

**PROYECTO DE INGENIERÍA: “RECUPERACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN SECTORES AFECTADOS POR LA DEMOLICIÓN DE TANQUES ELEVADOS Y DOTACIÓN A REASENTAMIENTO HABITACIONAL DE DAMNIFICADOS POR EL TERREMOTO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016”**



**MEMORIA TÉCNICA**

**EMPRESA PÚBLICA AGUAS DE MANTA**

**MANTA-MANABÍ**

**ABRIL 2022**

## CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES.....	1
2.	JUSTIFICATIVOS.....	3
3.	OBJETO DEL ESTUDIO.....	6
3.1	Objetivo General.....	6
3.2	Objetivos Específicos.....	6
4.	ALCANCE DE LOS ESTUDIOS.....	6
5.	ETAPA DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDADES.....	7
5.1	FASE 1: PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD.....	7
5.1.1	Información básica sobre el proyecto.....	7
5.1.2	Bases de diseño del proyecto.....	22
5.1.3	Período de diseño y vida útil de componentes.....	23
5.1.4	Áreas de servicio.....	23
5.1.5	Estudios demográficos.....	24
5.1.6	Demanda futura del servicio de agua potable.....	26
5.1.6.1	Determinación de caudales característicos.....	26
5.1.6.2	Volúmenes de Reserva.....	28
5.1.7	Comparación entre la oferta y la demanda.....	29
5.1.8	Planteamiento y análisis de alternativas.....	30
5.1.9	Selección de alternativa y viabilidad económica-financiera.....	32
5.1.10	Regularización ambiental.....	32
5.2	FASE 2: DISEÑOS DEFINITIVOS.....	32
5.2.1	Concepción Técnica del sistema propuesto.....	32
5.2.1.1	Topografía.....	34
5.2.1.2	Diseños Hidráulicos.....	35
5.2.1.3	Mecánica de suelos, geotecnia y geología.....	35
5.2.1.4	Diseño estructural.....	35
5.2.1.5	Diseños electro-mecánicos.....	35
5.2.1.6	Diseños de obras complementarias.....	35
5.2.1.7	Estudios ambientales – acorde a requerimientos del MAE.....	35
5.2.1.8	Presupuesto para la ejecución del proyecto.....	35
5.2.1.9	Evaluación económica y financiera del proyecto.....	35
5.2.1.10	Especificaciones técnicas de materiales y construcción.....	36
5.2.1.11	Manual de operación y mantenimiento.....	36

## **1. ANTECEDENTES.**

El cantón Manta, ubicado en la provincia de Manabí, posee 221.122 habitantes de los cuales el 98.4% están en el área urbana y 1.6% en el área rural con una densidad de 5.0 habitantes por vivienda. Según los resultados del mismo censo, la cobertura de agua mediante conexiones domiciliarias fue de aproximadamente 79% y la cobertura de alcantarillado de 64%.

La ciudad de Manta, principalmente sus zonas perimetrales rurales y urbanamarginal, en los últimos años han presentado un incremento poblacional importante sin una planificación organizada en cuanto a los servicios básicos, como los sistemas hidrosanitarios, que a su vez crea un problema económico e higiénico.

El 16 de abril de 2016 Manta fue afectada por un terremoto de 7.8 grados en la escala de Richter, de manera particular la parroquia Tarqui, denominada la zona cero, fue prácticamente destruida, obligando a muchas habitantes a desplazarse a otros lugares periféricos de la ciudad, resultando así en movimientos demográficos imprevistos. Otros sectores de la ciudad también sufrieron daños significativos de menor escala.

La zona cero fue declarada zona de riesgo, se estableció que nadie podría regresar a este sector hasta que se brinden las garantías necesarias de seguridad y la habilitación de los servicios básicos, con lo cual, era imperativo la planificación para la ocupación que se le pudiera dar luego de su restitución, para esto, se estableció también que muchos de los damnificados más pobres por el terremoto, no regresarían a sus anteriores hogares, por lo que debieron ser reubicados con ayuda de todas las instituciones nacionales y locales en el macro sector denominado Si Vivienda, ubicado en la zona periférica de la ciudad, el que para esa época ya era un sector proyectado para la implantación de viviendas de interés social por lo que fue necesario adelantar la implantación de las viviendas de los damnificados por el terremoto del denominado 16A (16 de abril).

Seguido a esto, existieron daños en las estructuras de seis tanques de reserva elevados que dotaban del servicio de agua potable a las partes adyacentes a dichos tanques y más altas de la ciudad, entre las que se encontraba el proyecto habitacional del municipio de Manta de nominado "Si Vivienda", por lo que era indispensable que fuera restituida su capacidad para poder dotar de un adecuado servicio de distribución del líquido vital, así como por la necesidad de ampliar la cobertura y sobre todo las horas de servicio a las nuevas zonas existentes y de expansión de la ciudad, especialmente las originadas a partir del movimiento telúrico.



**Imagen 1.** Derrocamiento de reservas posterior al terremoto de 2016



**Imagen 2.** Distribución mediante tanques cisternas a poblaciones afectadas

Para conseguir la restitución del servicio de dotación de agua potable, se definió que con la reconstrucción de los tanques no se podría suplir la demanda actual y futura de las zonas existentes dado por los nuevos asentamientos debido a la población desplazada por el terremoto, por lo que fue necesaria la implementación de una nueva Planta Potabilizadora y nuevas reservas que ampliará el volumen de producción y almacenamiento para alimentar la red de distribución presente y la ampliación para dichos asentamientos.

Adicionalmente, se conseguiría un gran impacto en el equilibrio hidráulico de la ciudad, que sufrió deterioro debido al evento telúrico, lo que generará importantes beneficios, no solo en los sectores directamente beneficiados si no también al resto de la ciudad de Manta, dado que se resolvería la situación de discontinuidad de dotación del líquido por el déficit hídrico del sistema, dado que la demanda de agua potable en todo el cantón es mayor que la disponibilidad de producción, resultando así, en un impacto instantáneo en la reducción de los problemas de roturas de tuberías por el estrés que ocurre en estas cuando se llenan y vacían, donde además se favorecería al cuidado de la calidad de agua potable dado que en la actualidad al no contar con una continuidad del servicio, no se tiene una constante circulación del líquido lo que trascienden en conflictos internos por la eficacia del cloro residual, lo que sería resuelto una vez que se garantice la continuidad de dotación con la nueva planta potabilizadora Manta.

