.808957	0.808638	1.0005023	1.00050	1.00039	100.000	100.000	89.666

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Bajo estas condiciones en el pozo 39 las tuberías trabajan al 100% y qr al 90%, indicio de aportación en condiciones de diseño máximo.

### 3.5.1.4. Trabajo a caudal calculado de aportaciones solo por AA.SS

Tabla 25.- Capacidad de transporte de caudal calculado AASS

POZO	CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE CAUDAL CALCULADO AASS (m3/s)							
	LLEGADA			SALIDA				
				SISTEMA			AL RIO	
	D (mm)	Qs	CAP	D (mm)	qs	CAP	D (mm)	CAP
108	1000	0.001	2.021	400	0.001	0.174	1000	2.021
102	700	0.005	1.429	400	0.006	0.390	700	1.429
39	700	0.170	0.809	400	0.175	0.180	700	0.809

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Como lo indica el cuadro las aportaciones por AA.SS son inferiores, bajo estas condiciones no debería existir descargas en el río.

Tabla 26.- qr bajo caudal calculado AASS

qr bajo trabajo a caudal CALCULADO AA.SS.									
POZO	CAUDAL (m3/s)				Qs/Q	qs/Q	caudal real o corregido		
	Qs	cap1.	qs	cap2.			Qs''	qs''	qr
108	0.001	2.021	0.001	0.174	0.000386238	0.008502614	0.001	0.001	0.000000
102	0.005	1.429	0.006	0.390	0.003480781	0.015207708	0.005	0.006	0.000000
39	0.170	0.809	0.175	0.180	0.210570442	0.968107927	0.170	0.175	0.000000

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Tabla 27.- Grado de llenado de Q, qs, qr para caudal calculado AASS

GRADO DE LLENADO DE "Q", "qs" y "qr" para caudal CALCULADO AA.SS.												
POZO	CAUDAL (m3/s)						Qs''/Q=q/Q	qs''/Q=q/Q	qr/Q=q/Q	grado de llenado en %		
	Qs''	cap1.	qs''	cap2.	qr	cap3.				Qs''	qs''	qr
108	0.001	2.021	0.001	0.174293069	0.000000	2.021	0.000386238	0.008502614	0	1.6194	7.2354	0.0000
102	0.005	1.429	0.006	0.390334133	0.000000	1.429	0.003480781	0.015207708	0	5.7272	9.5575	0.0000
39	0.170	0.809	0.175	0.180382795	0.000000	0.809	0.210570442	0.968107927	0	35.4588	86.8673	0.0000

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

El grado de llenado deja en evidencia que bajo la solicitud para aguas servidas qs'' trabaja muy cercano a la capacidad máxima, pero cumpliendo con su objetivo.

### 3.5.1.5. Trabajo a caudal calculado de aportaciones solo por AA.LL

Tabla 28.- Capacidad de transporte de caudal AALL

POZO	CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE CAUDAL CALCULADO AALL (m3/s)							
	LLEGADA			SALIDA				
				SISTEMA			AL RIO	
	D (mm)	Qs	CAP	D (mm)	qs	CAP	D (mm)	CAP
108	1000	0.015	2.021	400	0.031	0.174	1000	2.021
102	700	0.083	1.429	400	0.098	0.390	700	1.429
39	700	0.845	0.809	400	0.000	0.180	700	0.809

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Tabla 29.- qr bajo caudal calculado AALL

POZO	qr bajo trabajo a caudal CALCULADO AA.LL								
	CAUDAL (m3/s)				Qs/Q	qs/Q	caudal real o corregido		
	Qs	cap1.	qs	cap2.			Qs''	qs''	qr
108	0.015	2.021	0.031	0.174	0.007531275	0.180502864	0.015	0.031	0.000000
102	0.083	1.429	0.098	0.390	0.058055651	0.250186454	0.083	0.098	0.000000
39	0.845	0.809	0.180	0.180	1.00050234	1.00050234	0.809	0.180	0.808954

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Tabla 30.- Grado de llenado de Q, qs, qr para caudal calculado AALL

GRADO DE LLENADO DE "Q", "qs" y "qr" para caudal CALCULADO AA.LL												
POZO	CAUDAL (m3/s)						Qs"/Q=q/Q	qs"/Q=q/Q	qr/Q=q/Q	grado de llenado en %		
	Qs"	cap1.	qs"	cap2.	qr	cap3.				Qs"	qs"	qr
108	0.015220	2.020862	0.031460	0.174293	0.000000	2.020862	0.007531275	0.180502864	0.000000000	6.832	32.712	0.000000
102	0.082976	1.429251	0.097656	0.390334	0.000000	1.429251	0.058055651	0.250186454	0.000000000	18.386	38.843	0.000000
39	0.809044	0.808638	0.180473	0.180383	0.808954	0.808638	1.000502340	1.000502340	1.000390283	100.000	100.000	100.003

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Es evidente que la solicitud de trabajo máxima está dada por las aportaciones de aguas lluvias ya que exigen la capacidad de trabajo al 100% en la tubería de los tramos y descarga al río del pozo 39. A tal punto de que la solicitud de la tubería de llegada es sumamente mayor a la de evacuación como consecuencia existe la retención de caudal previo a la llegada del distribuidor de caudal exigiendo a la estructura.

### 3.5.2. Comparación del caudal hipotético vs el calculado

Tabla 31.- Caudal hipotético vs calculado

POZO		LONG.	TUBERIA		caudales			
			D	S	HIPOTETI.	CAUDAL CALCULADO		
						qh	q calcu. Mix	q calcu. AASS
i	f	m	mm		m3/seg	m3/seg	m3/seg	m3/seg
109	108	79	1000	0.0034	0.001187	0.016000	0.000781	0.015220
108	107	84.300	400	0.0034	0.001972	0.032942	0.001482	0.031460
107	106	88.600	400	0.0046	0.002512	0.050820	0.002291	0.048530
106	105	92.600	400	0.0292	0.002578	0.069580	0.003211	0.066369
105	104	33.000	700	0.0162	0.002774	0.076540	0.003813	0.072727
104	103	15.700	700	0.0357	0.002969	0.080043	0.004291	0.075752
103	102	37.500	700	0.0114	0.003261	0.087951	0.004975	0.082976
102	101	76.200	400	0.0168	0.003403	0.103592	0.005936	0.097656
101	100	36.900	500	0.0016	0.005420	0.111452	0.006686	0.104765
100	99	62.800	500	0.0016	0.007440	0.124540	0.007677	0.116864
99	98	78.300	500	0.0409	0.007540	0.140793	0.008844	0.131949
98	97	49.500	500	0.0035	0.008358	0.151344	0.009859	0.141485
97	96	29.200	500	0.0035	0.009184	0.157871	0.010760	0.147111
96	95	74.000	500	0.0054	0.009688	0.173406	0.012039	0.161367
95	94	34.700	500	0.0089	0.009968	0.181127	0.013075	0.168052
94	93	82.200	500	0.0089	0.010249	0.198405	0.014517	0.183888
93	92	32.000	500	0.0065	0.010674	0.205695	0.015642	0.190053
92	91	31.000	500	0.0040	0.011385	0.212814	0.016789	0.196025
91	90	74.000	500	0.0020	0.012969	0.228582	0.018300	0.210282
90	89	35.000	500	0.0035	0.013806	0.236593	0.019569	0.217025
89	88	69.000	500	0.0039	0.014547	0.251457	0.021140	0.230318
88	87	91.000	500	0.0028	0.015587	0.270798	0.022948	0.247849
87	86	20.700	500	0.0017	0.017511	0.276120	0.024283	0.251837
86	85	21.600	500	0.0027	0.018602	0.281642	0.025644	0.255999
85	84	34.700	500	0.0034	0.019459	0.289811	0.027128	0.262684
84	83	66.000	500	0.0025	0.020709	0.304289	0.028890	0.275399
83	82	60.000	500	0.0024	0.021962	0.317623	0.030665	0.286958
82	81	79.000	500	0.0033	0.022851	0.334824	0.032646	0.302178
81	80	73.500	500	0.0028	0.023906	0.350990	0.034653	0.316338
80	79	78.900	500	0.0093	0.024179	0.368310	0.036772	0.331538
79	78	64.600	500	0.0098	0.024445	0.382836	0.038852	0.343984

78	77	97.400	500	0.0095	0.024715	0.403995	0.041247	0.362748
77	76	96.000	600	0.0161	0.024884	0.425004	0.043761	0.381243
76	75	110.800	600	0.0138	0.025103	0.449071	0.046482	0.402589
75	74	30.600	600	0.0035	0.026032	0.457124	0.048640	0.408484
74	73	81.800	600	0.0048	0.026677	0.475496	0.051253	0.424243
73	72	61.000	600	0.0048	0.027322	0.489761	0.053766	0.435995
72	71	56.500	600	0.0210	0.027465	0.503180	0.056300	0.446880
71	70	61.800	600	0.0036	0.028365	0.517715	0.058928	0.458786
70	69	53.400	600	0.0039	0.029163	0.530619	0.061545	0.469074
69	68	34.700	600	0.0038	0.029980	0.539812	0.064053	0.475759
68	67	53.000	600	0.0020	0.031740	0.552714	0.066744	0.485970
67	66	52.480	600	0.0019	0.033519	0.565562	0.069481	0.496080
66	65	81.000	600	0.0225	0.033663	0.584187	0.072502	0.511685
65	64	46.900	600	0.0130	0.033900	0.596033	0.075313	0.520721
64	63	47.400	600	0.0036	0.034791	0.608026	0.078173	0.529852
63	62	98.300	600	0.0040	0.035551	0.630287	0.081497	0.548790
62	61	81.100	600	0.0049	0.036190	0.649183	0.084768	0.564415
61	60	81.100	600	0.0049	0.036828	0.668152	0.088113	0.580039
60	59	69.700	600	0.0057	0.037373	0.684906	0.091440	0.593467
59	58	98.200	600	0.0040	0.038132	0.707450	0.095065	0.612385
58	57	101.080	600	0.0039	0.038924	0.730664	0.098805	0.631859
57	56	42.550	600	0.0043	0.039638	0.742208	0.102152	0.640056
56	55	51.500	600	0.0114	0.039916	0.755590	0.105612	0.649978
55	54	54.700	600	0.0310	0.040060	0.769662	0.109146	0.660516
54	53	49.700	600	0.0019	0.041921	0.782778	0.112687	0.670091
53	52	52.300	700	0.0057	0.042468	0.796486	0.116319	0.680167
52	51	79.830	700	0.0039	0.043346	0.815784	0.120238	0.695546
51	50	96.132	700	0.0039	0.044227	0.838436	0.124370	0.714067
50	49	63.150	700	0.0047	0.044957	0.854534	0.128301	0.726233
49	48	25.900	700	0.0047	0.045688	0.863193	0.131971	0.731222
48	47	60.700	700	0.0025	0.047148	0.878881	0.135965	0.742917
47	46	54.350	700	0.0078	0.047593	0.893348	0.139961	0.753387
46	45	57.550	700	0.0018	0.049700	0.908508	0.144034	0.764475
45	44	74.450	700	0.0039	0.050595	0.927120	0.148302	0.778818
44	43	34.900	700	0.0043	0.051393	0.937836	0.152295	0.785541
43	42	66.400	700	0.0035	0.052363	0.954925	0.156592	0.798334
42	41	80.400	700	0.0040	0.053236	0.974895	0.161072	0.813823
41	40	88.180	700	0.0039	0.054121	0.996505	0.165694	0.830811
40	39	74.450	700	0.0037	0.055059	1.015430	0.170275	0.845154
39	38	47.000	400	0.0036	0.055777	0.174630	0.174630	0.180383
38	37	98.200	400	0.0057	0.056211	0.179413	0.179413	0.000000
37	36	43.500	500	0.0068	0.056615	0.183894	0.183894	0.000000
36	35	43.500	500	0.0018	0.058356	0.188415	0.188415	0.000000
35	34	106.400	500	0.0028	0.059426	0.193471	0.193471	0.000000

34	33	99.600	500	0.0030	0.060427	0.198568	0.198568	0.000000
33	32	102.500	500	0.0029	0.061457	0.203780	0.203780	0.000000
32	31	112.700	500	0.0029	0.062487	0.209166	0.209166	0.000000
31	30	103.900	500	0.0029	0.063532	0.214583	0.214583	0.000000
30	29	97.100	500	0.0031	0.064505	0.220045	0.220045	0.000000
29	28	82.200	500	0.0029	0.065546	0.225477	0.225477	0.000000
28	27	81.400	500	0.0029	0.066567	0.230977	0.230977	0.000000
27	26	87.000	500	0.0027	0.067662	0.236597	0.236597	0.000000
26	25	81.500	500	0.0031	0.068636	0.242250	0.242250	0.000000
25	24	70.400	500	0.0033	0.069523	0.247890	0.247890	0.000000
24	23	84.650	500	0.0028	0.070602	0.253706	0.253706	0.000000
23	22	83.000	500	0.0034	0.071472	0.259589	0.259589	0.000000
22	21	80.800	500	0.0103	0.071728	0.265531	0.265531	0.000000
21	20	31.900	500	0.0118	0.071960	0.271158	0.271158	0.000000
20	19	101.500	500	0.0058	0.072435	0.277364	0.277364	0.000000
19	18	17.000	600	0.0121	0.072696	0.283006	0.283006	0.000000
18	17	38.650	600	0.0079	0.073072	0.288841	0.288841	0.000000
17	16	28.750	600	0.0058	0.073600	0.294628	0.294628	0.000000
16	15	34.900	600	0.0025	0.074960	0.300491	0.300491	0.000000
15	14	47.200	600	0.0015	0.077317	0.306493	0.306493	0.000000
14	13	45.200	600	0.0027	0.078503	0.312521	0.312521	0.000000
13	12	74.800	600	0.0021	0.080113	0.318835	0.318835	0.000000
12	11	32.600	600	0.0016	0.082292	0.324865	0.324865	0.000000
11	10	37.200	600	0.0024	0.083698	0.330967	0.330967	0.000000
10	9	39.800	600	0.0018	0.085601	0.337121	0.337121	0.000000
9	8	36.050	600	0.0031	0.086653	0.343283	0.343283	0.000000
8	7	76.700	600	0.0031	0.087710	0.349816	0.349816	0.000000
7	6	58.900	600	0.0029	0.088827	0.356268	0.356268	0.000000
6	5	76.620	600	0.0040	0.089593	0.362918	0.362918	0.000000
5	4	79.480	600	0.0039	0.090405	0.369662	0.369662	0.000000
4	3	66.400	600	0.0038	0.091238	0.376370	0.376370	0.000000
3	2	55.700	600	0.0038	0.092057	0.383052	0.383052	0.000000
2	1	55.300	600	0.0041	0.092795	0.389779	0.389779	0.000000
1	d	20.530	700	0.0004	0.105658	0.396278	0.396278	0.000000

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Como se presumió desde un inicio el caudal hipotético que cumple con la velocidad mínima en los tramos es sumamente inferior al caudal global que se debió utilizar en el cálculo, pero muy cercano al caudal en los inicios de los tramos.

### 3.5.3. Comparación de la solicitud vs la capacidad para los caudales

Tabla 32.- Solicitud de caudal vs capacidad para caudal

POZO		SOLICITUD DE CAUDAL VS CAPACIDAD											
		CAUDAL CALCULADO											
		q calcu. Mix	solici	capac	CON	q calcu. AASS	solici	capac	CON	q calcu. AALL	solici	capac	CON
i	f	m3/seg				m3/seg				m3/seg			
109	108	0.0160	0.0160	2.0209	OK	0.0008	0.0008	2.0209	OK	0.0152	0.0152	2.0209	OK
108	107	0.0329	0.0329	0.1743	OK	0.0015	0.0015	0.1743	OK	0.0315	0.0315	0.1743	OK
107	106	0.0508	0.0508	0.2046	OK	0.0023	0.0023	0.2046	OK	0.0485	0.0485	0.2046	OK
106	105	0.0696	0.0696	0.5144	OK	0.0032	0.0032	0.5144	OK	0.0664	0.0664	0.5144	OK
105	104	0.0765	0.0765	1.7034	OK	0.0038	0.0038	1.7034	OK	0.0727	0.0727	1.7034	OK
104	103	0.0800	0.0800	2.5267	OK	0.0043	0.0043	2.5267	OK	0.0758	0.0758	2.5267	OK
103	102	0.0880	0.0880	1.4293	OK	0.0050	0.0050	1.4293	OK	0.0830	0.0830	1.4293	OK
102	101	0.1036	0.1036	0.3903	OK	0.0059	0.0059	0.3903	OK	0.0977	0.0977	0.3903	OK
101	100	0.1115	0.1115	0.2199	OK	0.0067	0.0067	0.2199	OK	0.1048	0.1048	0.2199	OK
100	99	0.1245	0.1245	0.2198	OK	0.0077	0.0077	0.2198	OK	0.1169	0.1169	0.2198	OK
99	98	0.1408	0.1408	1.1033	OK	0.0088	0.0088	1.1033	OK	0.1319	0.1319	1.1033	OK
98	97	0.1513	0.1513	0.3234	OK	0.0099	0.0099	0.3234	OK	0.1415	0.1415	0.3234	OK
97	96	0.1579	0.1579	0.3224	OK	0.0108	0.0108	0.3224	OK	0.1471	0.1471	0.3224	OK
96	95	0.1734	0.1734	0.3995	OK	0.0120	0.0120	0.3995	OK	0.1614	0.1614	0.3995	OK
95	94	0.1811	0.1811	0.5147	OK	0.0131	0.0131	0.5147	OK	0.1681	0.1681	0.5147	OK
94	93	0.1984	0.1984	0.5140	OK	0.0145	0.0145	0.5140	OK	0.1839	0.1839	0.5140	OK
93	92	0.2057	0.2057	0.4397	OK	0.0156	0.0156	0.4397	OK	0.1901	0.1901	0.4397	OK
92	91	0.2128	0.2128	0.3463	OK	0.0168	0.0168	0.3463	OK	0.1960	0.1960	0.3463	OK
91	90	0.2286	0.2286	0.2439	OK	0.0183	0.0183	0.2439	OK	0.2103	0.2103	0.2439	OK
90	89	0.2366	0.2366	0.3207	OK	0.0196	0.0196	0.3207	OK	0.2170	0.2170	0.3207	OK
89	88	0.2515	0.2515	0.3393	OK	0.0211	0.0211	0.3393	OK	0.2303	0.2303	0.3393	OK
88	87	0.2708	0.2708	0.2893	OK	0.0229	0.0229	0.2893	OK	0.2478	0.2478	0.2893	OK
87	86	0.2761	0.2761	0.2243	ER	0.0243	0.0243	0.2243	OK	0.2518	0.2518	0.2243	ER
86	85	0.2816	0.2816	0.2851	OK	0.0256	0.0256	0.2851	OK	0.2560	0.2560	0.2851	OK
85	84	0.2898	0.2898	0.3181	OK	0.0271	0.0271	0.3181	OK	0.2627	0.2627	0.3181	OK
84	83	0.3043	0.3043	0.2702	ER	0.0289	0.0289	0.2702	OK	0.2754	0.2754	0.2702	ER
83	82	0.3176	0.3176	0.2700	ER	0.0307	0.0307	0.2700	OK	0.2870	0.2870	0.2700	ER
82	81	0.3348	0.3348	0.3135	ER	0.0326	0.0326	0.3135	OK	0.3022	0.3022	0.3135	OK
81	80	0.3510	0.3510	0.2901	ER	0.0347	0.0347	0.2901	OK	0.3163	0.3163	0.2901	ER
80	79	0.3683	0.3683	0.5264	OK	0.0368	0.0368	0.5264	OK	0.3315	0.3315	0.5264	OK
79	78	0.3828	0.3828	0.5386	OK	0.0389	0.0389	0.5386	OK	0.3440	0.3440	0.5386	OK