## **2. JUSTIFICATIVOS.**

La Constitución Política del Estado Ecuatoriano en el Art. 264 del Capítulo Cuarto - Régimen de Competencias y el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización – COOTAD en el Art. 137, contienen el ejercicio de las competencias exclusivas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, siendo su obligación prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

El sistema de la ciudad no posee continuidad ni física ni horaria; es decir, no cubre la totalidad del área poblada de las parroquias y no se encuentra las 24 horas operando. Según el último censo realizado por el INEC en el 2010, los predios de la zona urbana de Manta tienen un 81.58% de acceso a agua potable por medio de la red pública, la cual no presenta un sistema continuo y de presión apropiada para los requerimientos modernos. Lo restante corresponde a acceso por carro repartidor (tanquero), pozos o fuentes naturales. Por otro lado, en el caso de alcantarillado sanitario, la situación se torna crítica puesto que solo un 66.8% de los predios se encuentran conectados a la red pública de alcantarillado, el cual no necesariamente es de alcantarillado sanitario si no pluvial, incrementando los problemas ambientales de la zona.

### **➤ Desde lo social:**

El evento del 16A, generó un desplazamiento importante de habitantes que resultó en nuevos asentamiento en las zonas periféricas suburbanas del cantón, lo que sumado al derrocamiento de los tanques, causó que en estas zonas donde los mantenses se desplazaron, no exista un correcto abastecimiento del líquido generando intermitencia en la dotación del servicio, lo que conlleva a la compra de vehículos cisterna, que representan no solo riesgos de contaminación si no a la salud de los habitantes, generando adicionalmente el ahorro económico por el cese de compra de agua por tanqueros que resulta más costoso para el usuario final.

El crecimiento poblacional de la ciudad e incremento de asentamiento en estos sectores ha generado que la demanda de agua potable se vea incrementada, lo que obliga a los usuarios a almacenar agua muchas veces en condiciones insalubres, como es en tanques reciclados de aceite de 200 litros, que son lavados y recubiertos internamente con mampostería, lo que contribuye al incremento de enfermedades gastrointestinales y a la proliferación de mosquitos que pueden afectar a la salud de los habitantes y turistas con enfermedades tropicales como el dengue, en ese sentido considerando también la connotación mundial que se ha generado producto de la pandemia la implementación de un abastecimiento agua potable adecuado garantiza una mejor respuesta hacia las medidas básicas de salubridad de los habitantes, mejorando notablemente su calidad de vida.

Los damnificados del terremoto tendrán un ahorro proveniente del pago de una tarifa por agua de calidad, en reemplazo de la compra de agua por tanqueros o carros cisterna, que normalmente son mayores que un abastecimiento por tubería. Así mismo se reducirá la inversión en medicamentos que deben adquirirse para solucionar los problemas de salud ocasionados por enfermedades de origen hídrico.

➤ **Desde lo técnico:**

Al aumentar la capacidad de producción de agua potable para la ciudad de Manta en 30.240 metros cúbicos día (350 l/s), permitirá dotar de agua potable de calidad y de manera continua a todos los sectores de la ciudad, beneficiando directamente a 83.628 habitantes para la actualidad y alrededor de 125.413 habitantes para las condiciones futuras.

La demolición de 6 tanques de almacenamiento de agua potable (VER ANEXO 1), técnicamente ubicados para el abastecimiento de sectores altos de la ciudad de Manta, dejó sin líquido a más de 45 mil habitantes en ese año.

Es importante hacer hincapié que en la actualidad los asentamientos consecuentes al terremoto se han ido desarrollando por sobre las cotas 90 a 140 msnm, situación que genera mayor complejidad a la hora de distribuir al líquido vital, generando así mayores incrementos en costos de bombeo, uso de energía y restricciones en el servicio.

Además del crecimiento acelerado que ha tenido la ciudad, estas zonas que en el pasado eran abastecidas por los tanques de almacenamientos derrocados, actualmente vislumbra una configuración hidráulica diferente, ya que en las condiciones actuales no se dispone el suministro continuo para abastecer del líquido al 100% de los habitantes, lo que se agravó más cuando fueron demolidas las reservas, por lo tanto, la configuración hidráulica futura desde la Planta Potabilizadora Manta iniciará desde la cota 150msnm. Su inversión se justifica y se sustenta en ello y concibe abastecer a los sectores que se encuentran a una mayor altitud con respecto a los antiguos tanques de almacenamiento, es decir la construcción de la planta potabilizadora Manta dotará del servicio a zonas que hoy en día no se podría técnicamente cubrir con los tanques que estaban implantados anteriormente.

La cristalización de la Planta Potabilizadora Manta marcará un hito importante para el cantón, a más de ser la primera en emplazarse en jurisdicción territorial de Manta, posibilitará la ampliación de producción de agua potable incrementando el

servicio por sobre la infraestructura ya construida generando una oportunidad de desarrollo para la Empresa Pública Aguas de Manta, pudiendo así desarrollar mejores estrategias de gestión del líquido dado que se obtendría la añorada continuidad del servicio de distribución.

➤ **Desde lo ambiental:**

Disminuir los efectos de contaminación microbiológica y de compuestos tóxicos ocasionados por el consumo de agua no potable adquirida a tanqueros o acarreada de fuentes no confiables, además del almacenamiento que generalmente se hace de manera antitécnica.

Este proyecto aprovechará la energía dinámica del agua cruda enviada desde la estación de bombeo Caza Lagarto para alcanzar la cota aproximada de 150 msnm, lo que permitirá que el abastecimiento a cada uno de los sectores beneficiarios se lo haga por gravedad, lo que conlleva a un menor impacto ambiental debido a que se evita la utilización de energía adicional al sistema.

Adicionalmente, es importante recalcar que la eliminación de las 5 estaciones de bombeo contribuye en la eficiencia ambiental y energética del sistema dado que las aguas ya no sería necesario elevarlas por medio de las estaciones que impulsaban a los tanques demolidos, si no que esto sería suplantado por un sistema a gravedad desde la planta potabilizadora a ser ubicada en la cota 150msnm.

➤ **Desde lo económico:**

La población beneficiará reducirá la compra de aguas por tanqueros, reduce enfermedades, reduce gastos por salud. Ahorro significativo en energía por el tratamiento a gravedad, ahorros de mantenimientos. Incrementas la continuidad, garantizar la oferta de agua potable. Al tener agua de calidad reducen la incidencia de enfermedades representadas en el presupuesto de salud

En lo institucional, al no brindar un servicio de agua potable constante se ve reducido el cobro del servicio lo que afecta a las finanzas de recaudación de la Empresa Pública Aguas de Manta. Por otro lado, se reducirán los costos de operación y mantenimiento respecto de las otras plantas de tratamiento que no funcionan a gravedad, como el caso de la planta que se proyecta.

Adicionalmente, el incremento del volumen de agua tratada generará a favor de la EPAM ingresos adicionales posibilitará atender a nuevos consumidores y ampliar las horas de servicio coadyuvando a reducir la morosidad de los usuarios que no pagan argumentando las deficiencias en el sistema, aumentando la recaudación y por ende los recursos para mejorar la sostenibilidad de las inversiones.

➤ **Desde lo institucional:**

Es necesario el fortalecimiento institucional de la Empresa Pública Aguas de Manta EPAM, que permita brindar un servicio de calidad, para esto será necesario la implementación de los un modelo de gestión basado en procesos, el levantamiento de cada uno de los procesos permitirá implementar un sistema de control de la

calidad en el que se establecerán estándares de rendimientos para cada una de las actividades, de la misma forma levantar los perfiles por competencias que son necesarios para que cada uno de los puestos estén ocupados por seres humanos con conocimientos, habilidades y destrezas necesarios para tener un buen desempeño, la calidad y la excelencia deberán ser los valores fundamentales que se manifiesten en todas las actividades del servicio a brindarse.

### **3. OBJETO DEL ESTUDIO.**

#### **3.1 Objetivo General**

- Recuperar el abastecimiento de agua potable en sectores afectados por la demolición de tanques elevados y dotación a reasentamiento habitacional de damnificados por el terremoto del 16 de abril del 2016 mediante la disponibilidad de los estudios técnicos definitivos.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Garantizar la disponibilidad de agua potable para toda la ciudad de Manta y particularmente en sectores afectados por el terremoto del 16 de abril, con la construcción de una Planta Potabilizadora de 350 l/s, evitando el racionamiento y la intermitencia en el servicio.
- Incrementar la continuidad del servicio de dotación de agua potable en un 99% del cantón.
- Recuperar el volumen de abastecimiento y llegar por medio de una nueva conducción hasta las redes de distribución de agua potable existentes de los sectores que eran abastecidos por los tanques que fueron demolidos.
- Beneficiar de manera directa a aproximadamente 80860 habitantes al final del período de diseño afectados por el terremoto y de manera indirecta a 221,122 habitantes de la ciudad al dotarlos de agua potable en forma continua.

### **4. ALCANCE DE LOS ESTUDIOS**

El alcance del estudio irá orientado a contar con los estudios y diseños definitivos de la planta potabilizadora Manta propiamente, líneas de aducción de agua cruda, líneas de conducción de agua tratada, aplicando las normas técnicas de diseño del INEN (NORMA CO 10.7 – 601 y NORMA CO 10.7 - 602), de conformidad al tamaño, condiciones y requerimientos de la localidad en estudio,

El área aproximada de la cobertura del sistema, según la verificación técnica realizada por el GAD Municipal tiene **1063.69** hectáreas, la que estará acorde con la planificación territorial de la zona afectada y actualmente urbanizada, la misma que servirá de base para los presentes estudios y diseños.



## 5. ETAPA DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDADES

### 5.1 FASE 1: PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD

#### 5.1.1 Información básica sobre el proyecto

##### a) Localización geográfica.

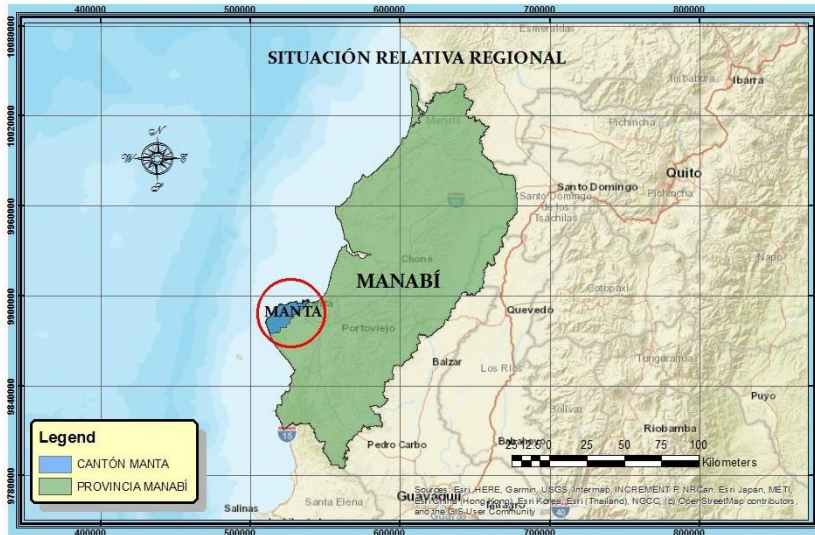
El presente subproyecto será desarrollado en el país de Ecuador ubicado al sur del continente América, en la provincia costera de Manabí, conocida por su gran desarrollo de las actividades agropecuarias, de turismo y pesca.



Gráfico 1. Situación relativa nacional

El objeto de este subproyecto se llevará a cabo en el cantón Manta, también conocido como San Pablo de Manta, el mismo que constituye la segunda urbe más poblada de la Provincia de Manabí. Se localiza en una bahía, que le ha dado la característica de puerto internacional en la costa del océano Pacífico, al centro de la región litoral del Ecuador, a una altitud media de la urbe de 50msnm y con un clima seco tropical entre 21°C y 28°C.

Tiene uno de los principales puertos para la economía ecuatoriana y de acuerdo con el catastro y proyecciones de la institución municipal cuenta con una población al año 2021 ascendería a 270.000 habitantes, lo que la convierte en la séptima ciudad más poblada del país.



**Gráfico 2.** Situación relativa regional

La georreferencia obtenida de la zona destinada a la Implantación del área que se beneficiarán del proyecto presenta las siguientes coordenadas.