78	77	0.4040	0.4040	0.5318	OK	0.0412	0.0412	0.5318	OK	0.3627	0.3627	0.5318	OK
77	76	0.4250	0.4250	1.1240	OK	0.0438	0.0438	1.1240	OK	0.3812	0.3812	1.1240	OK
76	75	0.4491	0.4491	1.0422	OK	0.0465	0.0465	1.0422	OK	0.4026	0.4026	1.0422	OK
75	74	0.4571	0.4571	0.5220	OK	0.0486	0.0486	0.5220	OK	0.4085	0.4085	0.5220	OK
74	73	0.4755	0.4755	0.6163	OK	0.0513	0.0513	0.6163	OK	0.4242	0.4242	0.6163	OK
73	72	0.4898	0.4898	0.6168	OK	0.0538	0.0538	0.6168	OK	0.4360	0.4360	0.6168	OK
72	71	0.5032	0.5032	1.2839	OK	0.0563	0.0563	1.2839	OK	0.4469	0.4469	1.2839	OK
71	70	0.5177	0.5177	0.5292	OK	0.0589	0.0589	0.5292	OK	0.4588	0.4588	0.5292	OK
70	69	0.5306	0.5306	0.5535	OK	0.0615	0.0615	0.5535	OK	0.4691	0.4691	0.5535	OK
69	68	0.5398	0.5398	0.5491	OK	0.0641	0.0641	0.5491	OK	0.4758	0.4758	0.5491	OK
68	67	0.5527	0.5527	0.3929	ER	0.0667	0.0667	0.3929	OK	0.4860	0.4860	0.3929	ER
67	66	0.5656	0.5656	0.3910	ER	0.0695	0.0695	0.3910	OK	0.4961	0.4961	0.3910	ER
66	65	0.5842	0.5842	1.3305	OK	0.0725	0.0725	1.3305	OK	0.5117	0.5117	1.3305	OK
65	64	0.5960	0.5960	1.0131	OK	0.0753	0.0753	1.0131	OK	0.5207	0.5207	1.0131	OK
64	63	0.6080	0.6080	0.5311	ER	0.0782	0.0782	0.5311	OK	0.5299	0.5299	0.5311	OK
63	62	0.6303	0.6303	0.5629	ER	0.0815	0.0815	0.5629	OK	0.5488	0.5488	0.5629	OK
62	61	0.6492	0.6492	0.6197	ER	0.0848	0.0848	0.6197	OK	0.5644	0.5644	0.6197	OK
61	60	0.6682	0.6682	0.6197	ER	0.0881	0.0881	0.6197	OK	0.5800	0.5800	0.6197	OK
60	59	0.6849	0.6849	0.6677	ER	0.0914	0.0914	0.6677	OK	0.5935	0.5935	0.6677	OK
59	58	0.7075	0.7075	0.5632	ER	0.0951	0.0951	0.5632	OK	0.6124	0.6124	0.5632	ER
58	57	0.7307	0.7307	0.5551	ER	0.0988	0.0988	0.5551	OK	0.6319	0.6319	0.5551	ER
57	56	0.7422	0.7422	0.5816	ER	0.1022	0.1022	0.5816	OK	0.6401	0.6401	0.5816	ER
56	55	0.7556	0.7556	0.9453	OK	0.1056	0.1056	0.9453	OK	0.6500	0.6500	0.9453	OK
55	54	0.7697	0.7697	1.5603	OK	0.1091	0.1091	1.5603	OK	0.6605	0.6605	1.5603	OK
54	53	0.7828	0.7828	0.3837	ER	0.1127	0.1127	0.3837	OK	0.6701	0.6701	0.3837	ER
53	52	0.7965	0.7965	1.0115	OK	0.1163	0.1163	1.0115	OK	0.6802	0.6802	1.0115	OK
52	51	0.8158	0.8158	0.8390	OK	0.1202	0.1202	0.8390	OK	0.6955	0.6955	0.8390	OK
51	50	0.8384	0.8384	0.8378	ER	0.1244	0.1244	0.8378	OK	0.7141	0.7141	0.8378	OK
50	49	0.8545	0.8545	0.9144	OK	0.1283	0.1283	0.9144	OK	0.7262	0.7262	0.9144	OK
49	48	0.8632	0.8632	0.9144	OK	0.1320	0.1320	0.9144	OK	0.7312	0.7312	0.9144	OK
48	47	0.8789	0.8789	0.6628	ER	0.1360	0.1360	0.6628	OK	0.7429	0.7429	0.6628	ER
47	46	0.8933	0.8933	1.1802	OK	0.1400	0.1400	1.1802	OK	0.7534	0.7534	1.1802	OK
46	45	0.9085	0.9085	0.5632	ER	0.1440	0.1440	0.5632	OK	0.7645	0.7645	0.5632	ER
45	44	0.9271	0.9271	0.8306	ER	0.1483	0.1483	0.8306	OK	0.7788	0.7788	0.8306	OK
44	43	0.9378	0.9378	0.8800	ER	0.1523	0.1523	0.8800	OK	0.7855	0.7855	0.8800	OK
43	42	0.9549	0.9549	0.7925	ER	0.1566	0.1566	0.7925	OK	0.7983	0.7983	0.7925	ER
42	41	0.9749	0.9749	0.8414	ER	0.1611	0.1611	0.8414	OK	0.8138	0.8138	0.8414	OK
41	40	0.9965	0.9965	0.8356	ER	0.1657	0.1657	0.8356	OK	0.8308	0.8308	0.8356	OK
40	39	1.0154	1.0154	0.8086	ER	0.1703	0.1703	0.8086	OK	0.8452	0.8452	0.8086	ER
39	38	0.1746	0.1804	0.1804	OK	0.1746	0.1746	0.1804	OK	0.1804	0.1804	0.1804	OK
38	37	0.1794	0.1852	0.2270	OK	0.1794	0.1794	0.2270	OK	0.0000	0.1804	0.2270	OK
37	36	0.1839	0.1896	0.4507	OK	0.1839	0.1839	0.4507	OK	0.0000	0.1804	0.4507	OK
36	35	0.1884	0.1942	0.2339	OK	0.1884	0.1884	0.2339	OK	0.0000	0.1804	0.2339	OK
35	34	0.1935	0.1992	0.2882	OK	0.1935	0.1935	0.2882	OK	0.0000	0.1804	0.2882	OK

34	33	0.1986	0.2043	0.2978	OK	0.1986	0.1986	0.2978	OK	0.0000	0.1804	0.2978	OK
33	32	0.2038	0.2095	0.2936	OK	0.2038	0.2038	0.2936	OK	0.0000	0.1804	0.2936	OK
32	31	0.2092	0.2149	0.2938	OK	0.2092	0.2092	0.2938	OK	0.0000	0.1804	0.2938	OK
31	30	0.2146	0.2203	0.2916	OK	0.2146	0.2146	0.2916	OK	0.0000	0.1804	0.2916	OK
30	29	0.2200	0.2258	0.3016	OK	0.2200	0.2200	0.3016	OK	0.0000	0.1804	0.3016	OK
29	28	0.2255	0.2312	0.2922	OK	0.2255	0.2255	0.2922	OK	0.0000	0.1804	0.2922	OK
28	27	0.2310	0.2367	0.2949	OK	0.2310	0.2310	0.2949	OK	0.0000	0.1804	0.2949	OK
27	26	0.2366	0.2423	0.2847	OK	0.2366	0.2366	0.2847	OK	0.0000	0.1804	0.2847	OK
26	25	0.2423	0.2480	0.3015	OK	0.2423	0.2423	0.3015	OK	0.0000	0.1804	0.3015	OK
25	24	0.2479	0.2536	0.3138	OK	0.2479	0.2479	0.3138	OK	0.0000	0.1804	0.3138	OK
24	23	0.2537	0.2595	0.2868	OK	0.2537	0.2537	0.2868	OK	0.0000	0.1804	0.2868	OK
23	22	0.2596	0.2653	0.3162	OK	0.2596	0.2596	0.3162	OK	0.0000	0.1804	0.3162	OK
22	21	0.2655	0.2713	0.5535	OK	0.2655	0.2655	0.5535	OK	0.0000	0.1804	0.5535	OK
21	20	0.2712	0.2769	0.5937	OK	0.2712	0.2712	0.5937	OK	0.0000	0.1804	0.5937	OK
20	19	0.2774	0.2831	0.4141	OK	0.2774	0.2774	0.4141	OK	0.0000	0.1804	0.4141	OK
19	18	0.2830	0.2888	0.9739	OK	0.2830	0.2830	0.9739	OK	0.0000	0.1804	0.9739	OK
18	17	0.2888	0.2946	0.7866	OK	0.2888	0.2888	0.7866	OK	0.0000	0.1804	0.7866	OK
17	16	0.2946	0.3004	0.6760	OK	0.2946	0.2946	0.6760	OK	0.0000	0.1804	0.6760	OK
16	15	0.3005	0.3062	0.4403	OK	0.3005	0.3005	0.4403	OK	0.0000	0.1804	0.4403	OK
15	14	0.3065	0.3122	0.3464	OK	0.3065	0.3065	0.3464	OK	0.0000	0.1804	0.3464	OK
14	13	0.3125	0.3183	0.4645	OK	0.3125	0.3125	0.4645	OK	0.0000	0.1804	0.4645	OK
13	12	0.3188	0.3246	0.4063	OK	0.3188	0.3188	0.4063	OK	0.0000	0.1804	0.4063	OK
12	11	0.3249	0.3306	0.3576	OK	0.3249	0.3249	0.3576	OK	0.0000	0.1804	0.3576	OK
11	10	0.3310	0.3367	0.4338	OK	0.3310	0.3310	0.4338	OK	0.0000	0.1804	0.4338	OK
10	9	0.3371	0.3429	0.3798	OK	0.3371	0.3371	0.3798	OK	0.0000	0.1804	0.3798	OK
9	8	0.3433	0.3490	0.4921	OK	0.3433	0.3433	0.4921	OK	0.0000	0.1804	0.4921	OK
8	7	0.3498	0.3556	0.4909	OK	0.3498	0.3498	0.4909	OK	0.0000	0.1804	0.4909	OK
7	6	0.3563	0.3620	0.4765	OK	0.3563	0.3563	0.4765	OK	0.0000	0.1804	0.4765	OK
6	5	0.3629	0.3687	0.5614	OK	0.3629	0.3629	0.5614	OK	0.0000	0.1804	0.5614	OK
5	4	0.3697	0.3754	0.5503	OK	0.3697	0.3697	0.5503	OK	0.0000	0.1804	0.5503	OK
4	3	0.3764	0.3821	0.5453	OK	0.3764	0.3764	0.5453	OK	0.0000	0.1804	0.5453	OK
3	2	0.3831	0.3888	0.5485	OK	0.3831	0.3831	0.5485	OK	0.0000	0.1804	0.5485	OK
2	1	0.3898	0.3955	0.5695	OK	0.3898	0.3898	0.5695	OK	0.0000	0.1804	0.5695	OK
1	d	0.3963	0.4020	0.2641	ER	0.3963	0.3963	0.2641	ER	0.0000	0.1804	0.2641	OK

Fuente.- Vincas Erika, Chávez Luis

Deja en evidencia los tramos donde existe error debido a la incapacidad de transportar la solicitud, dejando caudal retenido en esos tramos.

### 3.5.4. Verificación de los tramos que no cumplen a velocidad máxima, tolerable y mínima a tubo lleno

Tabla 33.- Tramos que no cumplen los límites de velocidad para tubo lleno

TRAMOS QUE NO CUMPLEN LOS LÍMITES DE VELOCIDAD PARA TUBO LLENO. n=0.009								
TRAM	POZOS		D	Pendi. S	V	Mini.	Tolera.	Maxi.
	I	F						
			mm		m/s	(0.6m/s)	(3.0m/s)	(5.0m/s)
A	B	C	F	H	L	M	N	O
109	109	108	1000	0.00340506	2.573			
108	108	107	400	0.00335706	1.387			
107	107	106	400	0.00462754	1.628			
106	106	105	400	0.02924406	4.094		X	
105	105	104	700	0.01621212	4.426		X	
104	104	103	700	0.03566879	6.565		X	X
103	103	102	700	0.01141333	3.714		X	
102	102	101	400	0.01683727	3.106		X	
101	101	100	500	0.00162602	1.120			
100	100	99	500	0.00162420	1.119			
99	99	98	500	0.04091954	5.619		X	X
98	98	97	500	0.00351515	1.647			
97	97	96	500	0.00349315	1.642			
96	96	95	500	0.00536486	2.035			
95	95	94	500	0.00890490	2.621			
94	94	93	500	0.00888078	2.618			
93	93	92	500	0.00650000	2.240			
92	92	91	500	0.00403226	1.764			
91	91	90	500	0.00200000	1.242			
90	90	89	500	0.00345714	1.633			
89	89	88	500	0.00386957	1.728			
88	88	87	500	0.00281319	1.473			
87	87	86	500	0.00169082	1.142			
86	86	85	500	0.00273148	1.452			
85	85	84	500	0.00340058	1.620			
84	84	83	500	0.00245455	1.376			
83	83	82	500	0.00245000	1.375			
82	82	81	500	0.00330380	1.597			
81	81	80	500	0.00282993	1.478			
80	80	79	500	0.00931559	2.681			
79	79	78	500	0.00975232	2.743			
78	78	77	500	0.00950719	2.708			
77	77	76	600	0.01606250	3.975		X	

76	76	75	600	0.01380866	3.686		X	
75	75	74	600	0.00346405	1.846			
74	74	73	600	0.00482885	2.180			
73	73	72	600	0.00483607	2.181			
72	72	71	600	0.02095575	4.541		X	
71	71	70	600	0.00355987	1.872			
70	70	69	600	0.00389513	1.958			
69	69	68	600	0.00383285	1.942			
68	68	67	600	0.00196226	1.390			
67	67	66	600	0.00194360	1.383			
66	66	65	600	0.02250617	4.706		X	
65	65	64	600	0.01304904	3.583		X	
64	64	63	600	0.00358650	1.879			
63	63	62	600	0.00402848	1.991			
62	62	61	600	0.00488286	2.192			
61	61	60	600	0.00488286	2.192			
60	60	59	600	0.00566714	2.361			
59	59	58	600	0.00403259	1.992			
58	58	57	600	0.00391769	1.963			
57	57	56	600	0.00430082	2.057			
56	56	55	600	0.01135922	3.343		X	
55	55	54	600	0.03095064	5.518		X	X
54	54	53	600	0.00187123	1.357			
53	53	52	700	0.00571702	2.628			
52	52	51	700	0.00393336	2.180			
51	51	50	700	0.00392169	2.177			
50	50	49	700	0.00467142	2.376			
49	49	48	700	0.00467181	2.376			
48	48	47	700	0.00245470	1.722			
47	47	46	700	0.00778289	3.067		X	
46	46	45	700	0.00177237	1.464			
45	45	44	700	0.00385494	2.158			
44	44	43	700	0.00432665	2.287			
43	43	42	700	0.00350904	2.059			
42	42	41	700	0.00395522	2.186			
41	41	40	700	0.00390111	2.171			
40	40	39	700	0.00365346	2.101			
39	39	38	400	0.00359574	1.435			
38	38	37	400	0.00569246	1.806			
37	37	36	500	0.00682759	2.295			
36	36	35	500	0.00183908	1.191			
35	35	34	500	0.00279135	1.468			
34	34	33	500	0.00298193	1.517			
33	33	32	500	0.00289756	1.495			

32	32	31	500	0.00290151	1.496			
31	31	30	500	0.00285852	1.485			
30	30	29	500	0.00305870	1.536			
29	29	28	500	0.00287105	1.488			
28	28	27	500	0.00292383	1.502			
27	27	26	500	0.00272414	1.450			
26	26	25	500	0.00305521	1.535			
25	25	24	500	0.00330966	1.598			
24	24	23	500	0.00276432	1.460			
23	23	22	500	0.00336145	1.610			
22	22	21	500	0.01029703	2.819			
21	21	20	500	0.01184953	3.024		X	
20	20	19	500	0.00576355	2.109			
19	19	18	600	0.01205882	3.445		X	
18	18	17	600	0.00786546	2.782			
17	17	16	600	0.00580870	2.391			
16	16	15	600	0.00246418	1.557			
15	15	14	600	0.00152542	1.225			
14	14	13	600	0.00274336	1.643			
13	13	12	600	0.00209893	1.437			
12	12	11	600	0.00162577	1.265			
11	11	10	600	0.00239247	1.534			
10	10	9	600	0.00183417	1.343			
9	9	8	600	0.00307906	1.741			
8	8	7	600	0.00306389	1.736			
7	7	6	600	0.00288625	1.685			
6	6	5	600	0.00400679	1.986			
5	5	4	600	0.00385003	1.946			
4	4	3	600	0.00378012	1.929			
3	3	2	600	0.00382406	1.940			
2	2	1	600	0.00412297	2.014			
1	1	d	700	0.00038967	0.686			

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Es condición necesaria cumplir con la velocidad máxima y mínima para el buen funcionamiento de la tubería y para el funcionamiento óptimo con la velocidad tolerable existen falencias demostradas en la tabla anterior de este criterio.

### 3.5.5. Verificación de velocidad según los caudales para colector mixto y caudal calculado solo por aporte de AA.SS

Tabla 34.- Velocidad mínima para caudal calculado solo AASS

1. VELOCIDAD MINIMA PARA CAUDAL CALCULADO MIXT SOLO AASS										
TRAMO	MIXT	TUBERIA		ANÁLISIS TUBERIA			VELOCIDAD TUBO PARCIALMENTE LLENO			MINI
	q diseño MIXT	LLENA		SOLICITUD	CAPACIDAD	RESULTADO	q/Q	v/V	v	
	ACUMU.	Q	V							
	m3/seg	m/seg	m3/seg	m3/seg	m3/seg			m/seg	0.3	
	AF	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	
109	0.00078	2.021	2.573	0.001	2.021	OK	0.000386	0.098800	0.254216	X
108	0.00148	0.174	1.387	0.001	0.174	OK	0.008503	0.261992	0.363377	
107	0.00229	0.205	1.628	0.002	0.205	OK	0.011195	0.284350	0.463041	
106	0.00321	0.514	4.094	0.003	0.514	OK	0.006241	0.238796	0.977545	
105	0.00381	1.703	4.426	0.004	1.703	OK	0.002239	0.175138	0.775205	
104	0.00429	2.527	6.565	0.004	2.527	OK	0.001698	0.160268	1.052221	
103	0.00497	1.429	3.714	0.005	1.429	OK	0.003481	0.200064	0.743004	
102	0.00594	0.390	3.106	0.006	0.390	OK	0.015208	0.311255	0.966813	
101	0.00669	0.220	1.120	0.007	0.220	OK	0.030402	0.381379	0.427185	
100	0.00768	0.220	1.119	0.008	0.220	OK	0.034924	0.397064	0.444506	
99	0.00884	1.103	5.619	0.009	1.103	OK	0.008016	0.257753	1.448329	
98	0.00986	0.323	1.647	0.010	0.323	OK	0.030490	0.381694	0.628616	
97	0.01076	0.322	1.642	0.011	0.322	OK	0.033379	0.392074	0.643686	
96	0.01204	0.399	2.035	0.012	0.399	OK	0.030136	0.380423	0.774005	
95	0.01307	0.515	2.621	0.013	0.515	OK	0.025403	0.361981	0.948851	
94	0.01452	0.514	2.618	0.015	0.514	OK	0.028244	0.373440	0.977561	
93	0.01564	0.440	2.240	0.016	0.440	OK	0.035572	0.399158	0.893921	
92	0.01679	0.346	1.764	0.017	0.346	OK	0.048474	0.436551	0.770028	
91	0.01830	0.244	1.242	0.018	0.244	OK	0.075025	0.494727	0.614580	
90	0.01957	0.321	1.633	0.020	0.321	OK	0.061021	0.466360	0.761688	
89	0.02114	0.339	1.728	0.021	0.339	OK	0.062307	0.469194	0.810739	
88	0.02295	0.289	1.473	0.023	0.289	OK	0.079327	0.502590	0.740476	
87	0.02428	0.224	1.142	0.024	0.224	OK	0.108274	0.549095	0.627182	
86	0.02564	0.285	1.452	0.026	0.285	OK	0.089961	0.520980	0.756341	
85	0.02713	0.318	1.620	0.027	0.318	OK	0.085292	0.513105	0.831152	
84	0.02889	0.270	1.376	0.029	0.270	OK	0.106915	0.547172	0.753020	
83	0.03067	0.270	1.375	0.031	0.270	OK	0.113589	0.556592	0.765275	

82	0.03265	0.313	1.597	0.033	0.313	OK	0.104135	0.543023	0.867006	
81	0.03465	0.290	1.478	0.035	0.290	OK	0.119432	0.564545	0.834227	
80	0.03677	0.526	2.681	0.037	0.526	OK	0.069853	0.484741	1.299609	
79	0.03885	0.539	2.743	0.039	0.539	OK	0.072133	0.489142	1.341796	
78	0.04125	0.532	2.708	0.041	0.532	OK	0.077560	0.499396	1.352599	
77	0.04376	1.124	3.975	0.044	1.124	OK	0.038932	0.409852	1.629367	
76	0.04648	1.042	3.686	0.046	1.042	OK	0.044599	0.426222	1.571074	
75	0.04864	0.522	1.846	0.049	0.522	OK	0.093181	0.526162	0.971397	
74	0.05125	0.616	2.180	0.051	0.616	OK	0.083161	0.509512	1.110609	
73	0.05377	0.617	2.181	0.054	0.617	OK	0.087174	0.516279	1.126200	
72	0.05630	1.284	4.541	0.056	1.284	OK	0.043851	0.424228	1.926352	
71	0.05893	0.529	1.872	0.059	0.529	OK	0.111360	0.553448	1.035807	
70	0.06155	0.554	1.958	0.062	0.554	OK	0.111188	0.553205	1.083009	
69	0.06405	0.549	1.942	0.064	0.549	OK	0.116655	0.560835	1.089134	
68	0.06674	0.393	1.390	0.067	0.393	OK	0.169885	0.623861	0.866865	
67	0.06948	0.391	1.383	0.069	0.391	OK	0.177700	0.631872	0.873810	
66	0.07250	1.331	4.706	0.073	1.331	OK	0.054491	0.451485	2.124608	
65	0.07531	1.013	3.583	0.075	1.013	OK	0.074336	0.493397	1.767954	
64	0.07817	0.531	1.879	0.078	0.531	OK	0.147179	0.598970	1.125189	
63	0.08150	0.563	1.991	0.081	0.563	OK	0.144775	0.596201	1.186995	
62	0.08477	0.620	2.192	0.085	0.620	OK	0.136778	0.586678	1.285945	
61	0.08811	0.620	2.192	0.088	0.620	OK	0.142176	0.593166	1.300164	
60	0.09144	0.668	2.361	0.091	0.668	OK	0.136954	0.586889	1.385873	
59	0.09506	0.563	1.992	0.095	0.563	OK	0.168792	0.622708	1.240399	
58	0.09880	0.555	1.963	0.099	0.555	OK	0.177986	0.632159	1.241157	
57	0.10215	0.582	2.057	0.102	0.582	OK	0.175627	0.629787	1.295551	
56	0.10561	0.945	3.343	0.106	0.945	OK	0.111728	0.553967	1.852010	
55	0.10915	1.560	5.518	0.109	1.560	OK	0.069951	0.484931	2.676082	
54	0.11269	0.384	1.357	0.113	0.384	OK	0.293721	0.729548	0.989925	
53	0.11632	1.012	2.628	0.116	1.012	OK	0.114991	0.558570	1.468177	
52	0.12024	0.839	2.180	0.120	0.839	OK	0.143303	0.594506	1.296148	
51	0.12437	0.838	2.177	0.124	0.838	OK	0.148448	0.600433	1.307125	
50	0.12830	0.914	2.376	0.128	0.914	OK	0.140315	0.590929	1.404027	
49	0.13197	0.914	2.376	0.132	0.914	OK	0.144322	0.595680	1.415377	
48	0.13596	0.663	1.722	0.136	0.663	OK	0.205128	0.658212	1.133654	
47	0.13996	1.180	3.067	0.140	1.180	OK	0.118586	0.563416	1.727888	
46	0.14403	0.563	1.464	0.144	0.563	OK	0.255732	0.700981	1.025888	
45	0.14830	0.831	2.158	0.148	0.831	OK	0.178540	0.632717	1.365633	
44	0.15229	0.880	2.287	0.152	0.880	OK	0.173064	0.627209	1.434182	
43	0.15659	0.792	2.059	0.157	0.792	OK	0.197594	0.651206	1.340998	
42	0.16107	0.841	2.186	0.161	0.841	OK	0.191439	0.645378	1.410964	
41	0.16569	0.836	2.171	0.166	0.836	OK	0.198295	0.651857	1.415347	
40	0.17028	0.809	2.101	0.170	0.809	OK	0.210570	0.663097	1.393303	
39	0.17463	0.180	1.435	0.175	0.180	OK	0.968108	1.049490	1.506480	

38	0.17941	0.227	1.806	0.179	0.227	OK	0.790502	0.985835	1.780513	
37	0.18389	0.451	2.295	0.184	0.451	OK	0.408044	0.803290	1.843755	
36	0.18841	0.234	1.191	0.188	0.234	OK	0.805541	0.991788	1.181454	
35	0.19347	0.288	1.468	0.193	0.288	OK	0.671398	0.935865	1.373467	
34	0.19857	0.298	1.517	0.199	0.298	OK	0.666705	0.933791	1.416432	
33	0.20378	0.294	1.495	0.204	0.294	OK	0.694095	0.945758	1.414145	
32	0.20917	0.294	1.496	0.209	0.294	OK	0.711953	0.953456	1.426626	
31	0.21458	0.292	1.485	0.215	0.292	OK	0.735864	0.963529	1.430978	
30	0.22005	0.302	1.536	0.220	0.302	OK	0.729484	0.960848	1.476117	
29	0.22548	0.292	1.488	0.225	0.292	OK	0.771534	0.978216	1.455970	
28	0.23098	0.295	1.502	0.231	0.295	OK	0.783185	0.982910	1.476343	
27	0.23660	0.285	1.450	0.237	0.285	OK	0.831127	1.001741	1.452337	
26	0.24225	0.301	1.535	0.242	0.301	OK	0.803556	0.991005	1.521578	
25	0.24789	0.314	1.598	0.248	0.314	OK	0.790024	0.985644	1.575104	
24	0.25371	0.287	1.460	0.254	0.287	OK	0.884725	1.021661	1.492103	
23	0.25959	0.316	1.610	0.260	0.316	OK	0.820909	0.997794	1.606946	
22	0.26553	0.553	2.819	0.266	0.553	OK	0.479769	0.856122	2.413177	
21	0.27116	0.594	3.024	0.271	0.594	OK	0.456715	0.830865	2.512339	
20	0.27736	0.414	2.109	0.277	0.414	OK	0.669851	0.935182	1.972143	
19	0.28301	0.974	3.445	0.283	0.974	OK	0.290581	0.727308	2.505276	
18	0.28884	0.787	2.782	0.289	0.787	OK	0.367214	0.778654	2.166165	
17	0.29463	0.676	2.391	0.295	0.676	OK	0.435870	0.819291	1.958674	
16	0.30049	0.440	1.557	0.300	0.440	OK	0.682524	0.940763	1.464879	
15	0.30649	0.346	1.225	0.306	0.346	OK	0.884804	1.021690	1.251697	
14	0.31252	0.465	1.643	0.313	0.465	OK	0.672760	0.936467	1.538577	
13	0.31883	0.406	1.437	0.319	0.406	OK	0.784674	0.983505	1.413385	
12	0.32487	0.358	1.265	0.325	0.358	OK	0.908442	1.030083	1.302825	
11	0.33097	0.434	1.534	0.331	0.434	OK	0.762928	0.974730	1.495522	
10	0.33712	0.380	1.343	0.337	0.380	OK	0.887540	1.022674	1.373859	
9	0.34328	0.492	1.741	0.343	0.492	OK	0.697536	0.947244	1.648753	
8	0.34982	0.491	1.736	0.350	0.491	OK	0.712567	0.953720	1.655931	
7	0.35627	0.476	1.685	0.356	0.476	OK	0.747709	0.968490	1.632100	
6	0.36292	0.561	1.986	0.363	0.561	OK	0.646447	0.924727	1.836101	
5	0.36966	0.550	1.946	0.370	0.550	OK	0.671732	0.936013	1.821791	
4	0.37637	0.545	1.929	0.376	0.545	OK	0.690215	0.944084	1.820741	
3	0.38305	0.548	1.940	0.383	0.548	OK	0.698423	0.947626	1.838163	
2	0.38978	0.569	2.014	0.390	0.569	OK	0.684441	0.941591	1.896497	
1	0.39628	0.264	0.686	0.396	0.264	ERROR	1.500538	1.500534	1.029705	

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Las aportaciones solo por caudal de aguas servidas son menores a las aportaciones solo por aguas lluvias y mixtas o combinadas, es decir no existen

complicaciones por velocidad mínima en las otras condiciones, ya que en condiciones de AA.SS únicamente en el primer tramo no cumple a velocidad mínima.

### 3.6. Biodigestor

#### 3.6.1. Realidad actual de los biodigestores

Los biodigestores una vez construidos empezaron a tratar el agua residual pero estos no completaron su disposición final ya que faltó una bomba que transportara el efluente de los biodigestores a los diferentes lugares donde iba a ser utilizada para riego (canchas, parques), por lo que el agua empezó a regresar a las cajas de revisión provocando rebocos y descargas. Siendo no aprovechadas para el fin con el que se propuso su construcción.

#### 3.6.2. Verificación de la población de diseño

La tabla 35 muestra la población existente en el 2013 vs la población considerada para el diseño de los biodigestores, donde la población en el 2013 en el biodigestor La Florita es mayor que la considerada para el análisis del diseño del biodigestor que se realizó en el apartado anterior.

En el sector San Agustín no tenemos una población en el 2013 ya que cuando se realizó el pre proyecto sólo se consideraron datos de los sectores que se encuentran a riberas del cauce el Río Muerto.

En el biodigestor Divino Niño se tiene una población en el 2013 menor que la considerada para el análisis del diseño del biodigestor Divino Niño 1 y 2.

Tabla 35.- Relación poblacional

POBLACIÓN POR SECTORES DE INFLUENCIA		
SECTORES	POBLACIÓN 2013	POBLACIÓN PARA DISEÑO DE BIODIGESTOR
La Florita	1255	1079
San Agustín	-	723
Divino Niño 1	956	994
Divino Niño 2		1988

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

### 3.6.3. Verificación de los biodigestores bajo las normas INEN

Los parámetros de construcción de los biodigestores cumplen con la norma CPE-INEN 5 parte 9-1:1992 donde nos dice:

- “La profundidad debe estar entre 3m y 3,5 m (recomendable 3 m)” (INEN, 1992).
- “La relación largo/ancho debe estar entre 3 y 10 (recomendable 4) y la relación largo/profundidad debe ser igual o menor que 30” (INEN, 1992).

### 3.6.4. Verificación el espesor del filtro de grava

Una vez calculado el espesor del filtro se lo compara con la altura de los filtros y nos damos cuenta que en el biodigestor La Florita cumple, mientras que en el biodigestor San Agustín, Divino Niño 1 y 2 no cumple.

Tabla 36.- Espesor del filtro

Biodigestor	h	Espesor de filtro
La Florita	2,50	1,52
San Agustín	2,00	2,86
Divino Niño 1	3,00	5,14
Divino Niño 2	3,00	3,51

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

### 3.7. Propuesta

La contaminación del río muerto por aguas residuales domésticas y la ineficacia de las obras hidráulicas implementadas para la disminución de la contaminación, sumado a la inobservancia de las autoridades y la poca preocupación de la colectividad, son motivo del diseño de criterios en pro mejora y amparados en el artículo 12, 14, 30, 71, 395, 411 de la constitución política de la república del Ecuador; el artículo 16, 22 de la ley de aguas; el artículo 45, 92 del T.U.L.A.S. Se establecen las siguientes propuestas:

### **3.7.1. Intervención del colector**

Los tramos que no cumplen con la velocidad máxima y tolerable deberán ser intervenidos para que cumplan con el objetivo planteado, la intervención será de tal manera en la que debe disminuir la pendiente para reducir la velocidad cuidando siempre la capacidad de transporte de caudal.

Implementación de instalaciones medidoras de caudal tipo Parshall, que deberán ser instalados en los límites de los sectores y entrega de efluentes con el objetivo de tener registros de caudal.

Los tramos donde existe retención de caudal deberán ser reemplazados por diámetro de tuberías mayores siempre cumpliendo con la velocidad mínima y máxima, sin afectar los tramos siguientes.

### **3.7.2. Rehabilitación de los biodigestores**

La implementación de los biodigestores dentro del sistema de recogida de aguas residuales deberá cumplir con dos objetivos:

- Actuar como tanque regulador de caudal para el colector
- Darle un tratamiento previo a las aguas recogidas de los sectores donde se ubican para descargarlos al colector

La desencadenante de los problemas ambientales en parte es consecuencia por la incapacidad de las estaciones de bombeo para trasladar las aguas residuales hasta la planta de tratamiento justificando así la implementación para poder regular los caudales de aportación a las estaciones de bombeo.

### **3.7.3. Construcción de un canal/vía sobre el río**

La implementación de un canal deberá cumplir con dos objetivos:

- En tiempo de invierno conducir las aguas de origen pluvial por el canal.
- En tiempo de verano que sirva como vía de acceso para la comunicación en el sector norte de la ciudad de Manta como vía alterna a las muy transitadas vía circunvalación y 4 de noviembre.

Para la implementación de esta estructura será necesario resolver el problema de descargas de aguas servidas de origen doméstico e industrial.

Al igual que en el caso del canal San Agustín se desecha la intención de convertirlo en vertedero, ya que una vía transitada es menos fácil convertirla en tal, para citar un ejemplo en caso de existir descargas de aguas servidas la localización de la misma será inmediata.

## CONCLUSIONES

En base al análisis de resultados de esta investigación, se puede concluir lo siguiente:

- Las poblaciones asentadas a las riberas del río de acuerdo al análisis de resultados de la encuesta, se ubican en zona de alto riesgo para su salud, muy a pesar de que manifestaron no presentar enfermedades por influencia del río, pero sí de reconocer las molestias generadas principalmente por el olor y afirmar que si incurre, incide o afecta las aguas que conduce el río. Siendo violentado sus derechos constitucionales expresados en el artículo 12 y 14 de la constitución de la república del Ecuador.
- El crecimiento urbano improvisado es la causante de la principal fuente de contaminación del río después de las descargas por aguas residuales industriales, que se dan en el inicio del río en la jurisdicción del cantón Montecristi.
- La población de los sectores de acuerdo a la pregunta 3, 4 y 5 de la encuesta no son los responsables de la contaminación del río por aguas residuales ni residuos sólidos, y en razón de la pregunta 10 el problema yace en las autoridades competentes como se observó y se registró en la fotografía la presencia de descarga de aguas servidas en el sector Divino Niño de una red de alcantarillado secundaria.
- Las propuestas de obras hidráulicas implementadas para dar solución a la contaminación ambiental en el Río Muerto plenamente identificados fueron: Canal, Colector y Biodigestor. El canal fue edificado para recuperar un espacio degradado por la contaminación de desechos sólidos en ese sector. El colector fue fabricado para recoger y conducir aguas residuales por los sectores que atraviesa. Los biodigestores fueron construidos para recoger y tratar las aguas residuales en los sectores.

- El canal de aguas pluviales no cumple la función para la cual fue diseñada, al ser corrompida en su utilización en la conducción de aguas servidas que descargan al Río Muerto. En tanto se concluye que la obra no fue efectiva. Violentando el artículo 6 de la ley de prevención y control de la contaminación ambiental y el artículo 92 del T.U.L.A.S o T.U.L.S.M.A.S, demostrada en la tabla 13 para p2, donde se aplica los límites de la norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua.
- El colector cumple parcialmente con su función. Tiene fallas en el diseño por incumplimiento de velocidades máximas a tubo lleno (en los tramos 104, 99 y 55) e insuficiencia en la capacidad de transporte (tramos 87, 84, 68, 67, 64 al 57, 54, 48, 46 al 40) para caudal calculado mixto, y descarga de aguas residual en el rio a través de los distribuidores de caudal de manera intermitente y esporádica.  
Las complicaciones que presenta el colector son complicaciones debido al aporte por aguas lluvias demostrada en la (comparación de la solicitud vs la capacidad para los caudales).  
Los distribuidores de caudal del colector están diseñados de tal forma que solo bajo condiciones de aportaciones por agua servida no permite descargas hacia el rio, en condición de aportación por AALL y combinada o mixta si lo hace, cumpliendo con la función para la cual fue diseñada, pero las descargas de estas aguas al ser reguladas por el T.U.L.A.S en la norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua, donde se indica la prohibición de descargas de efluentes hacia cuerpos de aguas severamente contaminados o de capacidad de carga nula o cercana a cero. Se concluye que la obra es parcialmente efectiva.
- El biodigestor La Florita no cumple ya que este fue diseñado para una población de 1079 habitantes cuando la población del sector en el año 2013 es de 1255 habitantes. Mientras que para los biodigestores San Agustín y Divino Niño 1 y 2 la población considera para el diseño si cumple ya que esta fue mayor a la población en el 2013.

Los biodigestores de San Agustín, Divino Niño 1 y 2 no cumplen con la capacidad de espesor del filtro, siendo el espesor construido menor que el espesor de diseño de acuerdo a la población, el Biodigestor La Florita cumple con este parámetro ya que su espesor de filtro construido es mayor al espesor diseñado. Por falla del diseño no fueron efectivos.

- Las Obras Hidráulicas Implementadas Para La Disminución De La Contaminación Del Rio Muerto No Fueron Efectivas.

## RECOMENDACIONES

- El Ministerio del Ambiente debe propiciar la creación de una comisión que vele por el cumplimiento de las normas para descarga de efluentes la misma que debería involucrar representantes de la sociedad civil de las zonas de influencia, representantes de las fábricas que tienen efluentes hacia el río y las autoridades competentes de acuerdo al COOTAD (prefectura, municipio y gobiernos parroquiales).
- EPAM como organismo de la autoridad competente debe:
  - Crear una base de datos donde se registre mensualmente los caudales del Río Muerto, caudales de descargas de origen municipal e industrial tal cual lo recomienda la norma INEN para analizar el comportamiento de la obra existente y contar con datos para futuros diseños.
  - Implementar o al menos contar con los servicios permanentes de análisis de agua residual para los parámetros físicos, químicos y biológicos con el objetivo de tener evidencia del cumplimiento de las normas, articulado con la comisión implementada por el ministerio del ambiente.
- El GAD deberá:
  - Eliminar la aportación de agua servida que transporta el canal de San Agustín o bien implementar el tratamiento adecuado a esas aguas de acuerdo al Art. 136 del C.O.O.T.A.D, realizar la limpieza de maleza externa del canal y los sedimentos acumulados dentro del canal.
  - Intervenir en los tramos del colector que no cumple con la velocidad máxima para tubo lleno y donde la capacidad es insuficiente para el transporte, con el cambio de la pendiente para reducir la velocidad máxima y en la capacidad insuficiente aumentar el diámetro de la tubería siempre cuidando la velocidad.
  - Rehabilitar los biodigestores con las correcciones necesarias y proyección futura para que estos le den un pre tratamiento a las aguas residuales provenientes de los sectores antes de que dichas aguas sean descargadas al colector.

Incentivar la educación de la población sobre la contaminación y los efectos que tiene en la salud humana y el medio ambiente, en especial énfasis de la contaminación por aguas residuales y también el conocimiento de la aplicación de las soluciones para resolver esta problemática más el cuidado del cual requiere las mismas.

- Realizar la misma investigación a los ríos Burro y Manta de la ciudad de Manta en donde existen también otras obras hidráulicas de la misma características como el caso del biodigestor ubicado en el monumento El Pescador. Además en otras ciudades del Ecuador.
- Estudiar otros tipos de materiales filtrantes para las cámaras de filtros de los biodigestores y no solo limitarse al ripio y el carbón vegetal o activado, como por ejemplo virutas de plástico reciclado, caparazón o exoesqueletos de los moluscos “caparazón de las conchas”, entre otros.
- Aprovechar la topografía de la zona alta de Manta para la implementación de nuevas rutas de colectores que no se limiten en su conducción hacia la planta de tratamiento no solamente a la orilla de los cauces de los ríos y que se prioricen su construcción en las avenidas principales con el objetivo principal de reducir las estaciones de bombeo.
- Estudiar las ventajas y desventajas de los sistemas mixtos o combinados para entrar en discusión técnica si es conveniente o no prohibir este sistema por medio de la legislación ecuatoriana
- Para quienes se sientan motivados en la investigación del comportamiento de los sistemas de recogida de aguas residuales en funcionamiento y sus efectos por un anormal comportamiento sobre el ambiente y los seres humanos se aconseja en caso de ser posible la verificación visual de la tubería de un tramo al azar o del que crea conveniente para la verdadera constatación del cumplimiento en los procedimientos que se debe cumplir cuando la tubería es enterrada.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguay, S. (2012). *Las aguas servidas y su incidencia en el buen vivir de los habitantes del caserío Jaloa- El Rosario, en el cantón Quero, provincia de Tungurahua*. Ambato, Ecuador: Tesis.
2. Akira, V. (2007). *Diseño del prototipo de una planta modular para tratamiento de aguas residuales*. Puerto de la Cruz: Tesis.
3. Anchundia, J., & Flores, B. (2012). *Estudio y diseño de una red de alcantarillado sanitario, aguas lluvias y una planta de tratamiento de aguas residuales para la ciudadela Villamarina, perteneciente al cantón Manta de la provincia de Manabí*. Manta, Ecuador: Tesis.
4. Araque, M., & Puga, M. (2010). *Hidráulico físico de vertederos como ayuda de aprendizaje de la materia de hidráulica*. Sangolqui, Ecuador: Sangolqui, ESPE, 2010.
5. Arce, J. (2011). *Diseño de un biodigestor para generar biogás y abono a partir de desechos orgánicos de animales aplicable en las zonas agrarias del Litoral*. Guayaquil, Ecuador: Tesis.
6. Barón, M. (2006). <http://www.monografias.com/trabajos11/agres/agres.shtml>.
7. Belmonte, C. (2009). *Monitoreo de la calidad del agua del río Caoní en el sector de Puerto Quito - Provincia de Pichincha*. Quito, Ecuador: Tesis.
8. Borja, M. (2011). *Diseño de una planta de tratamiento para aguas residuales de la ciudad de Guaranda*. Riobamba, Ecuador: Tesis.
9. Caza, R. (2009). *Reducción de la demanda química de oxígeno del agua de formación del terminal petrolero de Balao mediante la utilización de baterías para evitar la contaminación ambiental*. Quito, Ecuador: Tesis.