PUNTO	ESTE	NORTE
1	530656.58	9894225.78
2	533674.09	9890215.2
3	530465.15	9887449.85
4	526531.73	9891440.85

**b) Área de influencia del proyecto.**

El cantón Manta es uno de los más importantes de la Provincia de Manabí, lo que hace menester la ejecución de un proyecto de estas características, ya que con esto se conseguirá elevar el nivel de vida de toda la población existente en la zona del proyecto.

El proyecto comprende dos áreas de influencia, la directa y la indirecta.

Se entiende por área de influencia directa del proyecto al sitio geográfico determinado por las siguientes condiciones:

- Zona involucrada en las actividades constructivas y operativas del proyecto.
- Zona de implantación de estructuras de recolección

Mientras que el área de influencia indirecta está comprendida en un radio de 500 metros en relación al área de influencia directa, tomando como referencia el perímetro de la zona del proyecto.

El área actual ocupada es de 1063.69 ha aproximadamente, que serán servidas inicialmente.

Se adjunta mapa de sectores o barrios en donde Planta Manta tendrá influencia directa:

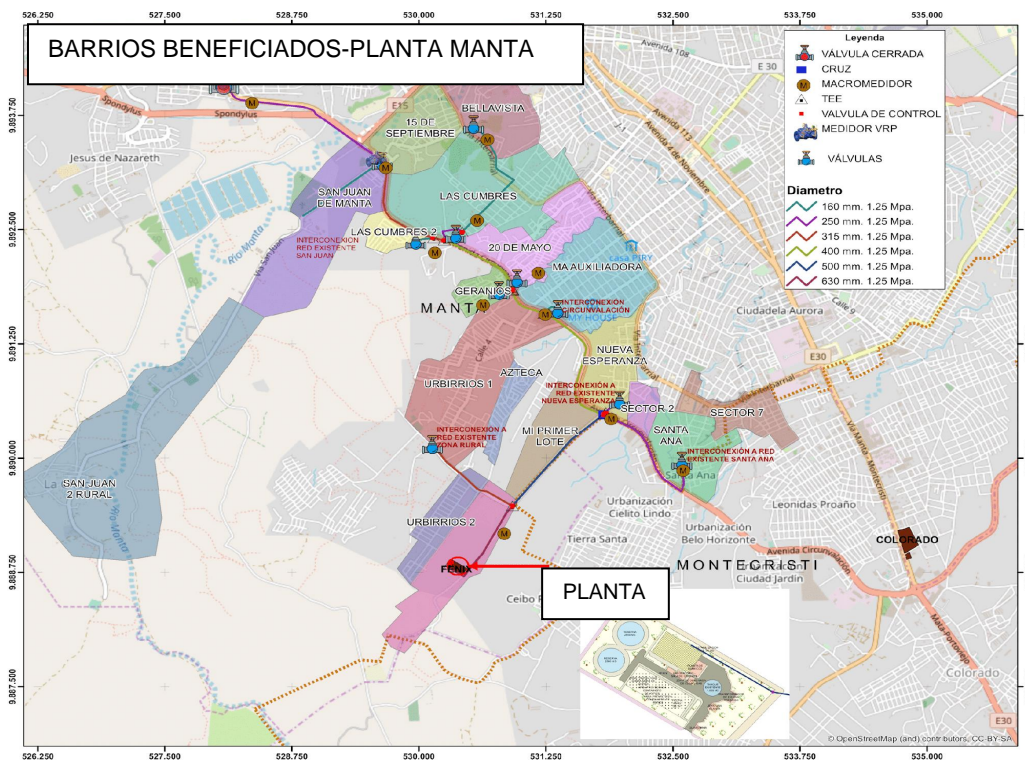


Gráfico 3. Barrios a ser beneficiados directamente por PTAP Manta

### c) Zonificación y densidad poblacional

El área de estudio actual de esta zona comprende todo el territorio afectado por el terremoto y que perdieron su sistema de agua potable, en lo que respecta a su almacenamiento para distribución. La densidad poblacional hacia el año cero (2023) se describe en el siguiente cuadro:

ORDEN	UBICACIÓN	AREA (Ha)	DENSIDAD (Hab/Ha 2023)
1	Santa Ana	50,02	34,55
2	Nueva Esperanza	38,32	23,43
3	Circunvalación	200,42	69,55
4	20 de Mayo	45,59	30,35
5	Los Geraneos	16,4	22,20
6	Cumbres 1	54,08	44,00
7	Cumbres 2	67,49	51,12
8	15 de Septiembre	50,5	42,47
9	Si Vivienda	540,87	50,69
		1063,69	

Cuadro 1. Densidad poblacional de barrios a ser beneficiados

De acuerdo a lo detallado, la densidad poblacional para el área a ser atendida por el diseño del sistema de agua potable al final del período de diseño, varía de acuerdo a las particularidades de cada zona específica del proyecto.

#### d) Estudios Demográficos

El estudio comprende una población a servir de 53704 habitantes para la actualidad y alrededor de 80860 habitantes para las condiciones futuras, los cuales son la población que quedó sin el servicio de agua potable, ya que los tanques elevados o de carga que tenían fueron afectados por el terremoto y finalmente demolidos.

Según datos oficiales del INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSO (INEC), el Cantón Manta, tiene una tasa de crecimiento anual de 1.8% datos obtenidos en el último CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA realizado en el país el 2010.

El nuevo sistema de tratamiento de agua potable, tanques de reserva y líneas de aducción y conducción de agua potable servirán a las siguientes áreas, que incluye áreas del reasentamiento de los damnificados por el terremoto y el área de la población que era usuaria de los sistemas alimentados por los tanques de reserva dañados por el terremoto:

ORDEN	UBICACIÓN	AREA (Ha)
1	Santa Ana	50,02
2	Nueva Esperanza	38,32
3	Circunvalación	200,42
4	20 de Mayo	45,59
5	Los Geraneos	16,4
6	Cumbres 1	54,08
7	Cumbres 2	67,49
8	15 de Septiembre	50,5
9	Si Vivienda	540,87
		1063,69

**Cuadro 2.** Áreas de diseño

La densidad poblacional de esta zona varía, por lo que se tendría una población en el año base (2023) de 53704 habitantes, los cuales estarían distribuidos de la siguiente manera.