10. Cifuentes, D., & Marcela, A. (2013). *Estudio del sistema de tratamiento de lixiviados en el relleno sanitario de Lago Agrio*. Quito, Ecuador: Tesis.
11. *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización*. (2010). Registro oficial Suplemento N.- 303.
12. *Código Orgánico Integral Penal*. (2014). Quito, Ecuador.
13. *Constitución de la República del Ecuador*. (2008). Quito, Ecuador: Jurídica del Ecuador.
14. Espinoza, P., & Vintimilla, G. (2013). *Caracterización del comportamiento hidráulico de un tramo del río Calabí en el sector de toma utilizando un modelo matemático*. Cuenca, Ecuador: Tesis.
15. Freire, J. (2013). *Diseño de un tratamiento de aguas residuales para la comunidad de Nizag para el canton Alausi*. Riobamba, Ecuador: Tesis.
16. Gómez, J. (2006). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la comunidad de Huaycopungo*. Quito, Ecuador: Tesis.
17. INEN. (1992). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de agua residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. Quito, Ecuador.
18. INEN, 2. (1998). *Agua. Calidad del agua. Muestreo, manejo y conservación de muestras*. Quito, Ecuador.
19. INEN, 2. (1998). *Agua. Calidad del agua. Muestreo, técnicas de muestreo*. Quito, Ecuador.
20. Leiva, K. (2007). *Aguas Residuales*. Ecuador: Monografía.
21. León, M., & Lucero, A. (2009). *Estudio de Eichhornia crassipes, Lemna gibba y azolla filiculoides en el tratamiento biológico de aguas residuales domésticas en sistemas comunitarios y unifamiliares del canton cotacachi*. Ibarra, Ecuador: Tesis.

22. Levine, A., Tchobanoglous, G., & Asano, T. (1985). Characterization of the size distribution of contaminants in wastewater: treatment and reuse implications. *Journal of the Water Pollution Control Federation*.
23. *Ley de Aguas* . (2004). Registro oficial No. 339.
24. *Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental*. (2004). Registro oficial suplemento No. 418.
25. López, A. (2010). *Diseño y análisis de estabilidad hidráulica de tapetes articulados de concreto para protección de cauces* . Mexico, DF: Tesis.
26. López, R. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado*. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
27. Martínez, F., & Tibusay, Y. (2007). *Descripción de los tipos de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas*. Barcelona, España: Tesis.
28. *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua*. (2011).
29. Olivares, S. (2006). *Aplicación del programa Excel en la elaboración de un proyecto de alcantarillado sanitario*. Mexico D.F: Tesis.
30. Ortega, I. (2009). *Espectroscopia FTIR de absorción solar y lunar para la determinación en columna de CO en la capa de mezcla de la ciudad de Mexico*. Mexico: Tesis.
31. Palma, J., & Yikson, M. (2012). *Investigación del impacto ambiental que producen las aguas residuales de las lagunas de oxidación que son descargadas en el cauce del río Manta*. Manta, Ecuador: Tesis.
32. Paredes, C., & Sigüencia, A. (2012). *Integración de procesos de diseño para canales abiertos con recubrimiento de hormigón*. Riobamba, Ecuador: Tesis.
33. Quezada, A., Martínez, F., & Cazar, E. (2010). *Métodos y técnicas de indagación en ciencias médicas*. Azuay, Ecuador: Tesis.

34. Rocha, A. (1998). *Introducción a la Hidráulica Fluvial*. Lima, Perú.
35. Rojas, R. (2000). *Guía para realizar investigaciones sociales*. Ciudad de México, México: 1era edición Plaza y Valdés editores S.A.
36. Romero, I. (2007). *Comportamiento hidráulico en modelo reducido de t+uneles de sección portal trabajando a presión con rugosidad compuesta*. Mexico D.F: Tesis.
37. Saavedra, M. (2001). *Elaboración de tesis profesionales*. D.F, México: Pax México, Lib. Carlos Césarman, S.A.
38. Sparrow, E. (2008). *Hidráulica básica de canales*. Chimbote, Perú: Tesis.
39. T.U.L.A.S, T. u. (2011). *Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes*. Ecuador: Libro.
40. Tellez, L. (2004). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Chinchilla y puente vehicular para la colonia Los Laureles, municipio de Jalapa, Jalapa*. Jalapa, Guatemala: Tesis.
41. Tolentino, K. (2013). *Perdida de energía en cruces de tuberías*. Mexico. D.F: Tesis.
42. Torres, J. (2012). *Análisis de la producción, comercialización y rentabilidad de limón en el cantón Catamayo*. Loja, Ecuador: Tesis.
43. Torres, J., & Paredes, F. (2013). *Obras Hidraulicas*.
44. Torres, K., & Zuluaga, T. (2009). *Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos*. Medellin: Tesis.
45. Tuttillo, H. (2012). *Investigación basica para el dimensionamiento de un sistema de tratamiento aerobio de las aguas residuales domesticas del resinto "El Prado" parroquia Limonal cantón Daule-Guayas*. Guayas, Ecuador: Tesis.

46. Valencia, A. (2013). *Diseño de un sistema de tratamiento para las aguas residuales de la cabecera parroquial de San Luis provincia de Chimborazo*. Riobamba, Ecuador: Tesis.
47. Verdezoto, D. (2014). *Diseño de un biodigestor anaerobio para la producción de biogás a partir de las excretas de ganado vacuno, en la finca los Laureles en la comunidad Flor de Manduro*. Riobamba, Ecuador: Tesis.
48. Wark, K., & Warner, C. (1990). *Contaminación del aire, origen y control*. Limusa.
49. Xavier, E. (2009). *Reciclaje de residuos industriales*. Madrid: Diaz Santos.
50. Zurita, C. (2010). *Ordenanzas y políticas ambientales municipales para la prevención y control de la contaminación ambiental en la ciudad de guaranda*. Guaranda, Ecuador: Tesis.

## ANEXOS

- **Anexo 1.- Tablas primer capítulo.**

Tabla 37.- Condición general del agua residual

COLOR	DESCRIPCIÓN
Café claro	El agua lleva 6 horas después de la descarga
Gris claro	Aguas que han sufrido algún grado de descomposición o que han permanecido un tiempo cortó en los sistemas de recolección.
Gris claro o negro	Aguas sépticas que han sufrido una fuerte descomposición bacteria bajo condiciones anaeróbicas.

Fuente: (Palma & Yikson, 2012)

Tabla 38.- Medidas preventivas

<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>
Suministro de agua potable con una calidad química y bacteriológica aceptable (acueducto).
Adecuada disposición de excretas (alcantarillado).
Adecuada disposición de los residuos sólidos (relleno sanitario).
Limpieza de alimentos y pasteurización de la leche.
Control permanente de la calidad del agua.
Educación del público en los aspectos de higiene personal, saneamiento ambiental básico y jornadas de vacunación.

Fuente: (López R. , 2003)

Tabla 39.- Enfermedades hídricas

Enfermedad	Agente Etiológico
Fiebre tifoidea	Bacilo de Eberth
Fiebre paratifoidea	Salmonella paratyphi-A
Disentería bacilar	Genero Shigella
Cólera	Vibrio comma
Parálisis infantil	Virus
Parasitismo intestinal	Virus
Gastroenteritis	Microorganismo
Hepatitis infecciosa	Virus
Disentería amibiana	Entamoebahistolytica

Fuente: (López R. , 2003)

Tabla 40.- Coeficiente de rugosidad de Manning (n) para canales artificiales.

Tipo de canal	Mínimo	Normal	Máximo
<b><u>Canales artificiales</u></b>			
Metal			
Superficie lisa de acero			
Sin pintar	0,011	0,012	0,014
Pintada	0,012	0,013	0,017
Corrugada	0,021	0,025	0,03
No metal			
Cemento			
Bien acabado	0,01	0,011	0,013
Mortero	0,011	0,013	0,015
Concreto			
Acabado con llana	0,011	0,013	0,015
Acabado con plana	0,013	0,015	0,016
Acabado con grava gruesa en el fondo	0,015	0,017	0,02
Sin acabar	0,014	0,017	0,02
Lanzado sección uniforme	0,016	0,019	0,023
Lanzado sección ondulada	0,018	0,022	0,025
Sobre roca bien excavada	0,017	0,02	-----
Sobre roca irregular	0,022	0,027	-----
Fondo de concreto con lados de			
Piedra cubierta con mortero	0,015	0,017	0,02
Piedra con mortero	0,017	0,02	0,024
Muros con pasta de cemento	0,016	0,02	0,024
Muros con cemento	0,02	0,025	0,03
Fondo de grava con lados de			
Concreto	0,017	0,02	0,025
Piedra con mortero	0,02	0,023	0,026
Mampostería			
Piedra y cemento	0,017	0,025	0,03
<b><u>Excavados o dragados</u></b>			
General			
Dragado			
Sin vegetación	0,025	0,028	0,033
Maleza ligera en la orilla	0,035	0,05	0,06
Corte en roca			

Liso y uniforme	0,025	0,035	0,04
Desigual e irregular	0,035	0,04	0,05
Canales sin mantenimiento, hierba y maleza sin cortar			
Hierba densa, alta como la profundidad del flujo	0,05	0,08	0,12
Fondo limpio con arbustos a los lados	0,04	0,05	0,08
Arbustos	0,045	0,07	0,11
Hierba densa y alta	0,08	0,1	0,14

Fuente: (Romero, 2007)

Tabla 41.- Taludes recomendados en canales.

CLASE DE MATERIAL			
Material	Talud	Valor del talud (m)	Valor de $\phi$
Roca sana no alterada	0:0.25	$m=0/0.25=0$	90°
Roca estratificada ligeramente alterada	0.25:0.50	$m=0.25/0.5=0.5$	63° 43'
Rocas alteradas, tapete duro	1:1.10	$m=1/1=1$	45°
Arcilla densa o tierra con revestimiento de concretos	0.50:1	$m=0.5/1=0.5$	63° 43'
Suelo limoso-arenoso o con grava gruesa	1:1.5	$m=1/1.5=0.67$	56° 58'
Arenisca blanda	1.5:2.0	$m=1.5/1=1.5$	53° 13'
Limo arcilloso	0.75:1.0	$m=0.75/1.0=0.75$	53° 13'
Limo arenoso	0.4:1	$m=1.5/1=1.5$	53° 13'
Material poco estable, arena y tierra arenosa	1:1.0	$m=2/1=2$	26° 56'
Mampostería	1.25:1	$m=0.4/1=0.4$	68° 19'
Concreto	1:1.0	$m=1/1=1$	45°
	1.25:1	$m=1.25/1=1.25$	38° 65'
Tierra algo arcillosa	1.5:1	$m=1.5/1=1.5$	33° 69'

Fuente: (Paredes & Siguencia, 2012)

Tabla 42.- Velocidad en función de la pendiente, según su utilidad

Tipo de canal	Pendientes límite
Canales de navegación	Hasta 0.00025
Canales industriales	0.0004 a 0.0005
Canales de riego pequeños	0.0006 a 0.0008
Canales de riego grandes	0.0002 a 0.0005
Acueductos de agua potable	0.00015 a 0.001

Fuente: (Paredes & Siguencia, 2012)

Tabla 43.- Velocidades máximas y mínimas

MATERIAL DE LA TUBERÍA	VELOCIDAD (m/seg)	
	MÁXIMA	MÍNIMA
Concreto simple hasta 45cm. de diámetro	3,00	0,30
Concreto reforzado de 60cm. de diámetro o mayores	3,50	0,30
Concreto presforzado	3,50	0,30
Acero con revestimiento	5,00	0,30
Acero sin revestimiento	5,00	0,30
Acero galvanizado	5,00	0,30
Fierro fundido	5,00	0,30
Fierro dúctil	5,00	0,30
Polietileno de alta densidad	5,00	0,30
PVC (policloruro de vinilo)	5,00	0,30

Fuente: (Olivares, 2006)

Tabla 44.- Valores del coeficiente de Manning para diferentes tipos de tubería

Material de Tubería	N
Asbesto cemento	0,01
Concreto liso	0,012
Concreto áspero	0,016
Acero galvanizado	0,014
Fierro fundido	0,013
Acero soldado sin revestimiento	0,014
Acero soldado con revestimiento interior a base de resinas epóxicas o similar	0,011
Plástico PVC	0,009

Fuente: (Tolentino, 2013)

Tabla 45.- Relaciones hidráulicas

RELACIONES HIDRAULICAS													
d	D	K	$\alpha$	$\alpha^\circ$	A/D <sup>2</sup>	Pm/D	Rh/D	a/A	N/n	n/N	rhp/Rhp	v/V	q/Q
1	100	0,01	0,4007	22,9567	0,0013	0,2003	0,0066	0,00169	0,8178	1,222793	0,02654	0,072767	0,000123
2	100	0,02	0,5676	32,5204	0,0037	0,2838	0,0132	0,00477	0,8153	1,226542	0,05283	0,114797	0,000548
3	100	0,03	0,6963	39,8969	0,0069	0,3482	0,0197	0,00874	0,8128	1,230315	0,07888	0,149491	0,001307
4	100	0,04	0,8054	46,1478	0,0105	0,4027	0,0262	0,01342	0,8104	1,233959	0,10467	0,179986	0,002415
5	100	0,05	0,9021	51,6839	0,0147	0,4510	0,0326	0,01869	0,8081	1,237471	0,13020	0,207595	0,003881
6	100	0,06	0,9899	56,7153	0,0192	0,4949	0,0389	0,02450	0,8059	1,240849	0,15549	0,233032	0,005708
7	100	0,07	1,0711	61,3668	0,0242	0,5355	0,0451	0,03077	0,8038	1,244091	0,18052	0,256744	0,007901
8	100	0,08	1,1470	65,7198	0,0294	0,5735	0,0513	0,03748	0,8018	1,247194	0,20530	0,279032	0,010458
9	100	0,09	1,2188	69,8304	0,0350	0,6094	0,0575	0,04458	0,7998	1,250313	0,22982	0,300080	0,013377
10	100	0,1	1,2870	73,7398	0,0409	0,6435	0,0635	0,05204	0,7980	1,253133	0,25408	0,320123	0,016660
11	100	0,11	1,3523	77,4788	0,0470	0,6761	0,0695	0,05985	0,7962	1,255966	0,27809	0,339215	0,020302
12	100	0,12	1,4150	81,0716	0,0534	0,7075	0,0755	0,06797	0,7946	1,258495	0,30183	0,357541	0,024303
13	100	0,13	1,4755	84,5372	0,0600	0,7377	0,0813	0,07639	0,7930	1,261034	0,32532	0,375100	0,028655
14	100	0,14	1,5340	87,8910	0,0668	0,7670	0,0871	0,08509	0,7915	1,263424	0,34855	0,392004	0,033357
15	100	0,15	1,5908	91,1460	0,0739	0,7954	0,0929	0,09406	0,7901	1,265663	0,37151	0,408316	0,038406
16	100	0,16	1,6461	94,3127	0,0811	0,8230	0,0986	0,10328	0,7888	1,267748	0,39421	0,424085	0,043798
17	100	0,17	1,7000	97,4003	0,0885	0,8500	0,1042	0,11273	0,7876	1,269680	0,41665	0,439359	0,049528
18	100	0,18	1,7526	100,4164	0,0961	0,8763	0,1097	0,12240	0,7865	1,271456	0,43882	0,454176	0,055592
19	100	0,19	1,8041	103,3677	0,1039	0,9021	0,1152	0,13229	0,7854	1,273237	0,46073	0,468511	0,061979
20	100	0,2	1,8546	106,2602	0,1118	0,9273	0,1206	0,14238	0,7845	1,274697	0,48237	0,482515	0,068700
21	100	0,21	1,9041	109,0989	0,1199	0,9521	0,1259	0,15266	0,7836	1,276161	0,50374	0,496093	0,075733
22	100	0,22	1,9528	111,8884	0,1281	0,9764	0,1312	0,16312	0,7829	1,277302	0,52484	0,509395	0,083092
23	100	0,23	2,0007	114,6327	0,1365	1,0004	0,1364	0,17375	0,7822	1,278445	0,54566	0,522318	0,090754
24	100	0,24	2,0479	117,3355	0,1449	1,0239	0,1416	0,18455	0,7816	1,279427	0,56622	0,534944	0,098724
25	100	0,25	2,0944	120,0000	0,1535	1,0472	0,1466	0,19550	0,7811	1,280246	0,58650	0,547294	0,106996
26	100	0,26	2,1403	122,6292	0,1623	1,0701	0,1516	0,20660	0,7807	1,280902	0,60651	0,559384	0,115569
27	100	0,27	2,1856	125,2258	0,1711	1,0928	0,1566	0,21784	0,7804	1,281394	0,62624	0,571232	0,124436
28	100	0,28	2,2304	127,7922	0,1800	1,1152	0,1614	0,22921	0,7802	1,281723	0,64570	0,582852	0,133594
29	100	0,29	2,2747	130,3308	0,1890	1,1374	0,1662	0,24070	0,7800	1,282051	0,66487	0,594182	0,143021
30	100	0,3	2,3186	132,8436	0,1982	1,1593	0,1709	0,25232	0,7800	1,282051	0,68376	0,605386	0,152748
31	100	0,31	2,3620	135,3326	0,2074	1,1810	0,1756	0,26404	0,7800	1,282051	0,70238	0,616322	0,162733
32	100	0,32	2,4051	137,7996	0,2167	1,2025	0,1802	0,27587	0,7802	1,281723	0,72070	0,627158	0,173013
33	100	0,33	2,4478	140,2463	0,2260	1,2239	0,1847	0,28780	0,7804	1,281394	0,73874	0,637745	0,183540
34	100	0,34	2,4901	142,6742	0,2355	1,2451	0,1891	0,29981	0,7807	1,280902	0,75650	0,648172	0,194331
35	100	0,35	2,5322	145,0848	0,2450	1,2661	0,1935	0,31192	0,7811	1,280246	0,77397	0,658448	0,205382
36	100	0,36	2,5740	147,4796	0,2546	1,2870	0,1978	0,32410	0,7816	1,279427	0,79114	0,668582	0,216690
37	100	0,37	2,6155	149,8599	0,2642	1,3078	0,2020	0,33636	0,7822	1,278445	0,80803	0,678581	0,228250
38	100	0,38	2,6569	152,2269	0,2739	1,3284	0,2062	0,34869	0,7829	1,277302	0,82462	0,688453	0,240057
39	100	0,39	2,6980	154,5819	0,2836	1,3490	0,2102	0,36108	0,7836	1,276161	0,84091	0,698116	0,252077
40	100	0,4	2,7389	156,9261	0,2934	1,3694	0,2142	0,37353	0,7845	1,274697	0,85691	0,707753	0,264367