ORDEN	UBICACIÓN	AREA (Ha)	DENSIDAD (Hab/Ha 2023)	HABITANTES 2023
1	Santa Ana	50,02	34,55	1728
2	Nueva Esperanza	38,32	23,43	898
3	Circunvalación	200,42	69,55	13939
4	20 de Mayo	45,59	30,35	1384
5	Los Geraneos	16,4	22,20	364
6	Cumbres 1	54,08	44,00	2380
7	Cumbres 2	67,49	51,12	3450
8	15 de Septiembre	50,5	42,47	2145
9	Si Vivienda	540,87	50,69	27417
		1063,69		53704

**Cuadro 3.** Habitantes en el año cero 2023

Para el cálculo de la población futura se han considerado las siguientes fórmulas:

➤ **Método Aritmético**

Este método considera que el crecimiento de la población es de manera constante, es decir sigue una línea recta en el tiempo, y responde a la siguiente ecuación.

$$Pf = Pa(1 + r.n)$$

Dónde:

Pf: Población Futura

Pa: Población Actual

n: Periodo de Diseño

r: Índice de Crecimiento.

➤ **Método Geométrico.**

En este método se supone que la población aumenta de forma análoga.

$$Pf = Pa(1 + r)^n$$

Dónde:

Pf: Población Futura

Pa: Población Actual

n: Número de periodos

r: Índice de Crecimiento.

➤ **Método Exponencial**

Este fue el primer método adecuado de proyección poblacional desarrollado que trataba de optimizar los recursos económicos de los proyectos a realizarse. La ecuación de este método es la siguiente.

$$Pf = Po(e)^{rt}$$

Dónde:

Pf: Población Futura

Po: Población actual

r: Tasa de Crecimiento

n: Número de Periodos.

Una vez analizado cada uno de los métodos propuestos, se procedió a realizar el cálculo con cada uno de los métodos y se obtuvo un promedio de todos los métodos. Cabe indicar que se toma como primer año del periodo de diseño el 2023, ya que se prevé a final de ese año que entre a funcionar la planta potabilizadora en su totalidad.

#### **e) Tamaño familiar**

Una vez que se ha levantado la información de las encuestas y la existente en el Gad de Manta, se ha podido determinar que el tamaño familiar en la zona en estudio es está conformado por 5 miembros, sin embargo, algunas familias se han ampliado dado que han asumido la responsabilidad de los nietos, sobrinos y hermanos/as.

#### **f) Climatología general de la zona circundante al área a servir.**

A diferencia del resto de la Costa ecuatoriana cuyo clima es sumamente caluroso, lluvioso y húmedo por excelencia, el clima de Manta es muy diferente, ya que por su privilegiada ubicación geográfica en el Centro - Sur del Ecuador hay factores que suavizan y modifican el clima de la ciudad y el cantón y lo hacen mucho más agradable en relación al resto de la Costa.

Uno de esos factores principales es la influencia directa de la Corriente Fría de Humboldt que hace su presencia en Manta la mayor parte del año, por lo que debido a la fuerte influencia de esta corriente marina, Manta se caracteriza por tener un clima subtropical a templado marítimo y muy agradable la mayor parte del año, y que por acción de esta misma corriente la hace también un lugar sumamente seco, árido y desértico, ya que del 100% Manta solo recibe un 15% de su totalidad de pluviosidad anual, estas son sumamente escasas y solo llueve entre 150 a 250 mm anuales, en relación al resto de la Costa que llueve hasta 2500 mm anuales, y las primeras lluvias de consideración se presentan en Manta a finales de Enero y finalizan la primera semana de Abril, en donde los meses más lluviosos son Febrero y Marzo.

Sus temperaturas, como en todas las ciudades ubicadas en la cercanía del Ecuador terrestre, promedian entre los 26°C y 31°C como máximo y entre 15°C y 19°C como mínimo. Su precipitación anual baja y su rango térmico delatan la fuerte influencia de la anomalía térmica causada por la Corriente Fría de Humboldt proveniente de la Antártida, la cual con un volumen de agua alrededor de entre 5 a 6 veces el del río Amazonas moldea gran parte del clima de la provincia de Manabí y de la Costa del Pacífico del Ecuador, así como de la región insular de Galápagos.

En la Costa ecuatoriana, y por acción directa de la Corriente Fría de Humboldt solo 4 ciudades gozan de este tipo de clima subtropical y templado marítimo: Manta, Salinas, Santa Elena y Puerto López. Tal y como es el caso de la Costa ecuatoriana, aquí también hay dos estaciones climáticas: Invierno y Verano.

La época de transición climática o “cambio de clima” de invierno a verano en Manta se presenta en la última semana de Abril, y el cambio de estación de verano a invierno se presenta en la semana final de diciembre en vísperas de Navidad y Año Nuevo, en las que la característica principal de un cambio de estación climática en la ciudad es que sus días y noches son totalmente despejados y el clima es sumamente variable en el día y algo frío y ventoso en la noche.

No siempre el invierno o verano en Manta son iguales todos los años, ya que estos siempre se verán modificados o afectados por factores climáticos como: el Fenómeno El Niño, el Fenómeno La Niña o alteraciones oceánicas de la misma Corriente de Humboldt, tal es el caso del año 2013 que Manta tuvo un cortísimo invierno de apenas 2 meses debido a una anomalía en la Corriente de Humboldt que enfrió el mar hasta los 18°C y el frío empezó a hacer su presencia en la ciudad desde Abril y finalizó entrando a Diciembre, afectando la salud respiratoria de sus habitantes en ese año, ya que la temperatura mínima llegó hasta los 15°C.