41	100	0,41	2,7796	159,2605	0,3032	1,3898	0,2182	0,38603	0,7854	1,273237	0,87260	0,717191	0,276857
42	100	0,42	2,8202	161,5862	0,3130	1,4101	0,2220	0,39858	0,7865	1,271456	0,88800	0,726617	0,289613
43	100	0,43	2,8607	163,9043	0,3229	1,4303	0,2258	0,41117	0,7876	1,269680	0,90308	0,735854	0,302557
44	100	0,44	2,9010	166,2158	0,3328	1,4505	0,2295	0,42379	0,7888	1,267748	0,91787	0,744996	0,315721
45	100	0,45	2,9413	168,5217	0,3428	1,4706	0,2331	0,43644	0,7901	1,265663	0,93234	0,754048	0,329100
46	100	0,46	2,9814	170,8229	0,3527	1,4907	0,2366	0,44912	0,7915	1,263424	0,94651	0,763015	0,342689
47	100	0,47	3,0215	173,1204	0,3627	1,5108	0,2401	0,46183	0,7930	1,261034	0,96036	0,771901	0,356484
48	100	0,48	3,0616	175,4151	0,3727	1,5308	0,2435	0,47454	0,7946	1,258495	0,97389	0,780708	0,370479
49	100	0,49	3,1016	177,7080	0,3827	1,5508	0,2468	0,48727	0,7962	1,255966	0,98711	0,789341	0,384621
50	100	0,5	3,1416	180,0000	0,3927	1,5708	0,2500	0,50000	0,7980	1,253133	1,00000	0,798000	0,399000
51	100	0,51	3,1816	182,2920	0,4027	1,5908	0,2531	0,51273	0,7998	1,250313	1,01257	0,806488	0,413512
52	100	0,52	3,2216	184,5849	0,4127	1,6108	0,2562	0,52546	0,8018	1,247194	1,02481	0,815009	0,428253
53	100	0,53	3,2617	186,8796	0,4227	1,6308	0,2592	0,53817	0,8038	1,244091	1,03672	0,823361	0,443112
54	100	0,54	3,3018	189,1771	0,4327	1,6509	0,2621	0,55088	0,8059	1,240849	1,04830	0,831647	0,458134
55	100	0,55	3,3419	191,4783	0,4426	1,6710	0,2649	0,56356		#jDIV/0!	1,05955	0,000000	0,000000
56	100	0,56	3,3822	193,7842	0,4526	1,6911	0,2676	0,57621		#jDIV/0!	1,07045	0,000000	0,000000
57	100	0,57	3,4225	196,0957	0,4625	1,7113	0,2703	0,58883	0,8128	1,230315	1,08101	0,856122	0,504114
58	100	0,58	3,4630	198,4138	0,4724	1,7315	0,2728	0,60142	0,8153	1,226542	1,09122	0,864154	0,519722
59	100	0,59	3,5036	200,7395	0,4822	1,7518	0,2753	0,61397	0,8178	1,222793	1,10107	0,872017	0,535392
60	100	0,6	3,5443	203,0739	0,4920	1,7722	0,2776	0,62647	0,8205	1,218769	1,11058	0,879922	0,551245
61	100	0,61	3,5852	205,4181	0,5018	1,7926	0,2799	0,63892	0,8232	1,214772	1,11972	0,887656	0,567140
62	100	0,62	3,6263	207,7731	0,5115	1,8132	0,2821	0,65131	0,8261	1,210507	1,12850	0,895432	0,583203
63	100	0,63	3,6676	210,1401	0,5212	1,8338	0,2842	0,66364	0,8290	1,206273	1,13690	0,903034	0,599286
64	100	0,64	3,7092	212,5204	0,5308	1,8546	0,2862	0,67590	0,8320	1,201923	1,14494	0,910566	0,615448
65	100	0,65	3,7510	214,9152	0,5404	1,8755	0,2881	0,68808	0,8351	1,197461	1,15259	0,918026	0,631677
66	100	0,66	3,7931	217,3258	0,5499	1,8965	0,2900	0,70019	0,8383	1,192890	1,15986	0,925414	0,647962
67	100	0,67	3,8354	219,7537	0,5594	1,9177	0,2917	0,71220	0,8416	1,188213	1,16673	0,932724	0,664291
68	100	0,68	3,8781	222,2004	0,5687	1,9391	0,2933	0,72413	0,8450	1,183432	1,17321	0,939955	0,680651
69	100	0,69	3,9212	224,6674	0,5780	1,9606	0,2948	0,73596	0,8484	1,178689	1,17928	0,946990	0,696947
70	100	0,7	3,9646	227,1564	0,5872	1,9823	0,2962	0,74768	0,8520	1,173709	1,18494	0,954048	0,713326
71	100	0,71	4,0085	229,6692	0,5964	2,0042	0,2975	0,75930	0,8556	1,168770	1,19018	0,960900	0,729609
72	100	0,72	4,0528	232,2078	0,6054	2,0264	0,2987	0,77079	0,8594	1,163603	1,19499	0,967767	0,745947
73	100	0,73	4,0976	234,7742	0,6143	2,0488	0,2998	0,78216	0,8632	1,158480	1,19936	0,974415	0,762150
74	100	0,74	4,1429	237,3708	0,6231	2,0715	0,3008	0,79340	0,8671	1,153270	1,20328	0,980951	0,778287
75	100	0,75	4,1888	240,0000	0,6319	2,0944	0,3017	0,80450	0,8711	1,147974	1,20675	0,987368	0,794337
76	100	0,76	4,2353	242,6645	0,6405	2,1176	0,3024	0,81545	0,8752	1,142596	1,20975	0,993657	0,810278
77	100	0,77	4,2825	245,3673	0,6489	2,1412	0,3031	0,82625	0,8794	1,137139	1,21226	0,999809	0,826090
78	100	0,78	4,3304	248,1116	0,6573	2,1652	0,3036	0,83688	0,8837	1,131606	1,21428	1,005814	0,841746
79	100	0,79	4,3791	250,9011	0,6655	2,1895	0,3039	0,84734	0,8880	1,126126	1,21579	1,011545	0,857125
80	100	0,8	4,4286	253,7398	0,6736	2,2143	0,3042	0,85762	0,8925	1,120448	1,21677	1,017219	0,872389
81	100	0,81	4,4791	256,6323	0,6815	2,2395	0,3043	0,86771	0,8970	1,114827	1,21721	1,022594	0,887315
82	100	0,82	4,5306	259,5836	0,6893	2,2653	0,3043	0,87760	0,9017	1,109016	1,21708	1,027880	0,902065
83	100	0,83	4,5832	262,5997	0,6969	2,2916	0,3041	0,88727	0,9064	1,103266	1,21637	1,032833	0,916405
84	100	0,84	4,6371	265,6873	0,7043	2,3186	0,3038	0,89672	0,9112	1,097454	1,21504	1,037546	0,930393

85	100	0,85	4,6924	268,8540	0,7115	2,3462	0,3033	0,90594	0,9161	1,091584	1,21307	1,041997	0,943986
86	100	0,86	4,7492	272,1090	0,7186	2,3746	0,3026	0,91491	0,9211	1,085658	1,21042	1,046158	0,957136
87	100	0,87	4,8077	275,4628	0,7254	2,4039	0,3018	0,92361	0,9262	1,079680	1,20705	1,050000	0,969787
88	100	0,88	4,8682	278,9284	0,7320	2,4341	0,3007	0,93203	0,9314	1,073653	1,20292	1,053486	0,981878
89	100	0,89	4,9309	282,5212	0,7384	2,4655	0,2995	0,94015	0,9366	1,067692	1,19798	1,056461	0,993232
90	100	0,9	4,9962	286,2602	0,7445	2,4981	0,2980	0,94796	0,9420	1,061571	1,19215	1,059101	1,003981
91	100	0,91	5,0644	290,1696	0,7504	2,5322	0,2963	0,95542	0,9474	1,055520	1,18535	1,061118	1,013815
92	100	0,92	5,1362	294,2802	0,7560	2,5681	0,2944	0,96252	0,9530	1,049318	1,17748	1,062660	1,022834
93	100	0,93	5,2121	298,6332	0,7612	2,6061	0,2921	0,96923	0,9586	1,043188	1,16840	1,063402	1,030679
94	100	0,94	5,2933	303,2847	0,7662	2,6467	0,2895	0,97550	0,9643	1,037022	1,15793	1,063325	1,037278
95	100	0,95	5,3811	308,3161	0,7707	2,6906	0,2865	0,98131	0,9701	1,030822	1,14581	1,062243	1,042387
96	100	0,96	5,4778	313,8522	0,7749	2,7389	0,2829	0,98658	0,9760	1,024590	1,13165	1,059881	1,045661
97	100	0,97	5,5869	320,1031	0,7785	2,7934	0,2787	0,99126	0,9820	1,018330	1,11481	1,055791	1,046562
98	100	0,98	5,7156	327,4796	0,7816	2,8578	0,2735	0,99523	0,9881	1,012043	1,09406	1,049127	1,044119
99	100	0,99	5,8825	337,0433	0,7841	2,9413	0,2666	0,99831	0,9942	1,005834	1,06630	1,037675	1,035918
100	100	1	#DIV/0!	#DIV/0!				0,00000	1,0005	0,999500	0,00000	#DIV/0!	0,000000

Fuente: Vines Erika, Chávez Luis.

Tabla 46.- Límite de descarga al sistema de alcantarillado público.

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Ácidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables		mg/l	Cero
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO3	mg/l	0,1
Caudal máximo		l/s	1,5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado
Cianuro total	CN'	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O5	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fosforo total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos totales de Petróleo	TPH	mg/l	20

Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	PH		5,0-9
Sólidos sedimentables		mg/l	20
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO4-	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Compuestos organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales	mg/l	0,1
Vanadio	Visible	mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	10

Fuente: (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011)

Tabla 47.- Límite de descarga a un cuerpo de agua dulce (*Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011*).

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2
Boro total	B	mg/l	2
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN´	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl´	mg/l	1000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes fecales	Nmp/100 ml		Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Demanda bioquímica de oxígeno (5días)	D.B.O5.	mg/l	100
Demanda química de oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo total	P	mg/l	10
Hierro total	Fenol	mg/l	10,0
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	20,0

Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles	mg/l	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/l	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH	mg/l	5,0 - 9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos sedimentables		mg/l	1,0
Sólidos suspendidos totales		mg/l	100,0
Sólidos totales		mg/l	1600
Sulfatos	SO <sub>4</sub>	mg/l	1000
Sulfitos	SO <sub>3</sub>	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C	mg/l	< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn		5,0

Fuente: (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011)

Tabla 48.- Límite de descarga a un cuerpo de agua marina (*Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011*).

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasa		mg/l	0,3
Arsénico total	As	mg/l	0,5
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,2
Cianuro total Cobre	CN´	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes fecales	mmp/100 ml		Remoción > al 99,9%
Color real	Color real	mg/l	Inapreciable en dilución: 1/20
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	D.B.O5	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O	mg/l	250
Fósforo Total	P	mg/l	10
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	20,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2
Nitrógeno Total kjedahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	PH		6,0-9
Selenio	Se	mg/l	0,2
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1

Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,25
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Zinc	Zn	mg/l	10

Fuente: (Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2011)

• Anexo 2, tablas y figuras capítulo 2.

Tabla 49.- Ficha de observación

FICHA	OBRA HIDRÁULICA	JURISDICCIÓN	FECHA	ESTADO CLIMÁTICO				DESCRIPCIÓN					
				TEMPR. AMBIENTE	VELO. VIENTO	INTEN. SOL	LLUVIA	ESTADO APARENTE DE LA OBRA	ESTADO OPERATIVO	ESTADO ACTUAL DE LA OPERATIVIDAD	ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA INTERNA	ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA EXTERNA	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS
				dd/mm/aa	°c	m/seg	1/2/3	SINO	EXCELE/BUENA/MALA	SINO			
1	ALCANTARILLADO SANITARIO	MANTA	24/11/2014	25	SD	2 ✓	NO	BUENA	SI	Existe agua transportandose en su interior. Presencia de sedimentos en pozos de	SD (Imposible el acceso)	Inexistencia de tapas de acceso de hf en las tapas de hormigón de los pozos de revisión. Un total de 9 Incorrecto confinamiento de la tapa en el	Pozo de revisión Tubería de pvc Distribuidor de caudal
2	BIODIGESTOR 1	MANTA, LOS ESTEROS, DIVINO NIÑO.	25/11/2014	20	SD	1 ✓	NO	BUENA	NO	No operativo completamente Existencia de agua represada en camaras.	Paredes impermeables, sin fisuras ni grietas. Losa de cimentación sin fisura Sin maquinaria (bombas y flotadores)	Losa de cubierta sin grietas ni fisuras Tapas de accesos a pozos en regular estado	Pozo de llegada Pozos de bombeo y sedimentador Pozos de filtros
3	BIODIGESTOR 2	MANTA, LOS ESTEROS, DIVINO NIÑO.	25/11/2014	24	SD	2 ✓	NO	MALA	NO	No operativo completamente Existencia de agua represada en camaras.	Paredes impermeables, sin fisuras ni grietas. Losa de cimentación sin fisura Sin maquinaria (bombas y flotadores)	Losa de cubierta sin grietas ni fisuras Inexistencia de tapas de acceso a pozos	Pozo de llegada Pozos de bombeo y sedimentador Pozos de filtros
4	CANAL DE AGUAS LLUVIAS	MANTA, LOS ESTEROS, VIA PUERTO-AEROPUERTO - EL PALMAR.	26/11/2014	24	SD	2 ✓	NO	BUENA	SI	PRESENTA CONDUCCIÓN DE AGUAS EXISTENCIA DE UN AFLUENTE EN EL NACIMIENTO DEL CANAL, NO ES POR AGUAS LLUVIAS	CANAL DE HORMIGO TIPO TRAPEZOIDAL PRESENCIA DE SEDIMENTOS EN CURVAS. PRESENCIA DE MOHO PRESENCIA DE VEGETACIÓN FRONDOSA DENTRO Y FUERA	PRESENCIA DE VEJETACION FRONDOSA DENTRO Y FUERA	CANAL TIPO TRAPEZOIDAL DE H 2M LONGITUD TOTAL 452.8M
5	BIODIGESTOR "SAN AGUSTIN"	MANTA, LOS ESTEROS, EL PALMAR.	26/11/2014	24	SD	2 ✓	NO	MALA	NO	No operativo completamente Existencia de agua represada en camaras.	SD, SIN ACCESOS.	Losas de cubiertas llenas de vegetación.	Pozo de llegada Pozos de bombeo y sedimentador Pozos de filtros
6	BIODIGESTOR "LA FLORITA"	MANTA, LOS ESTEROS, LA FLORITA.	41969	26	SD	3 ✓	NO	BUENA	NO	No operativo completamente Existencia de agua represada en camaras de llegada y/o sedimentadore	Paredes sin fisuras ni grietas Sin maquinaria (bombas y flotadores), inexistencia de tapa en cámara	Losas de cubiertas sin fisuras ni grietas	Pozo de llegada Pozos de bombeo y sedimentador Pozos de filtros

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

## Ficha de observación 1

FICHA DE OBSERVACIÓN.			FICHA Nº <b>1</b>
<b>JURISDICCIÓN</b> MANTA			
<b>FECHA dd/mm/aa</b>	24/11/2014	<b>HORA INICIO</b>	9:00 <b>HORA FIN</b> 13:00
<b>OBSERVADORES</b> ERIKA VINCES R LUIS E CHAVEZ A			
<b>ESTADO CLIMÁTICO</b>			
<b>TEMPERATURA AMBIENTE</b>	25 °C	<b>INTENSIDAD DEL SOL</b>	< 1 2 ✓ 3 >
<b>VELOCIDAD DEL VIENTO</b>	sd m/s	<b>LLUVIA</b>	Si <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
<b>ABSCISA</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>i</b> <b>f</b>
	<b>E</b>	533332	535390
	<b>N</b>	9894979	9892259
<b>OBRA HIDRÁULICA</b>	<b>ESTADO APARENTE DE LA OBRA</b>		<b>ESTADO OPERATIVO</b>
ALCANTARILLADO SANITARIO	EXCELENTE <input type="checkbox"/>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
COLECTOR PRINCIPAL	BUENA <input checked="" type="checkbox"/>		
DISTRIBUIDOR DE CAUDAL	MALA <input type="checkbox"/>		
<b>ESTADO ACTUAL DE LA OPERATIVIDAD</b>			
Existe agua transportandose en su interior.			
Presencia de sedimentos en pozos de revisión			
<b>ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA INTERNA</b>			
SD (Imposible el acceso)			
<b>ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA EXTERNA</b>			
Inexistencia de tapas de acceso de hf en las tapas de hormigón de los pozos de revisión. Un total de 9			
Incorrecto confinamiento de la tapa en el distribuidor de caudal (tapa muy pequeña)			
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS</b>			
Pozo de revisión Tubería de pvc Distribuidor de caudal			

\_\_\_\_\_  
ERIKA VINCES

\_\_\_\_\_  
LUIS CHAVEZ

\_\_\_\_\_  
ING. DOLLY DELGADO

Fuente.- Vinces Erika, Chávez Luis

## Ficha de observación 2

FICHA DE OBSERVACIÓN.			FICHA Nº <b>2</b>
<b>JURISDICCIÓN</b> MANTA, LOS ESTEROS, DIVINO NIÑO.			
<b>FECHA dd/mm/aa</b>	25/11/2014	<b>HORA INICIO</b>	9:00 <b>HORA FIN</b> 11:00
<b>OBSERVADORES</b> ERIKA VINCES R LUIS E CHAVEZ A			
<b>ESTADO CLIMÁTICO</b>			
<b>TEMPERATURA AMBIENTE</b>	<input type="text" value="20"/> °C	<b>INTENSIDAD DEL SOL</b>	< <input checked="" type="checkbox"/> 1   <input type="checkbox"/> 2   <input type="checkbox"/> 3 >
<b>VELOCIDAD DEL VIENTO</b>	<input type="text" value="sd"/> m/s	<b>LLUVIA</b>	<input type="checkbox"/> SI   <input checked="" type="checkbox"/> NO
<b>ABSCISA</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>i</b> <b>f</b>
	<b>E</b>	535189	535189
	<b>N</b>	9893407	9893407
<b>OBRA HIDRÁULICA</b>	<b>ESTADO APARENTE DE LA OBRA</b>	<b>ESTADO OPERATIVO</b>	
BIODIGESTOR 1	EXCELENTE	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
	BUENA	<input checked="" type="checkbox"/>	
	MALA	<input type="checkbox"/>	
<b>ESTADO ACTUAL DE LA OPERATIVIDAD</b>			
No operativo completamente Existencia de agua represada en camaras.			
<b>ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA INTERNA</b>			
Paredes impermeables, sin fisuras ni grietas. Losa de cimentación sin fisura Sin maquinaria (bombas y flotadores)			
<b>ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA EXTERNA</b>			
Losa de cubierta sin grietas ni fisuras  Tapas de accesos a pozos en regular estado			
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS</b>			
Pozo de llegada Pozos de bombeo y sedimentador Pozos de filtros			

\_\_\_\_\_  
ERIKA VINCES

\_\_\_\_\_  
LUIS CHAVEZ

\_\_\_\_\_  
ING. DOLLY DELGADO

Fuente.- Vinces Erika, Chávez Luis

### Ficha de observación 3

FICHA DE OBSERVACIÓN.				FICHA Nº <b>3</b>
<b>JURISDICCIÓN</b> MANTA, LOS ESTEROS, DIVINO NIÑO.				
<b>FECHA dd/mm/aa</b>	25/11/2014	<b>HORA INICIO</b>	11:15	<b>HORA FIN</b> 13:30
<b>OBSERVADORES</b>	ERIKA VINCES R LUIS E CHAVEZ A			
<b>ESTADO CLIMÁTICO</b>				
<b>TEMPERATURA AMBIENTE</b>	<input type="text" value="24"/> °C	<b>INTENSIDAD DEL SOL</b>	< <input type="text" value="1"/> <input checked="" type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> >	
<b>VELOCIDAD DEL VIENTO</b>	<input type="text" value="sd"/> m/s	<b>LLUVIA</b>	<input type="text" value="Si"/> <input checked="" type="text" value="NO"/>	
<b>ABSCISA</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>i</b>	<b>f</b>
	<b>E</b>	535121	535121	
	<b>N</b>	9893475	9893475	
<b>OBRA HIDRÁULICA</b>	<b>ESTADO APARENTE DE LA OBRA</b>		<b>ESTADO OPERATIVO</b>	
BIODIGESTOR 2	EXCELENTE	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>
	BUENA	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
	MALA	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>ESTADO ACTUAL DE LA OPERATIVIDAD</b>				
No operativo completamente Existencia de agua represada en camaras.				
<b>ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA INTERNA</b>				
Paredes impermeables, sin fisuras ni grietas. Losa de cimentación sin fisura Sin maquinaria (bombas y flotadores)				
<b>ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA EXTERNA</b>				
Losa de cubierta sin grietas ni fisuras  Inexistencia de tapas de acceso a pozos				
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS</b>				
Pozo de llegada Pozos de bombeo y sedimentador Pozos de filtros				

\_\_\_\_\_  
ERIKA VINCES

\_\_\_\_\_  
LUIS CHAVEZ

\_\_\_\_\_  
ING. DOLLY DELGADO

Fuente.- Vincés Erika, Chávez Luis

### Ficha de observación 4

FICHA DE OBSERVACIÓN.			FICHA Nº <b>4</b>
<b>JURISDICCIÓN</b> MANTA, LOS ESTEROS, VIA PUERTO-AEROPUERTO - EL PALMAR.			
<b>FECHA dd/mm/aa</b>	26/11/2014	<b>HORA INICIO</b>	14:00 <b>HORA FIN</b> 17:00
<b>OBSERVADORES</b> ERIKA VINCES R LUIS E CHAVEZ A			
<b>ESTADO CLIMÁTICO</b>			
<b>TEMPERATURA AMBIENTE</b>	<input type="text" value="24"/> °C	<b>INTENSIDAD DEL SOL</b>	< <input type="text" value="1"/> <input checked="" type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> >
<b>VELOCIDAD DEL VIENTO</b>	<input type="text" value="sd"/> m/s	<b>LLUVIA</b>	<input type="text" value="Si"/> <input checked="" type="text" value="NO"/>
<b>ABSCISA</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>i</b> <b>f</b>
	<b>E</b>	534169	533987
	<b>N</b>	9894234	9893954
<b>OBRA HIDRÁULICA</b>	<b>ESTADO APARENTE DE LA OBRA</b>		<b>ESTADO OPERATIVO</b>
CANAL DE AGUAS LLUVIAS	EXCELENTE <input type="text"/>	BUENA <input checked="" type="text"/>	SI <input checked="" type="text"/>
	MALA <input type="text"/>		NO <input type="text"/>
<b>ESTADO ACTUAL DE LA OPERATIVIDAD</b>			
PRESENTA CONDUCCIÓN DE AGUAS EXISTENCIA DE UN AFLUENTE EN EL NACIMIENTO DEL CANAL, NO ES POR AGUAS LLUVIAS			
<b>ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA INTERNA</b>			
CANAL DE HORMIGO TIPO TRAPEZOIDAL PRESENCIA DE SEDIMENTOS EN CURVAS. PRESENCIA DE MOHO PRESENCIA DE VEGETACIÓN FRONDOSA DENTRO Y FUERA			
<b>ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA EXTERNA</b>			
PRESENCIA DE VEJETACION FRONDOSA DENTRO Y FUERA			
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS</b>			
CANAL TIPO TRAPEZOIDAL DE H 2M LONGITUD TOTAL 452.8M			

\_\_\_\_\_  
ERIKA VINCES

\_\_\_\_\_  
LUIS CHAVEZ

\_\_\_\_\_  
ING. DOLLY DELGADO

Fuente.- Vinces Erika, Chávez Luis

## Ficha de observación 5

FICHA DE OBSERVACIÓN.			FICHA Nº <b>5</b>
<b>JURISDICCIÓN</b> MANTA, LOS ESTEROS, EL PALMAR.			
<b>FECHA dd/mm/aa</b>	26/11/2014	<b>HORA INICIO</b>	9:00 <b>HORA FIN</b> 11:30
<b>OBSERVADORES</b> ERIKA VINCES R LUIS E CHAVEZ A			
<b>ESTADO CLIMÁTICO</b>			
TEMPERATURA AMBIENTE	<input type="text" value="24"/> °C	INTENSIDAD DEL SOL	< <input type="text" value="1"/> <input checked="" type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> >
VELOCIDAD DEL VIENTO	<input type="text" value="sd"/> m/s	LLUVIA	<input type="text" value="Si"/> <input checked="" type="text" value="NO"/>
<b>ABSCISA</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>		
	<b>E</b>	<b>i</b>	<b>f</b>
	<input type="text" value="533987"/>	<input type="text" value="533987"/>	<input type="text" value="533987"/>
	<b>N</b>	<input type="text" value="9893954"/>	<input type="text" value="9893954"/>
<b>OBRA HIDRÁULICA</b>	<b>ESTADO APARENTE DE LA OBRA</b>		<b>ESTADO OPERATIVO</b>
BIODIGESTOR "SAN AGUSTIN"	EXCELENTE <input type="text"/>	BUENA <input type="text"/>	SI <input type="text"/>
	MALA <input checked="" type="text"/>		NO <input checked="" type="text"/>
<b>ESTADO ACTUAL DE LA OPERATIVIDAD</b>			
No operativo completamente Existencia de agua represada en camaras.			
<b>ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA INTERNA</b>			
SD, SIN ACCSESO.			
<b>ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA EXTERNA</b>			
Losas de cubiertas llenas de vegetación.			
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS</b>			
Pozo de llegada Pozos de bombeo y sedimentador Pozos de filtros			

\_\_\_\_\_  
ERIKA VINCES

\_\_\_\_\_  
LUIS CHAVEZ

\_\_\_\_\_  
ING. DOLLY DELGADO

Fuente.- Vinces Erika, Chávez Luis

### Ficha de observación 6

FICHA DE OBSERVACIÓN.				FICHA Nº <b>6</b>
<b>JURISDICCIÓN</b> MANTA, LOS ESTEROS, LA FLORITA.				
<b>FECHA dd/mm/aa</b>	26/11/2014	<b>HORA INICIO</b>	13:00	<b>HORA FIN</b> 14:30
<b>OBSERVADORES</b> ERIKA VINCES R LUIS E CHAVEZ A				
<b>ESTADO CLIMÁTICO</b>				
<b>TEMPERATURA AMBIENTE</b>	26 °C	<b>INTENSIDAD DEL SOL</b>	< 1 2 3 ✓ >	
<b>VELOCIDAD DEL VIENTO</b>	sd m/s	<b>LLUVIA</b>	Si	NO ✓
<b>ABSCISA</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>i</b>	<b>f</b>
	<b>E</b>	533762	533762	
	<b>N</b>	9894966	9894966	
<b>OBRA HIDRÁULICA</b>	<b>ESTADO APARENTE DE LA OBRA</b>		<b>ESTADO OPERATIVO</b>	
BIODIGESTOR "LA FLORITA"	EXCELENTE	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	
	BUENA	<input checked="" type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	MALA	<input type="checkbox"/>		
<b>ESTADO ACTUAL DE LA OPERATIVIDAD</b>				
No operativo completamente Existencia de agua represada en camaras de llegada y/o sedimentadores.				
<b>ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA INTERNA</b>				
Paredes sin fisuras ni grietas Sin maquinaria (bombas y flotadores), inexistencia de tapa en cámara de llegada.				
<b>ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA EXTERNA</b>				
Losas de cubiertas sin fisuras ni grietas				
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS</b>				
Pozo de llegada Pozos de bombeo y sedimentador Pozos de filtros				

\_\_\_\_\_  
ERIKA VINCES

\_\_\_\_\_  
LUIS CHAVEZ

\_\_\_\_\_  
ING. DOLLY DELGADO

Fuente.- Vinces Erika, Chávez Luis

Figura 25.- Modelo de encuesta

**UNIVERSIDAD LAICA  
"ELOY ALFARO" DE MANABÍ.**



**Encuesta sobre las afectaciones por la contaminación del río muerto para el trabajo de investigación "Análisis de las soluciones de obras hidráulicas que se implementaron para disminuir la contaminación ambiental al cauce del río Muerto de la ciudad de Manta en el periodo 2014"**

**Por favor, conteste el presente cuestionario según su criterio:**

- 1. ¿CONOCE USTED DE MORADORES QUE CONTAMINEN EL CAUCE DE RÍO?**
  - Sí
  - No
  
- 2. ¿USTED O ALGÚN MIEMBRO DE SU FAMILIA QUE HABITA LAS MÁRGENES DEL RÍO, HA ADQUIRIDO ALGUNA DE ESTAS ENFERMEDADES?**
  - Tifoidea
  - Disentería bacilar
  - Cólera
  - Parálisis infantil
  - Parasitismo intestinal
  - Gastroenteritis
  - Hepatitis infecciosa
  - Disentería amibiana
  - Ninguna
  
- 3. ¿DISPONE DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE?**
  - Sí
  - No

4. ¿HACIA DÓNDE DESCARGA SUS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS?

- Red de alcantarillado
- Pozo séptico
- Directo al río

5. ¿CUENTA CON EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE BASURA?

- Si
- No

6. ¿CUANDO FUE LA ÚLTIMA JORNADA DE VACUNACIÓN QUE SE REALIZO EN SU SECTOR?

---

7. ¿CREE USTED QUE LA PRESENCIA DE ANIMALES RASTREROS, INSECTOS Y ROEDORES ES CONSECUENCIA DIRECTA DEL ESTADO DEL RIO?

- Si
- No

8. ¿CUAL ES EL COLOR CARACTERÍSTICO DEL AGUA EN EL RIO QUE USTED SIEMPRE A PODIDO OBSERVAR?

- Gris
- Café
- Verde
- Rojo

9. ¿CUAL ES EL OLOR CARACTERÍSTICO DEL AGUA EN EL RIO QUE USTED SIEMPRE A PODIDO DISTINGUIR?

---

---

10. ¿CON QUE FRECUENCIA PRESENTA VOLUMEN DE AGUA POR LLUVIAS EL RIO MUERTO?.

---

---

11. ¿HA TENIDO EXPERIENCIAS DE DESBORDAMIENTO DEL RIO MUERTO?

- Si
- No

12. ¿SABE USTED DE LAS OBRA QUE HA REALIZADO EL MUNICIPIO EN FUNCIÓN A SOLUCIONAR EL PROBLEMA DEL RIO?

- Si
- No

13. ¿LA COMUNIDAD HA ORGANIZADO ALGÚN TIPO DE MINGA U OTRA ACTIVIDAD POR MEJORAR EL ESTADO DEL CAUCE DEL RIO?

---

---

14. ¿QUE PROPONE PARA DAR SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DE LA CONTAMINACIÓN DEL RIO?

---

---

---

15. SABE USTED QUE LAS AGUAS RESIDUALES PUEDEN SER UTILIZADAS PARA RIEGO AGRÍCOLA?

- Si
- No

16. EN QUÉ NIVEL CONSIDERA QUE EL RIO INCIDE/INCURRE/AFECTA EN SU DIARIO VIVIR

- Nulo
- Bajo
- Medio
- Alto

17. QUÉ PIENSA DE LA PROPUESTA DE HACER QUE EL CAUCE DEL RIO MUERTO SE CONSTRUYA UNA VÍA QUE CONECTE LAS CIUDADES DE MONTECRISTI Y MANTA.

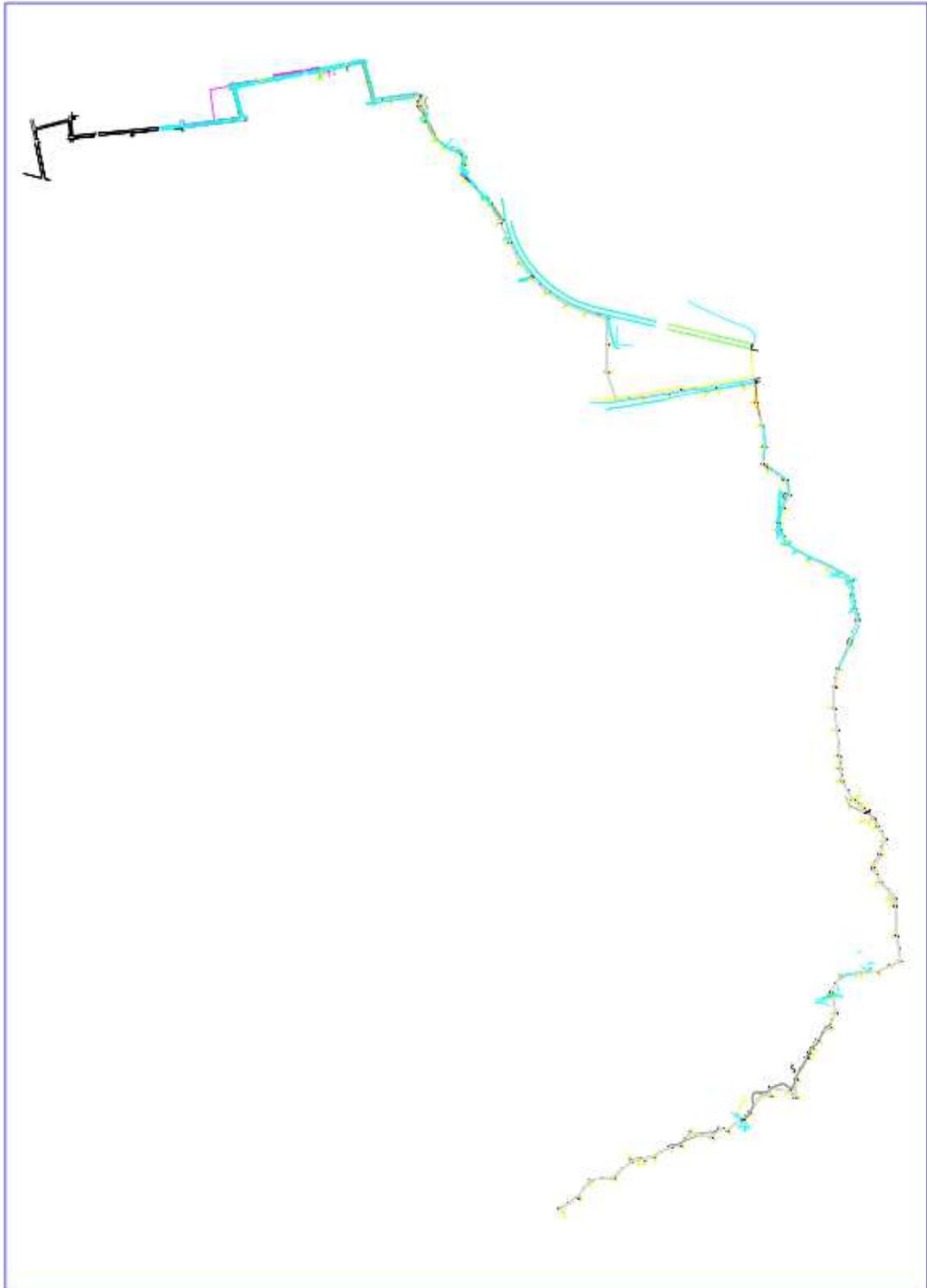
---

---

---

*GRACIAS POR SU APORTE Y COLABORACIÓN DESINTERESADA.*

Figura 26.- Plano del colector



Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Tabla 50.- Calculo de caudal y velocidad a tubo lleno

CAUDAL Y VELOCIDAD A TUBO LLENO. PARA n=0.009.											
TRAM	POZOS		COTA		D	LONG	Pendi. S	R	A	Q	V
	I	F	I	F							
			m	m	mm	m		m	m2	m3	m/s
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
109	109	108	47.476	47.207	1000	79.000	0.00340506	0.250	0.785	2.021	2.573
108	108	107	47.207	46.924	400	84.300	0.00335706	0.100	0.126	0.174	1.387
107	107	106	46.924	46.514	400	88.600	0.00462754	0.100	0.126	0.205	1.628
106	106	105	46.514	43.806	400	92.600	0.02924406	0.100	0.126	0.514	4.094
105	105	104	43.806	43.271	700	33.000	0.01621212	0.175	0.385	1.703	4.426
104	104	103	43.271	42.711	700	15.700	0.03566879	0.175	0.385	2.527	6.565
103	103	102	42.711	42.283	700	37.500	0.01141333	0.175	0.385	1.429	3.714
102	102	101	42.283	41.000	400	76.200	0.01683727	0.100	0.126	0.390	3.106
101	101	100	40.039	39.979	500	36.900	0.00162602	0.125	0.196	0.220	1.120
100	100	99	39.979	39.877	500	62.800	0.00162420	0.125	0.196	0.220	1.119
99	99	98	39.877	36.673	500	78.300	0.04091954	0.125	0.196	1.103	5.619
98	98	97	36.673	36.499	500	49.500	0.00351515	0.125	0.196	0.323	1.647
97	97	96	36.499	36.397	500	29.200	0.00349315	0.125	0.196	0.322	1.642
96	96	95	36.397	36.000	500	74.000	0.00536486	0.125	0.196	0.399	2.035
95	95	94	36.000	35.691	500	34.700	0.00890490	0.125	0.196	0.515	2.621
94	94	93	35.691	34.961	500	82.200	0.00888078	0.125	0.196	0.514	2.618
93	93	92	34.961	34.753	500	32.000	0.00650000	0.125	0.196	0.440	2.240
92	92	91	34.453	34.328	500	31.000	0.00403226	0.125	0.196	0.346	1.764
91	91	90	34.328	34.180	500	74.000	0.00200000	0.125	0.196	0.244	1.242
90	90	89	34.180	34.059	500	35.000	0.00345714	0.125	0.196	0.321	1.633
89	89	88	33.759	33.492	500	69.000	0.00386957	0.125	0.196	0.339	1.728
88	88	87	33.492	33.236	500	91.000	0.00281319	0.125	0.196	0.289	1.473
87	87	86	33.236	33.201	500	20.700	0.00169082	0.125	0.196	0.224	1.142
86	86	85	33.201	33.142	500	21.600	0.00273148	0.125	0.196	0.285	1.452
85	85	84	33.142	33.024	500	34.700	0.00340058	0.125	0.196	0.318	1.620
84	84	83	33.024	32.862	500	66.000	0.00245455	0.125	0.196	0.270	1.376
83	83	82	32.862	32.715	500	60.000	0.00245000	0.125	0.196	0.270	1.375
82	82	81	32.715	32.454	500	79.000	0.00330380	0.125	0.196	0.313	1.597
81	81	80	31.946	31.738	500	73.500	0.00282993	0.125	0.196	0.290	1.478
80	80	79	31.738	31.003	500	78.900	0.00931559	0.125	0.196	0.526	2.681
79	79	78	31.003	30.373	500	64.600	0.00975232	0.125	0.196	0.539	2.743
78	78	77	30.373	29.447	500	97.400	0.00950719	0.125	0.196	0.532	2.708
77	77	76	29.447	27.905	600	96.000	0.01606250	0.150	0.283	1.124	3.975
76	76	75	27.905	26.375	600	110.800	0.01380866	0.150	0.283	1.042	3.686
75	75	74	26.375	26.269	600	30.600	0.00346405	0.150	0.283	0.522	1.846

74	74	73	26.269	25.874	600	81.800	0.00482885	0.150	0.283	0.616	2.180
73	73	72	25.874	25.579	600	61.000	0.00483607	0.150	0.283	0.617	2.181
72	72	71	24.770	23.586	600	56.500	0.02095575	0.150	0.283	1.284	4.541
71	71	70	23.586	23.366	600	61.800	0.00355987	0.150	0.283	0.529	1.872
70	70	69	23.366	23.158	600	53.400	0.00389513	0.150	0.283	0.554	1.958
69	69	68	23.158	23.025	600	34.700	0.00383285	0.150	0.283	0.549	1.942
68	68	67	23.025	22.921	600	53.000	0.00196226	0.150	0.283	0.393	1.390
67	67	66	22.921	22.819	600	52.480	0.00194360	0.150	0.283	0.391	1.383
66	66	65	22.819	20.996	600	81.000	0.02250617	0.150	0.283	1.331	4.706
65	65	64	20.996	20.384	600	46.900	0.01304904	0.150	0.283	1.013	3.583
64	64	63	20.384	20.214	600	47.400	0.00358650	0.150	0.283	0.531	1.879
63	63	62	20.214	19.818	600	98.300	0.00402848	0.150	0.283	0.563	1.991
62	62	61	19.818	19.422	600	81.100	0.00488286	0.150	0.283	0.620	2.192
61	61	60	19.422	19.026	600	81.100	0.00488286	0.150	0.283	0.620	2.192
60	60	59	19.026	18.631	600	69.700	0.00566714	0.150	0.283	0.668	2.361
59	59	58	18.631	18.235	600	98.200	0.00403259	0.150	0.283	0.563	1.992
58	58	57	18.235	17.839	600	101.080	0.00391769	0.150	0.283	0.555	1.963
57	57	56	17.839	17.656	600	42.550	0.00430082	0.150	0.283	0.582	2.057
56	56	55	17.656	17.071	600	51.500	0.01135922	0.150	0.283	0.945	3.343
55	55	54	17.071	15.378	600	54.700	0.03095064	0.150	0.283	1.560	5.518
54	54	53	15.378	15.285	600	49.700	0.00187123	0.150	0.283	0.384	1.357
53	53	52	15.285	14.986	700	52.300	0.00571702	0.175	0.385	1.012	2.628
52	52	51	14.986	14.672	700	79.830	0.00393336	0.175	0.385	0.839	2.180
51	51	50	14.672	14.295	700	96.132	0.00392169	0.175	0.385	0.838	2.177
50	50	49	14.295	14.000	700	63.150	0.00467142	0.175	0.385	0.914	2.376
49	49	48	14.000	13.879	700	25.900	0.00467181	0.175	0.385	0.914	2.376
48	48	47	13.879	13.730	700	60.700	0.00245470	0.175	0.385	0.663	1.722
47	47	46	13.730	13.307	700	54.350	0.00778289	0.175	0.385	1.180	3.067
46	46	45	13.307	13.205	700	57.550	0.00177237	0.175	0.385	0.563	1.464
45	45	44	13.205	12.918	700	74.450	0.00385494	0.175	0.385	0.831	2.158
44	44	43	12.918	12.767	700	34.900	0.00432665	0.175	0.385	0.880	2.287
43	43	42	12.767	12.534	700	66.400	0.00350904	0.175	0.385	0.792	2.059
42	42	41	12.534	12.216	700	80.400	0.00395522	0.175	0.385	0.841	2.186
41	41	40	12.216	11.872	700	88.180	0.00390111	0.175	0.385	0.836	2.171
40	40	39	11.872	11.600	700	74.450	0.00365346	0.175	0.385	0.809	2.101
39	39	38	11.600	11.431	400	47.000	0.00359574	0.100	0.126	0.180	1.435
38	38	37	11.431	10.872	400	98.200	0.00569246	0.100	0.126	0.227	1.806
37	37	36	10.872	10.575	500	43.500	0.00682759	0.125	0.196	0.451	2.295
36	36	35	10.575	10.495	500	43.500	0.00183908	0.125	0.196	0.234	1.191
35	35	34	10.402	10.105	500	106.400	0.00279135	0.125	0.196	0.288	1.468
34	34	33	10.105	9.808	500	99.600	0.00298193	0.125	0.196	0.298	1.517
33	33	32	9.808	9.511	500	102.500	0.00289756	0.125	0.196	0.294	1.495
32	32	31	9.511	9.184	500	112.700	0.00290151	0.125	0.196	0.294	1.496
31	31	30	9.184	8.887	500	103.900	0.00285852	0.125	0.196	0.292	1.485