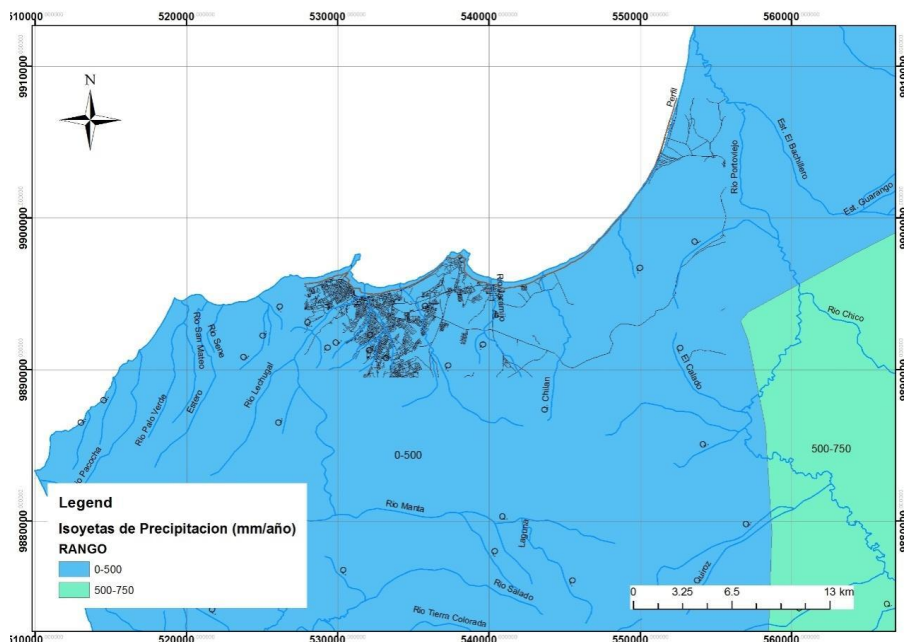


Gráfico 4. Isoyetas de precipitación de la parroquia y zona urbana.

### ➤ Precipitación (Mm)

Las precipitaciones son asociadas con las masas de aire húmedo que vienen desde el Océano Pacífico, comenzando a perder el mayor contenido de agua a través de una expansión adiabática, llamada así cuando el terreno comienza a ser escarpado.

La estación lluviosa se corresponde con la estación invernal que acumula gran concentración de agua en un periodo de cinco meses. La intensidad de las precipitaciones se incrementa del Este al Oeste, debido a la influencia del factor orográfico.

Según los datos del INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI), Manta presenta un promedio anual de precipitaciones de 465 mm y un valor medio mensual de 99 mm. Los meses de agosto, septiembre y octubre son los más secos, con precipitaciones casi nulas, y los meses de enero y febrero son los de mayor precipitación. La precipitación anual es severamente alterada en los años en que se presenta el evento El Niño, cuando el promedio de precipitación suele ser alto.

➤ **Temperatura del aire.**

El promedio anual de la temperatura en el Cantón Manta es de 25°C, llegando a una temperatura máxima de 30 °C y una mínima de 21.9°C, de acuerdo con los datos proporcionados por el INAMHI.

➤ **Humedad relativa.**

La humedad relativa fluctúa entre el valor medio interanual - 77%, el valor más alto-81% y el más bajo-73%.

➤ **Viento.**

Las mediciones reportadas en la estación climatológica indican que la velocidad media mensual del viento fluctúa entre 1.4 y 1.7 m/s, siendo el valor medio de 1.6 m/s. La dirección predominante del viento es de Norte a Sur. Se tienen ráfagas entre 8 y 12 m/s.

➤ **Heliofanía.**

En el Cantón Manta se presentan características de heliofanía (cantidad de exposición solar) particulares, en las que se puede determinar que los meses de mayor exposición solar están comprendidos en el periodo julio – septiembre y abril-junio. El promedio anual de horas de brillo solar hasta una altura de 500m fluctúa entre 600 y 1700 horas, en los meses de invierno se tiene la mayor cantidad de horas de brillo solar, según el INAMHI.

➤ **Evapotranspiración.**

La evapotranspiración potencial es mayor a 1,140 mm, la relación que existe entre la evapotranspiración potencial y la precipitación es de 2 a 4, es decir existe un déficit de humedad en esta zona entre el doble y el cuádruplo.

**g) Características físicas, geográficas y ambientales.**

El cantón Manta se encuentra sectorizada en la zona poblada que será el área directa de influencia del proyecto y en los sectores mineros y de conservación Natural que se convertirá en el área indirecta de influencia del mismo, como consecuencia de ello se hará mención de las especies de flora y fauna existentes en las mismas.



## ➤ FLORA

Por las condiciones encontradas en Manta, en la zona poblada no se encuentra mayor cantidad de especies pero si algo de diversidad, debido a la construcción de viviendas, parques, calles, etc., sin embargo podemos encontrar árboles frutales y ornamentales como cítricos, plátano, mango, acacias, ficus que son utilizados para el consumo diario. La vegetación en las zonas periférica pertenece al Bosque Natural Húmedo de la Costa, inclusive contando con áreas de conservación; El Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera “Pacoche” forma parte del Patrimonio Nacional de Áreas Naturales

<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>
<b>CASCOL</b>	Caesalpinia paipai
<b>MUYUYO</b>	Cordia lutea
<b>SAPOTE</b>	Capparis angulata
<b>CHALA</b>	Croton rivinaefolium
<b>EBANO</b>	Ziziphus thyriflora
<b>CEIBO</b>	Ceiba pentandra
<b>FICUS</b>	Ficus benjamina
<b>ACACIA AMARILA</b>	Caesalpinia spinosa
<b>PASTO ESTRELLA</b>	Cynodon plectostachium
<b>PASTO SABOYA</b>	Panicum maximum
<b>GUACHAPELI</b>	Albizia guachapele

**Cuadro 4.** Especies vegetales en la zona

## ➤ FAUNA

En el área directa de influencia del proyecto, específica en la zona poblada no se halló multiplicidad faunística; no obstante, se localizaron especies de animales domésticos tales como; gallinas, perros, gatos. Mientras que la periferia los animales encontrados fueron diferentes tipos de aves, reptiles y mamíferos, Cabe recalcar que en la zona poblada si se puede encontrar con animales de trabajo y transporte como los antes mencionados. En las zonas de áreas protegidas y bosque también se encuentra fauna endémica.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
GALLINA	Gallus Gallus
PERRO	Canis lupus familiaris.
GATO	Felis silvestris catus
VACA	Bos taurus
BURRO	Equus africanun asinus
CABALLO	Equus caballus
ARMADILLO	Dasyopus novemcintus
GUATUSA	Dasyprocta punctata
TIGRILLO	Leopardus tigrinus
GALLINAZO	Coragyps atratus
PALOMA	Columba cayennensis

**Cuadro 5.** Animales encontrados en la zona

La legislación ambiental vigente exige realizar un Estudio de Impacto ambiental, es mismo que estará compuesto por los siguientes estudios:

- Levantamiento de línea base ambiental: Esta primera parte del estudio se realizará en la primera fase del proyecto y conlleva un levantamiento físico (Estudios de suelo, agua, clima), biótico (flora y fauna) y socioeconómico. El objetivo es tener un parámetro de inicio para poder evaluar la posible degradación de los impactos negativos en cualquiera de los componentes ambientales.
- Evaluación y análisis de Impactos Ambientales identificados en el desarrollo del proyecto, el mismo que se realizará por medio de la Matriz de Leopold con el objetivo de tener una evaluación cuantitativa de los mismos y definir de mejor manera los medios de mitigación ambiental.
- Elaboración del Plan de Manejo Ambiental, el cual definirá las actividades mitigatorias para los impactos identificados y diferentes eventualidades socio ambientales. Este Plan estará compuesto por los siguientes programas: Mitigación de Impactos Ambientales, Contingencia, Capacitación, Salud Ocupacional y Seguridad Industrial, Manejo de Desechos, Monitoreo, Relaciones Comunitarias, Abandono y finalmente de ser necesario Regeneración de áreas. Esta actividad se realizará una vez que se defina la alternativa definitiva tal como los mencionan los términos de referencia.
- Análisis para la elaboración del cronograma y presupuesto del Plan de Manejo. Este valor deberá ser tomado en consideración en el proyecto desde su inicio hasta su operación y mantenimiento.

Cada una de las actividades anteriormente descritas será cumplida de acorde a cada una de las fases de aprobación del proyecto. Finalmente es importante mencionar que el Plan de Manejo Ambiental será elaborado para su implementación en la fase de construcción del proyecto y para la fase de operación y mantenimiento

## **h) Topografía general de la zona.**

La topografía de la zona del proyecto es irregular existen grandes diferencias entre las cotas, que van desde la cota 98 msnm hasta la cota 150 msnm, pero con ondulaciones en toda el área del proyecto, por lo que el diseño de las obras se lo ha realizado de la manera más detallada posible.

## **i) Riesgos naturales.**

La región costera del Ecuador geográficamente comprende toda el área al oeste de los Andes. Esta región incluye formaciones volcánicas, volcano-sedimentarias y sedimentarias, de edad Cretácico-Eoceno, sobre las que se han depositado las formaciones neógenas de ante-arco. En esta región se desarrollan cuatro cuencas sedimentarias de ante-arco con basamento oceánico y/o sedimentario; las cuales han sido rellenadas por espesas secuencias sedimentarias cenozoicas. Estas cuencas de ante-arco de norte a sur son:

- Cuenca Neógena de Borbón o Esmeraldas, de eje noreste - suroeste y que continúa en Colombia con el nombre de Tumaco.
- Cuenca de Manabí de eje noreste – suroeste.
- Cuenca Progreso de eje noreste – sureste.
- Cuenca Sumergida Jambelí (Toro, 1994).

Los rasgos estructurales más importantes de la Costa Ecuatoriana se constituyen en límites de dichas cuencas. Los ejes de las cuencas Borbón y Manabí son paralelos, pero están desplazados por accidentes transversales (interpretados como fallas de desplazamiento sinistral) como son la Falla Esmeraldas (que separa la cuenca Borbón de la de Manabí) y la Falla de Bahía de Caráquez (que separa las subcuencas Manabí Norte de la Manabí Sur, localizándose el proyecto en esta última). La Cordillera Chongón - Colonche (CChC), separa la Cuenca de Manabí de la Cuenca Progreso, y está limitada por las fallas de rumbo sinistral Carrizal al noreste y La Cruz al suroeste, y por el levantamiento Santa Elena. Por último, la Cuenca Progreso está separada de la Cuenca Jambelí por la continuación de la Mega Falla Dolores - Guayaquil.

El basamento cristalino de la Costa está constituido por rocas de la Formación Piñón, considerados como fragmentos de corteza oceánica acrecionada en el terciario inferior (Goossens y otros 1997). Sobre yaciendo concordantemente a este zócalo basáltico, se encuentran los sedimentos pelágicos de la Formación Cayo del Senoniano - Maestrichtiano, considerados como piso oceánico suprayacente (Dávila, 1990).

En la Costa Ecuatoriana, las rocas que conforman el prisma acrecional son rocas que se depositaron en cuencas de talud de fosa en ambiente marino, cuyas edades van desde el Paleoceno al Eoceno. Estos depósitos fueron emplazados tectónicamente a su actual posición, mediante sucesivas fallas inversas escalonadas, como consecuencia de la subducción de la Placa Oceánica Farallón y posteriormente Nazca.

Al norte de la Cordillera Chongón - Colonche, en el prisma acrecional afloran principalmente rocas volcánicas de la Formación Piñón (localizada aproximadamente a 1 km al sur de la Subestación Montecristi) y en menor proporción volcansedimentos de la Formación Cayo.

Al sur de la Cordillera Chongón - Colonche, el prisma acrecional está conformado principalmente por rocas deformadas del Grupo Azúcar del Paleoceno, rocas cretácicas como las de La Libertad y Salinas, y sedimentos turbidíticos eocénicos con menor deformación del Grupo Ancón (Benítez, 1986).

Durante el Cenozoico, a partir del Oligoceno Superior, en la región costanera del Ecuador se produce una sedimentación marina litoral. Los sedimentos se acumulan en cuencas subsidentes de ante-arco limitadas por rasgos estructurales heredados de la evolución geodinámica Paleógena, cuyo fin marca el término de las acreciones de terrenos exógenos y hace que el aspecto del territorio ecuatoriano sea muy similar a su aspecto actual, salvo por la altura que es una adquisición neógena (Marocco, 1991).

Luego del hiato sedimentario del Oligoceno Inferior Medio, en el que se produjo el levantamiento general de la costa ecuatoriana, a partir del Oligoceno Superior Mioceno Inferior se forman las cuencas sedimentarias neógenas de ante-arco del Ecuador: Borbón, Manabí, Progreso y Jambelí limitadas por fallas y la Cordillera Chongón - Colonche, las cuales comienzan su relleno en el Oligoceno Superior Mioceno Inferior y continúan hasta el Plioceno.

En general, estas cuencas tuvieron una evolución sedimentaria neógena semejante, con conglomerados gruesos a la base, seguidos por sedimentos finos como areniscas, lutitas y tobas organizados en cuatro secuencias sedimentarias. Sus diferencias radican en el espesor de los sedimentos (Santos, 1983).