30	30	29	8.887	8.590	500	97.100	0.00305870	0.125	0.196	0.302	1.536
29	29	28	8.590	8.354	500	82.200	0.00287105	0.125	0.196	0.292	1.488
28	28	27	8.354	8.116	500	81.400	0.00292383	0.125	0.196	0.295	1.502
27	27	26	8.116	7.879	500	87.000	0.00272414	0.125	0.196	0.285	1.450
26	26	25	7.587	7.338	500	81.500	0.00305521	0.125	0.196	0.301	1.535
25	25	24	7.338	7.105	500	70.400	0.00330966	0.125	0.196	0.314	1.598
24	24	23	7.105	6.871	500	84.650	0.00276432	0.125	0.196	0.287	1.460
23	23	22	6.671	6.392	500	83.000	0.00336145	0.125	0.196	0.316	1.610
22	22	21	5.454	4.622	500	80.800	0.01029703	0.125	0.196	0.553	2.819
21	21	20	4.622	4.244	500	31.900	0.01184953	0.125	0.196	0.594	3.024
20	20	19	4.244	3.659	500	101.500	0.00576355	0.125	0.196	0.414	2.109
19	19	18	3.659	3.454	600	17.000	0.01205882	0.150	0.283	0.974	3.445
18	18	17	3.454	3.150	600	38.650	0.00786546	0.150	0.283	0.787	2.782
17	17	16	3.150	2.983	600	28.750	0.00580870	0.150	0.283	0.676	2.391
16	16	15	2.983	2.897	600	34.900	0.00246418	0.150	0.283	0.440	1.557
15	15	14	2.897	2.825	600	47.200	0.00152542	0.150	0.283	0.346	1.225
14	14	13	2.825	2.701	600	45.200	0.00274336	0.150	0.283	0.465	1.643
13	13	12	2.701	2.544	600	74.800	0.00209893	0.150	0.283	0.406	1.437
12	12	11	2.544	2.491	600	32.600	0.00162577	0.150	0.283	0.358	1.265
11	11	10	2.491	2.402	600	37.200	0.00239247	0.150	0.283	0.434	1.534
10	10	9	2.402	2.329	600	39.800	0.00183417	0.150	0.283	0.380	1.343
9	9	8	2.329	2.218	600	36.050	0.00307906	0.150	0.283	0.492	1.741
8	8	7	2.218	1.983	600	76.700	0.00306389	0.150	0.283	0.491	1.736
7	7	6	1.983	1.813	600	58.900	0.00288625	0.150	0.283	0.476	1.685
6	6	5	1.813	1.506	600	76.620	0.00400679	0.150	0.283	0.561	1.986
5	5	4	1.506	1.200	600	79.480	0.00385003	0.150	0.283	0.550	1.946
4	4	3	1.200	0.949	600	66.400	0.00378012	0.150	0.283	0.545	1.929
3	3	2	0.949	0.736	600	55.700	0.00382406	0.150	0.283	0.548	1.940
2	2	1	0.736	0.508	600	55.300	0.00412297	0.150	0.283	0.569	2.014
1	1	d	0.508	0.500	700	20.530	0.00038967	0.175	0.385	0.264	0.686

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Tabla 51.- Calculo de caudal de diseño hipotético

CAUDAL DE DISEÑO HIPOTETICO (qh) si $0.3/V=v/V$ . PARA $n=0.009$										
TRAM	POZOS		D	Pendi. S	Q (m3)	V (m/s)	v/V	q/Q	qh (m3/s)	
	I	F							PARCI.	ACUMU.
			mm		m3	m/s			m3/s	m3/s
A	B	C	F	H	K	L	P	Q	R	S
109	109	108	1000	0.00341	2.021	2.573	0.1166	0.0006	0.0012	0.0012
108	108	107	400	0.00336	0.174	1.387	0.2163	0.0045	0.0008	0.0020
107	107	106	400	0.00463	0.205	1.628	0.1842	0.0026	0.0005	0.0025
106	106	105	400	0.02924	0.514	4.094	0.0733	0.0001	0.0001	0.0026
105	105	104	700	0.01621	1.703	4.426	0.0678	0.0001	0.0002	0.0028
104	104	103	700	0.03567	2.527	6.565	0.0457	0.0001	0.0002	0.0030
103	103	102	700	0.01141	1.429	3.714	0.0808	0.0002	0.0003	0.0033
102	102	101	400	0.01684	0.390	3.106	0.0966	0.0004	0.0001	0.0034
101	101	100	500	0.00163	0.220	1.120	0.2678	0.0092	0.0020	0.0054
100	100	99	500	0.00162	0.220	1.119	0.2680	0.0092	0.0020	0.0074
99	99	98	500	0.04092	1.103	5.619	0.0534	0.0001	0.0001	0.0075
98	98	97	500	0.00352	0.323	1.647	0.1822	0.0025	0.0008	0.0084
97	97	96	500	0.00349	0.322	1.642	0.1827	0.0026	0.0008	0.0092
96	96	95	500	0.00536	0.399	2.035	0.1474	0.0013	0.0005	0.0097
95	95	94	500	0.00890	0.515	2.621	0.1144	0.0005	0.0003	0.0100
94	94	93	500	0.00888	0.514	2.618	0.1146	0.0005	0.0003	0.0102
93	93	92	500	0.00650	0.440	2.240	0.1340	0.0010	0.0004	0.0107
92	92	91	500	0.00403	0.346	1.764	0.1701	0.0021	0.0007	0.0114
91	91	90	500	0.00200	0.244	1.242	0.2415	0.0065	0.0016	0.0130
90	90	89	500	0.00346	0.321	1.633	0.1837	0.0026	0.0008	0.0138
89	89	88	500	0.00387	0.339	1.728	0.1736	0.0022	0.0007	0.0145
88	88	87	500	0.00281	0.289	1.473	0.2036	0.0036	0.0010	0.0156
87	87	86	500	0.00169	0.224	1.142	0.2626	0.0086	0.0019	0.0175
86	86	85	500	0.00273	0.285	1.452	0.2066	0.0038	0.0011	0.0186
85	85	84	500	0.00340	0.318	1.620	0.1852	0.0027	0.0009	0.0195
84	84	83	500	0.00245	0.270	1.376	0.2180	0.0046	0.0013	0.0207
83	83	82	500	0.00245	0.270	1.375	0.2182	0.0046	0.0013	0.0220
82	82	81	500	0.00330	0.313	1.597	0.1879	0.0028	0.0009	0.0229
81	81	80	500	0.00283	0.290	1.478	0.2030	0.0036	0.0011	0.0239
80	80	79	500	0.00932	0.526	2.681	0.1119	0.0005	0.0003	0.0242
79	79	78	500	0.00975	0.539	2.743	0.1094	0.0005	0.0003	0.0244
78	78	77	500	0.00951	0.532	2.708	0.1108	0.0005	0.0003	0.0247
77	77	76	600	0.01606	1.124	3.975	0.0755	0.0002	0.0002	0.0249
76	76	75	600	0.01381	1.042	3.686	0.0814	0.0002	0.0002	0.0251
75	75	74	600	0.00346	0.522	1.846	0.1625	0.0018	0.0009	0.0260

74	74	73	600	0.00483	0.616	2.180	0.1376	0.0010	0.0006	0.0267
73	73	72	600	0.00484	0.617	2.181	0.1375	0.0010	0.0006	0.0273
72	72	71	600	0.02096	1.284	4.541	0.0661	0.0001	0.0001	0.0275
71	71	70	600	0.00356	0.529	1.872	0.1603	0.0017	0.0009	0.0284
70	70	69	600	0.00390	0.554	1.958	0.1532	0.0014	0.0008	0.0292
69	69	68	600	0.00383	0.549	1.942	0.1545	0.0015	0.0008	0.0300
68	68	67	600	0.00196	0.393	1.390	0.2159	0.0045	0.0018	0.0317
67	67	66	600	0.00194	0.391	1.383	0.2169	0.0046	0.0018	0.0335
66	66	65	600	0.02251	1.331	4.706	0.0638	0.0001	0.0001	0.0337
65	65	64	600	0.01305	1.013	3.583	0.0837	0.0002	0.0002	0.0339
64	64	63	600	0.00359	0.531	1.879	0.1597	0.0017	0.0009	0.0348
63	63	62	600	0.00403	0.563	1.991	0.1507	0.0014	0.0008	0.0356
62	62	61	600	0.00488	0.620	2.192	0.1369	0.0010	0.0006	0.0362
61	61	60	600	0.00488	0.620	2.192	0.1369	0.0010	0.0006	0.0368
60	60	59	600	0.00567	0.668	2.361	0.1270	0.0008	0.0005	0.0374
59	59	58	600	0.00403	0.563	1.992	0.1506	0.0013	0.0008	0.0381
58	58	57	600	0.00392	0.555	1.963	0.1528	0.0014	0.0008	0.0389
57	57	56	600	0.00430	0.582	2.057	0.1458	0.0012	0.0007	0.0396
56	56	55	600	0.01136	0.945	3.343	0.0897	0.0003	0.0003	0.0399
55	55	54	600	0.03095	1.560	5.518	0.0544	0.0001	0.0001	0.0401
54	54	53	600	0.00187	0.384	1.357	0.2211	0.0049	0.0019	0.0419
53	53	52	700	0.00572	1.012	2.628	0.1141	0.0005	0.0005	0.0425
52	52	51	700	0.00393	0.839	2.180	0.1376	0.0010	0.0009	0.0433
51	51	50	700	0.00392	0.838	2.177	0.1378	0.0011	0.0009	0.0442
50	50	49	700	0.00467	0.914	2.376	0.1263	0.0008	0.0007	0.0450
49	49	48	700	0.00467	0.914	2.376	0.1263	0.0008	0.0007	0.0457
48	48	47	700	0.00245	0.663	1.722	0.1742	0.0022	0.0015	0.0471
47	47	46	700	0.00778	1.180	3.067	0.0978	0.0004	0.0004	0.0476
46	46	45	700	0.00177	0.563	1.464	0.2050	0.0037	0.0021	0.0497
45	45	44	700	0.00385	0.831	2.158	0.1390	0.0011	0.0009	0.0506
44	44	43	700	0.00433	0.880	2.287	0.1312	0.0009	0.0008	0.0514
43	43	42	700	0.00351	0.792	2.059	0.1457	0.0012	0.0010	0.0524
42	42	41	700	0.00396	0.841	2.186	0.1372	0.0010	0.0009	0.0532
41	41	40	700	0.00390	0.836	2.171	0.1382	0.0011	0.0009	0.0541
40	40	39	700	0.00365	0.809	2.101	0.1428	0.0012	0.0009	0.0551
39	39	38	400	0.00360	0.180	1.435	0.2090	0.0040	0.0007	0.0558
38	38	37	400	0.00569	0.227	1.806	0.1661	0.0019	0.0004	0.0562
37	37	36	500	0.00683	0.451	2.295	0.1307	0.0009	0.0004	0.0566
36	36	35	500	0.00184	0.234	1.191	0.2518	0.0074	0.0017	0.0584
35	35	34	500	0.00279	0.288	1.468	0.2044	0.0037	0.0011	0.0594
34	34	33	500	0.00298	0.298	1.517	0.1978	0.0034	0.0010	0.0604
33	33	32	500	0.00290	0.294	1.495	0.2006	0.0035	0.0010	0.0615
32	32	31	500	0.00290	0.294	1.496	0.2005	0.0035	0.0010	0.0625
31	31	30	500	0.00286	0.292	1.485	0.2020	0.0036	0.0010	0.0635

30	30	29	500	0.00306	0.302	1.536	0.1953	0.0032	0.0010	0.0645
29	29	28	500	0.00287	0.292	1.488	0.2016	0.0036	0.0010	0.0655
28	28	27	500	0.00292	0.295	1.502	0.1997	0.0035	0.0010	0.0666
27	27	26	500	0.00272	0.285	1.450	0.2069	0.0038	0.0011	0.0677
26	26	25	500	0.00306	0.301	1.535	0.1954	0.0032	0.0010	0.0686
25	25	24	500	0.00331	0.314	1.598	0.1877	0.0028	0.0009	0.0695
24	24	23	500	0.00276	0.287	1.460	0.2054	0.0038	0.0011	0.0706
23	23	22	500	0.00336	0.316	1.610	0.1863	0.0027	0.0009	0.0715
22	22	21	500	0.01030	0.553	2.819	0.1064	0.0005	0.0003	0.0717
21	21	20	500	0.01185	0.594	3.024	0.0992	0.0004	0.0002	0.0720
20	20	19	500	0.00576	0.414	2.109	0.1423	0.0011	0.0005	0.0724
19	19	18	600	0.01206	0.974	3.445	0.0871	0.0003	0.0003	0.0727
18	18	17	600	0.00787	0.787	2.782	0.1078	0.0005	0.0004	0.0731
17	17	16	600	0.00581	0.676	2.391	0.1255	0.0008	0.0005	0.0736
16	16	15	600	0.00246	0.440	1.557	0.1927	0.0031	0.0014	0.0750
15	15	14	600	0.00153	0.346	1.225	0.2449	0.0068	0.0024	0.0773
14	14	13	600	0.00274	0.465	1.643	0.1826	0.0026	0.0012	0.0785
13	13	12	600	0.00210	0.406	1.437	0.2088	0.0040	0.0016	0.0801
12	12	11	600	0.00163	0.358	1.265	0.2372	0.0061	0.0022	0.0823
11	11	10	600	0.00239	0.434	1.534	0.1955	0.0032	0.0014	0.0837
10	10	9	600	0.00183	0.380	1.343	0.2233	0.0050	0.0019	0.0856
9	9	8	600	0.00308	0.492	1.741	0.1724	0.0021	0.0011	0.0867
8	8	7	600	0.00306	0.491	1.736	0.1728	0.0022	0.0011	0.0877
7	7	6	600	0.00289	0.476	1.685	0.1780	0.0023	0.0011	0.0888
6	6	5	600	0.00401	0.561	1.986	0.1511	0.0014	0.0008	0.0896
5	5	4	600	0.00385	0.550	1.946	0.1541	0.0015	0.0008	0.0904
4	4	3	600	0.00378	0.545	1.929	0.1556	0.0015	0.0008	0.0912
3	3	2	600	0.00382	0.548	1.940	0.1547	0.0015	0.0008	0.0921
2	2	1	600	0.00412	0.569	2.014	0.1489	0.0013	0.0007	0.0928
1	1	d	700	0.00039	0.264	0.686	0.4372	0.0487	0.0129	0.1057

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Tabla 52.- Caudal calculado para colector combinado

CAUDAL CALCULADO MIXT					
TRAMO	POZO		AGUAS LLUVIAS	AGUA SERVIDA	MIXT
			q DISEÑO AALL	q DISEÑO AASS	q diseño MIXT
			ACUMU.	ACUMU.	ACUMU.
			lts/seg	lts/seg	m3/seg
	A	M	AD	AF	
109	109	108	15.220	0.781	0.01600
108	108	107	31.460	1.482	0.03294
107	107	106	48.530	2.291	0.05082
106	106	105	66.369	3.211	0.06958
105	105	104	72.727	3.813	0.07654
104	104	103	75.752	4.291	0.08004
103	103	102	82.976	4.975	0.08795
102	102	101	97.656	5.936	0.10359
101	101	100	104.765	6.686	0.11145
100	100	99	116.864	7.677	0.12454
99	99	98	131.949	8.844	0.14079
98	98	97	141.485	9.859	0.15134
97	97	96	147.111	10.760	0.15787
96	96	95	161.367	12.039	0.17341
95	95	94	168.052	13.075	0.18113
94	94	93	183.888	14.517	0.19841
93	93	92	190.053	15.642	0.20570
92	92	91	196.025	16.789	0.21281
91	91	90	210.282	18.300	0.22858
90	90	89	217.025	19.569	0.23659
89	89	88	230.318	21.140	0.25146
88	88	87	247.849	22.948	0.27080
87	87	86	251.837	24.283	0.27612
86	86	85	255.999	25.644	0.28164
85	85	84	262.684	27.128	0.28981
84	84	83	275.399	28.890	0.30429
76	76	75	402.589	46.482	0.44907
63	63	62	548.790	81.497	0.63029

62	62	61	564.415	84.768	0.64918
61	61	60	580.039	88.113	0.66815
60	60	59	593.467	91.440	0.68491
59	59	58	612.385	95.065	0.70745
58	58	57	631.859	98.805	0.73066
57	57	56	640.056	102.152	0.74221
56	56	55	649.978	105.612	0.75559
55	55	54	660.516	109.146	0.76966
54	54	53	670.091	112.687	0.78278
53	53	52	680.167	116.319	0.79649
52	52	51	695.546	120.238	0.81578
51	51	50	714.067	124.370	0.83844
50	50	49	726.233	128.301	0.85453
49	49	48	731.222	131.971	0.86319
48	48	47	742.917	135.965	0.87888
47	47	46	753.387	139.961	0.89335
46	46	45	764.475	144.034	0.90851
45	45	44	778.818	148.302	0.92712
44	44	43	785.541	152.295	0.93784
43	43	42	798.334	156.592	0.95493
42	42	41	813.823	161.072	0.97489
41	41	40	830.811	165.694	0.99651
40	40	39	845.154	170.275	1.01543
39	39	38	0.000	174.630	0.17463
38	38	37	0.000	179.413	0.17941
37	37	36	0.000	183.894	0.18389
36	36	35	0.000	188.415	0.18841
35	35	34	0.000	193.471	0.19347
34	34	33	0.000	198.568	0.19857
33	33	32	0.000	203.780	0.20378
32	32	31	0.000	209.166	0.20917
31	31	30	0.000	214.583	0.21458
30	30	29	0.000	220.045	0.22005
29	29	28	0.000	225.477	0.22548
28	28	27	0.000	230.977	0.23098
27	27	26	0.000	236.597	0.23660
26	26	25	0.000	242.250	0.24225
25	25	24	0.000	247.890	0.24789
24	24	23	0.000	253.706	0.25371
23	23	22	0.000	259.589	0.25959
22	22	21	0.000	265.531	0.26553
21	21	20	0.000	271.158	0.27116
20	20	19	0.000	277.364	0.27736
19	19	18	0.000	283.006	0.28301

18	18	17	0.000	288.841	0.28884
17	17	16	0.000	294.628	0.29463
16	16	15	0.000	300.491	0.30049
15	15	14	0.000	306.493	0.30649
14	14	13	0.000	312.521	0.31252
13	13	12	0.000	318.835	0.31883
12	12	11	0.000	324.865	0.32487
11	11	10	0.000	330.967	0.33097
10	10	9	0.000	337.121	0.33712
9	9	8	0.000	343.283	0.34328
8	8	7	0.000	349.816	0.34982
7	7	6	0.000	356.268	0.35627
6	6	5	0.000	362.918	0.36292
5	5	4	0.000	369.662	0.36966
4	4	3	0.000	376.370	0.37637
3	3	2	0.000	383.052	0.38305
2	2	1	0.000	389.779	0.38978
1	1	d	0.000	396.278	0.39628

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Tabla 53.- Caudal calculado solo por aporte de AASS

<b>CAUDAL CALCULADO MIXT SOLO AASS</b>					
TRAMO	POZO		AGUAS LLUVIAS	AGUA SERVIDA	MIXT
			q DISEÑO AALL	q DISEÑO AASS	q diseño MIXT
			ACUMU.	ACUMU.	ACUMU.
			lts/seg	lts/seg	m3/seg
	A		M	AD	AF
109	109	108	0.000	0.781	0.00078
108	108	107	0.000	1.482	0.00148
107	107	106	0.000	2.291	0.00229
106	106	105	0.000	3.211	0.00321
105	105	104	0.000	3.813	0.00381
104	104	103	0.000	4.291	0.00429
103	103	102	0.000	4.975	0.00497
102	102	101	0.000	5.936	0.00594
101	101	100	0.000	6.686	0.00669
100	100	99	0.000	7.677	0.00768
99	99	98	0.000	8.844	0.00884
98	98	97	0.000	9.859	0.00986
97	97	96	0.000	10.760	0.01076
96	96	95	0.000	12.039	0.01204
95	95	94	0.000	13.075	0.01307
94	94	93	0.000	14.517	0.01452
93	93	92	0.000	15.642	0.01564
92	92	91	0.000	16.789	0.01679
91	91	90	0.000	18.300	0.01830
90	90	89	0.000	19.569	0.01957
89	89	88	0.000	21.140	0.02114
88	88	87	0.000	22.948	0.02295
87	87	86	0.000	24.283	0.02428
86	86	85	0.000	25.644	0.02564
85	85	84	0.000	27.128	0.02713
84	84	83	0.000	28.890	0.02889
83	83	82	0.000	30.665	0.03067
82	82	81	0.000	32.646	0.03265
81	81	80	0.000	34.653	0.03465
80	80	79	0.000	36.772	0.03677

79	79	78	0.000	38.852	0.03885
78	78	77	0.000	41.247	0.04125
77	77	76	0.000	43.761	0.04376
76	76	75	0.000	46.482	0.04648
75	75	74	0.000	48.640	0.04864
74	74	73	0.000	51.253	0.05125
73	73	72	0.000	53.766	0.05377
72	72	71	0.000	56.300	0.05630
71	71	70	0.000	58.928	0.05893
70	70	69	0.000	61.545	0.06155
69	69	68	0.000	64.053	0.06405
68	68	67	0.000	66.744	0.06674
67	67	66	0.000	69.481	0.06948
66	66	65	0.000	72.502	0.07250
65	65	64	0.000	75.313	0.07531
64	64	63	0.000	78.173	0.07817
63	63	62	0.000	81.497	0.08150
62	62	61	0.000	84.768	0.08477
61	61	60	0.000	88.113	0.08811
60	60	59	0.000	91.440	0.09144
59	59	58	0.000	95.065	0.09506
58	58	57	0.000	98.805	0.09880
57	57	56	0.000	102.152	0.10215
56	56	55	0.000	105.612	0.10561
55	55	54	0.000	109.146	0.10915
54	54	53	0.000	112.687	0.11269
53	53	52	0.000	116.319	0.11632
52	52	51	0.000	120.238	0.12024
51	51	50	0.000	124.370	0.12437
50	50	49	0.000	128.301	0.12830
49	49	48	0.000	131.971	0.13197
48	48	47	0.000	135.965	0.13596
47	47	46	0.000	139.961	0.13996
46	46	45	0.000	144.034	0.14403
45	45	44	0.000	148.302	0.14830
44	44	43	0.000	152.295	0.15229
43	43	42	0.000	156.592	0.15659
42	42	41	0.000	161.072	0.16107
41	41	40	0.000	165.694	0.16569
40	40	39	0.000	170.275	0.17028
39	39	38	0.000	174.630	0.17463
38	38	37	0.000	179.413	0.17941
37	37	36	0.000	183.894	0.18389
36	36	35	0.000	188.415	0.18841

35	35	34	0.000	193.471	0.19347
34	34	33	0.000	198.568	0.19857
33	33	32	0.000	203.780	0.20378
32	32	31	0.000	209.166	0.20917
31	31	30	0.000	214.583	0.21458
30	30	29	0.000	220.045	0.22005
29	29	28	0.000	225.477	0.22548
28	28	27	0.000	230.977	0.23098
27	27	26	0.000	236.597	0.23660
26	26	25	0.000	242.250	0.24225
25	25	24	0.000	247.890	0.24789
24	24	23	0.000	253.706	0.25371
23	23	22	0.000	259.589	0.25959
22	22	21	0.000	265.531	0.26553
21	21	20	0.000	271.158	0.27116
20	20	19	0.000	277.364	0.27736
19	19	18	0.000	283.006	0.28301
18	18	17	0.000	288.841	0.28884
17	17	16	0.000	294.628	0.29463
16	16	15	0.000	300.491	0.30049
15	15	14	0.000	306.493	0.30649
14	14	13	0.000	312.521	0.31252
13	13	12	0.000	318.835	0.31883
12	12	11	0.000	324.865	0.32487
11	11	10	0.000	330.967	0.33097
10	10	9	0.000	337.121	0.33712
9	9	8	0.000	343.283	0.34328
8	8	7	0.000	349.816	0.34982
7	7	6	0.000	356.268	0.35627
6	6	5	0.000	362.918	0.36292
5	5	4	0.000	369.662	0.36966
4	4	3	0.000	376.370	0.37637
3	3	2	0.000	383.052	0.38305
2	2	1	0.000	389.779	0.38978
1	1	d	0.000	396.278	0.39628

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

Tabla 54.- Caudal calculado solo por aporte de AALL

<b>CAUDAL CALCULADO MIXT. SOLO AALL</b>					
TRAMO	POZO		AGUAS LLUVIAS	AGUA SERVIDA	MIXT
			q DISEÑO AALL	q DISEÑO AASS	q diseño MIXT
			ACUMU.	ACUMU.	ACUMU.
			lts/seg	lts/seg	m3/seg
	A		M	AD	AF
109	109	108	15.220	0.000	0.01522
108	108	107	31.460	0.000	0.03146
107	107	106	48.530	0.000	0.04853
106	106	105	66.369	0.000	0.06637
105	105	104	72.727	0.000	0.07273
104	104	103	75.752	0.000	0.07575
103	103	102	82.976	0.000	0.08298
102	102	101	97.656	0.000	0.09766
101	101	100	104.765	0.000	0.10477
100	100	99	116.864	0.000	0.11686
99	99	98	131.949	0.000	0.13195
98	98	97	141.485	0.000	0.14149
97	97	96	147.111	0.000	0.14711
96	96	95	161.367	0.000	0.16137
95	95	94	168.052	0.000	0.16805
94	94	93	183.888	0.000	0.18389
93	93	92	190.053	0.000	0.19005
92	92	91	196.025	0.000	0.19603
91	91	90	210.282	0.000	0.21028
90	90	89	217.025	0.000	0.21702
89	89	88	230.318	0.000	0.23032
88	88	87	247.849	0.000	0.24785
87	87	86	251.837	0.000	0.25184
86	86	85	255.999	0.000	0.25600
85	85	84	262.684	0.000	0.26268
84	84	83	275.399	0.000	0.27540
83	83	82	286.958	0.000	0.28696
82	82	81	302.178	0.000	0.30218
81	81	80	316.338	0.000	0.31634
80	80	79	331.538	0.000	0.33154

79	79	78	343.984	0.000	0.34398
78	78	77	362.748	0.000	0.36275
77	77	76	381.243	0.000	0.38124
76	76	75	402.589	0.000	0.40259
75	75	74	408.484	0.000	0.40848
74	74	73	424.243	0.000	0.42424
73	73	72	435.995	0.000	0.43600
72	72	71	446.880	0.000	0.44688
71	71	70	458.786	0.000	0.45879
70	70	69	469.074	0.000	0.46907
69	69	68	475.759	0.000	0.47576
68	68	67	485.970	0.000	0.48597
67	67	66	496.080	0.000	0.49608
66	66	65	511.685	0.000	0.51169
65	65	64	520.721	0.000	0.52072
64	64	63	529.852	0.000	0.52985
63	63	62	548.790	0.000	0.54879
62	62	61	564.415	0.000	0.56441
61	61	60	580.039	0.000	0.58004
60	60	59	593.467	0.000	0.59347
59	59	58	612.385	0.000	0.61239
58	58	57	631.859	0.000	0.63186
57	57	56	640.056	0.000	0.64006
56	56	55	649.978	0.000	0.64998
55	55	54	660.516	0.000	0.66052
54	54	53	670.091	0.000	0.67009
53	53	52	680.167	0.000	0.68017
52	52	51	695.546	0.000	0.69555
51	51	50	714.067	0.000	0.71407
50	50	49	726.233	0.000	0.72623
49	49	48	731.222	0.000	0.73122
48	48	47	742.917	0.000	0.74292
47	47	46	753.387	0.000	0.75339
46	46	45	764.475	0.000	0.76447
45	45	44	778.818	0.000	0.77882
44	44	43	785.541	0.000	0.78554
43	43	42	798.334	0.000	0.79833
42	42	41	813.823	0.000	0.81382
41	41	40	830.811	0.000	0.83081
40	40	39	845.154	0.000	0.84515
39	39	38	0.000	0.000	0.00000
38	38	37	0.000	0.000	0.00000
37	37	36	0.000	0.000	0.00000
36	36	35	0.000	0.000	0.00000

35	35	34	0.000	0.000	0.00000
34	34	33	0.000	0.000	0.00000
33	33	32	0.000	0.000	0.00000
32	32	31	0.000	0.000	0.00000
31	31	30	0.000	0.000	0.00000
30	30	29	0.000	0.000	0.00000
29	29	28	0.000	0.000	0.00000
28	28	27	0.000	0.000	0.00000
27	27	26	0.000	0.000	0.00000
26	26	25	0.000	0.000	0.00000
25	25	24	0.000	0.000	0.00000
24	24	23	0.000	0.000	0.00000
23	23	22	0.000	0.000	0.00000
22	22	21	0.000	0.000	0.00000
21	21	20	0.000	0.000	0.00000
20	20	19	0.000	0.000	0.00000
19	19	18	0.000	0.000	0.00000
18	18	17	0.000	0.000	0.00000
17	17	16	0.000	0.000	0.00000
16	16	15	0.000	0.000	0.00000
15	15	14	0.000	0.000	0.00000
14	14	13	0.000	0.000	0.00000
13	13	12	0.000	0.000	0.00000
12	12	11	0.000	0.000	0.00000
11	11	10	0.000	0.000	0.00000
10	10	9	0.000	0.000	0.00000
9	9	8	0.000	0.000	0.00000
8	8	7	0.000	0.000	0.00000
7	7	6	0.000	0.000	0.00000
6	6	5	0.000	0.000	0.00000
5	5	4	0.000	0.000	0.00000
4	4	3	0.000	0.000	0.00000
3	3	2	0.000	0.000	0.00000
2	2	1	0.000	0.000	0.00000
1	1	d	0.000	0.000	0.00000

Fuente.- Vines Erika, Chávez Luis

- **Anexo 3, procedimientos**

### Procedimiento 1.- Análisis de laboratorio

#### Tipo de muestra

La recolección se la realizo mediante muestra puntual, recogida de forma manual este tipo aplica para aguas en superficie o aguas a una profundidad específica, para el caso de esta investigación tenemos agua corriente superficial.

#### Recipiente

Se utilizó una botella de vidrio de acuerdo a la recomendación del (INEN 2. , 1998) para la toma de muestra en los que se realizara el análisis para físico-químico.

El equipo para el muestreo en superficie, para tomar la muestra botella de boca ancha para contener la muestra y recipiente refrigerado para recibir la cantidad de muestras.

El recipiente de vidrio se debió preparar lavándolo con agua y detergente, posterior enjuagar con agua destilada. Como no fueron recipientes nuevos se debió preparar su esterilización con agua caliente a punto de ebullición.

#### Recolección

Las muestra fueron tomadas en hora de la mañana, los recipientes fueron llenados y sellados mientras se encontraba sumergido totalmente como lo recomienda la norma. Inmediatamente se conservó la muestra a baja temperatura en el recipiente refrigerado.

#### Identificación

Fueron marcado con fecha y hora de muestreo, nombre de la persona que muestreo, tipo de análisis a realizarse y lugar de toma de la muestra de acuerdo al (INEN 2. , 1998).

#### Transporte

Las muestras debieron ser analizadas en la ciudad de Guayaquil, y para su transporte se previno la agitación del agua por el movimiento, y el aumento de la temperatura de la muestra conservándose hasta 14°C.

## Procedimiento 2.- Calculo para el caudal de diseño calculado

El cálculo se lo realiza en base a la necesidad de transporte aguas lluvias y aguas servidas, un periodo de diseño de 20 años debido a que la vida útil de una tubería de PVC está entre 20 y 25 años y una rugosidad  $n$  de 0.009.

El caudal de diseño resulta la sumatoria de los caudales por AASS y AALL.

- Para el cálculo de AALL es necesario definir:
  - Área de aportación
  - Coeficiente de escurrimiento
  - Intensidad de las precipitaciones.
  
- Para el cálculo de AASS se requiere de:
  - Área de aportación
  - Densidad poblacional proyectada para el periodo de diseño de la obra.
  - Aporte de aguas servidas o aguas residuales domésticas.
    - Coeficiente para aguas servidas
    - Factor  $m$  o coeficiente de simultaneidad
  - Aporte de aguas de infiltración
    - Coeficiente para aguas de infiltración
  - Aporte de aguas ilícitas o erradas.
    - Coeficiente para aguas ilícitas o erradas

*El área de aportación.*- Del proyecto no está claramente definida, para ello se recurre a encontrar un factor para cubrir la falta del mismo, que; multiplicada a la longitud de la tubería podrá definirse el área.

Se conoce que el área del divino niño es 27ha y por el pasan 898.792ml de tubería, si se multiplica estos dos valores, dará un factor, igual a 0.03ha.m; quiere decir, que existen una aportación de 0.03hectares por cada metro de tubería.

Para estimación del caudal de diseño calculado, se sobreestima este valor, debido a que solo representaría la parte del divino niño y para representación de todo el proyecto lo reducimos a 0.01ha.m como factor de sobre estimación.

El coeficiente de escurrimiento.- Está definido por la tabla tal del INEN tal, de él se escoge para superficies no pavimentadas  $c=0.011$

La intensidad de las precipitaciones.- Se lo obtiene de las curvas de intensidad, frecuencia y duración de las lluvias en los estudios hidrológicos, (Anchundia & Flores, 2012) establece que para la zona de villamarina muy cercana a la mitad del cauce del rio la intensidad de las precipitaciones es 63mm/hora y es el mismo con el que se proyectara en este cálculo.

Densidad poblacional es la que se obtiene de la población de diseño acuerdo al periodo de diseño de la obra, para saber la población de diseño es necesario proyectar los datos de población acuerdo a los últimos censos efectuados en la zona, según la norma INEN 5 parte 9 1992, para el cálculo de la población futura será considerar el promedio obtenido por tres métodos de estimación.

Para efecto de este estudio consideramos los métodos:

$$\text{➤ aritmético} \quad Pf = Pa(1 + n \cdot r) \quad ; r = \frac{py - px}{px \cdot n} \quad (2.1)$$

$$\text{➤ geométrico} \quad Pf = Pa(1 + r)^n \quad ; r = \left(\left(\frac{py}{px}\right)^{1/n} - 1\right) \quad (2.1)$$

$$\text{➤ wappus} \quad Pf = Pa \frac{200 + (r \cdot n)}{200 - (r \cdot n)} \quad ; r = \frac{200(py - px)}{n(py + px)} \quad (2.1)$$

Siendo:

$Pf =$  Poblacion futura

$Pa =$  Poblacion actual

$n =$  periodo de sideño y/o intervalo de tiempo

$r =$  indice de crecimiento

$px =$  poblacion generalmente mayor y mas cercana a la actual

$py =$  poblacion generalmente menor y mas lejana a la actual

Para el cálculo de población futura se establece los datos del INEC de los censos de los años 1990, 2001 y 2010. Para el cantón Manta.

DATOS DEL CENSO		ÍNDICE DE CRECIMIENTO r		
AÑOS	POBLACIÓN	ARITMÉTICO	GEOMÉTRICO	WAPPUS
1990	129689			
		4.12%	3.45%	3.36%
2001	188401			
		1.93%	1.80%	1.78%
2010	221122			
PROMEDIO		3.02%	2.62%	2.566%

AÑO	POBLACIÓN FUTURA (habitantes)			
	ARITMÉTICO	GEOMÉTRICO	WAPPUS	PROMEDIO
2013	241174	238991	238824	239663
2015	254541	251699	251434	252558
2033	374849	401216	406230	394099

La densidad poblacional está definida como la población que ocupa una determinada superficie. Como ya se mencionó anteriormente, la densidad poblacional proyectada será el promedio de los tres métodos de estimación dividida para la superficie que ocupa.

$$DP = \frac{Pf}{A} \quad ; \quad DP = \frac{394099 \text{ Hab}}{40 \text{ km}^2} = 9852.475 \text{ hab/km}^2 \quad (2.2)$$

$$DP = 9852.475 \text{ hab/km}^2 = 98.525 \text{ hab/ha}$$

Aporte por aguas servidas, es a multiplicación de la población por el coeficiente de aportación de aguas servidas proyectado y que a su vez multiplicado por el factor m o coeficiente de simultaneidad se obtiene el aporte por aguas servida o también llamado caudal máximo horario.

El coeficiente por aguas servidas está en función de la dotación para agua potable, es de conocimiento que de la dotación de agua potable no se vierte en el sistema de recogida de aguas servidas en su totalidad y el porcentaje de devolución está entre el 65% y el 85%, la tabla 1 de dotación básica del INEN 1680 establece una dotación en función de la tabla 2 del mismo INEN

1680, afectado por el porcentaje de incremento de acuerdo a la tabla 3. Multiplicado por el 65% al 85% de devolución.

Coefficiente  $m$  o coeficiente de simultaneidad, el INEN 1680 recomienda no usar un dato de bibliografía, sin embargo para cuando lo amerita recomienda usar uno en proyectos similares. Como este coeficiente es de difícil determinación, este factor de mayoración para este trabajo determinamos como el mínimo que debe ser igual o mayor a 1.4 según (Anchundia & Flores, 2012).

El aporte por aguas de infiltración es aquel caudal que se toma en cuenta por la introducción de agua del subsuelo al sistema. Se lo obtiene multiplicando el coeficiente para aguas de infiltración por la longitud de la tubería.

El coeficiente para aguas de infiltración, es proporcional al diámetro de tubería de la tabla 3.9 de (Anchundia & Flores, 2012) se aporta el coeficiente según el diámetro de tubería construido.

Aporte de aguas ilícitas o erradas, es un caudal de aporte debido a la ilegalidad en las conexiones o por error en la conexión. Es resultado de la multiplicación del coeficiente para aguas ilícitas por la población o por el área en dependiendo en que función este el coeficiente para aguas ilícitas.

El coeficiente para aguas ilícitas lo definen (López R. , 2003) recomendando un valor entre 0.1 a 0.2 lts/seg.ha, y en función a la población de 5 lit/hab/d para poblaciones relativamente pequeñas. (Gómez, 2006) Recomienda un aporte de 80lit/hab/día en relación a las recomendaciones del Ex IEOS.

- **Anexo 4, memoria fotográfica**



**Foto 1.- Efluente por infiltración en el Rio Muerto de aguas residuales de La Fabril**



**Foto 2.- Pozos del colector junto a pozo no perteneciente al colector que descarga al Rio Muerto en jurisdicción de Montecristi**



**Foto 3.- Descarga al cauce del Rio Muerto proveniente del pozo ubicado junto al colector**



**Foto 4.- Puente La Pradera utilizado como botadero y presencia de animales en total estado de descomposición (límite cantonal)**



**Foto 5.- Colector**



**Foto 6.- Distribuidor de caudal pozo 39 trabajando sin aporte por lluvia**



**Foto 7.- Canal de San Agustín**



**Foto 8.- Toma de datos canal San Agustín**



**Foto 9.- Biodigestor Divino Niño 1**



**Foto 10.- Efluente del sistema de alcantarillado que descarga al canal San Agustín**



**Foto 11.- Toma de muestra en el inicio del canal San Agustín**



**Foto 12.- Toma de muestra para pruebas de laboratorio**



**Foto 13.- Entrega de muestras al Laboratorio Químico Marcos**



**Foto 14.- Encuesta realizada a los moradores**



**Foto 15.- Encuesta realizada a los moradores**



**Foto 16.- Propuesta canal/vía**

**Fuente: Vines Erika, Luis Chávez en colaboración de Leonardo Ponce**