El neógeno en la Costa es poco deformado, con unidades que muestran basculamientos y pliegues de alto radio de curvatura. No se han identificado discordancias angulares, lo que indica que la tectónica Cenozóica Superior no ha tenido efectos estructurales importantes en esta parte del país (Marocco, 1991).

En general, la sedimentación terciaria estuvo controlada por una subsidencia diferencial continua, lo cual permitió la acumulación de sucesiones sedimentarias de gran espesor, aproximadamente 10,000 m en la Cuenca Progreso y Golfo de Guayaquil; 3,000 m en la Cuenca de Santa Elena; más de 9,000 m en la Cuenca Manabí; 10,000 m en la Cuenca Jambelí y al menos 4,000 m en la Cuenca Borbón.

La Cuenca del Guayas es la más joven y se formó en el Neógeno Superior, con el levantamiento de las cordilleras costeras que originó un desplazamiento del eje de depositación hacia el este, dando como resultado potentes depósitos fluviales y de piedemonte (Robalino, 1988).

Durante el cuaternario, movimientos epirogénicos provocaron la formación de terrazas bioclásticas marinas escalonadas denominadas Tablazos que consiste de

por lo menos tres terrazas atribuidas al Pleistoceno, bien desarrolladas en las áreas de Manta, Santa Elena e Isla Puná (Baldock, 1982).

### ➤ **GEOMORFOLOGÍA**

La región costanera se extiende al oeste de los Andes por debajo de los 600 msnm su anchura mayor de 180 km a la latitud de Guayaquil se reduce a 100 km al norte de Santo Domingo, y a una franja de 20 a 40 km en el sur. Las partes occidentales y nor-occidental presentan relieves altos y moderados constituidos por un macizo longitudinal o cordillera costanera, bien representado al norte, entre Esmeraldas y Chone y al sur entre Portoviejo y Jipijapa con una dirección NNE – SSO y altitudes máximas entre 600 y 800 msnm.

A partir de Jipijapa, la cordillera toma la forma de un arco, y se caracteriza por un descenso gradual hacia Guayaquil al SE donde desaparece. De una parte y otra, la Cordillera Costanera está bordeada por relieves tabulares y colinados inferiores a 450 – 600 m, más extensos e inclinados hacia el este. Relieves muy bajos y extensos valles aluviales ocupan el hiato de la cordillera entre Portoviejo y Chone. Al noreste del Río Esmeraldas, relieves bien disectados bajan suavemente desde el pie de la cordillera hasta el océano; la Península de Santa Elena y la Isla Puná, se caracterizan por zonas colinadas entre 100 y 200 msnm, cerros aislados y planicies bajas cerca del mar.

Al pie de los Andes se extiende una gran planicie de 80 Km de ancho. Está ligeramente disectada al norte cerca de Santo Domingo de la Tsachilas donde alcanza 600 msnm y baja suavemente hacia el NO (200 m en Quinindé) y hacia el sur (20 m en Babahoyo) donde es sustituida por una llanura aluvial entre 0 y 5 m, drenada por grandes ríos meándricos y parcialmente inundable, la Cuenca del Guayas que se prolonga por una estrecha faja hasta el Perú. Las costas son de tres tipos:

Costas acantiladas con pequeñas bahías, como las que se encuentran entre Manta y Manglaralto.

Costas con pequeños acantilados y playas rectilíneas delanteras tales como las que se encuentran en la Península de Santa Elena e Isla Puná.

Costas bajas de tipo deltáico con manglares en la cercanía de Valdez, Guayaquil y a lo largo de la costa sur.

La geomorfología se encuentra relacionada con la litología de las formaciones, disminuyendo el relieve de oeste a este, de 600 a 10 m. En la zona donde se localiza el proyecto, geomorfológicamente puede dividirse en dos zonas:

a) La zona externa litoral caracterizada por tener los terrenos geológicos más antiguos. En la parte sur de esta franja litoral se encuentran las prolongaciones norteñas de la cordillera húmeda de Chongón - Colonche hasta más al norte de Jipijapa. De aquí hacia el norte hasta la zona de Bahía de Caráquez las montañas litorales presentan grupos montañosos más bajos y macizos irregulares, rodeados

por terrenos bajos. Esta última región es seca y la vegetación es xerofítica. En esta zona se localiza la Línea de Derivación y Subestación.

b) La zona interior del área es extensa y está caracterizada por un relieve de mesetas disectadas y erosionadas por la red de drenaje. Toda esta zona es húmeda y está cubierta por una vegetación espesa y boscosa.

El sistema hidrográfico del área no está bien desarrollado. Las cuencas hidrográficas más importantes son las del Río Daule, Río Chone y Río Portoviejo, siendo esta la más cercana al Proyecto. La zona de mesetas erosionadas del interior del área constituye el divorcio de agua entre la red hidrográfica del Río Daule que drena la zona hacia la cuenca del Río Guayas; y, las redes hidrográficas de las cuencas de los ríos Portoviejo y Chone que desembocan en la costa pacífica. El resto de ríos que drenan a la costa son muy cortos y en la estación veraniega muchos de ellos se secan, es en las cuencas de estos que se localiza el proyecto (Río Jaramijó y Río Burro). El patrón de drenaje de las cuencas hidrográficas es dendrítico y se desarrolló gracias a la presencia de los sedimentos subhorizontales de la Cuenca de Manabí.

El objetivo del estudio geológico – geotécnico es determinar la localización más segura de los componentes de las diversas alternativas ante posibles riesgos naturales y el suministro de los parámetros geomecánicos que sirven para el diseño definitivo de las diferentes partes del proyecto.

### ➤ **MARCO TECTÓNICO**

El Ecuador por encontrarse en la porción noroccidental del continente sudamericano se encuentra afectado por fenómenos de sismicidad y vulcanismo, sumamente activos, debido a que forma parte del cinturón de fuego que geodinámicamente tiene relación con un límite de placas en convergencia (Memoria Explicativa del MSE, 1991).

La tectónica asociada a zonas de subducción está relacionada con la densidad de las placas subducidas, la velocidad de convergencia y particularmente los efectos de resistencia a la subducción.

Las investigaciones sobre la geodinámica del Pacífico Oriental, indican que el proceso actual comenzó hace aproximadamente 26 millones de años, cuando se generaron las placas de Cocos y Nazca a expensas de la reorganización de la placa Farallón.

Los procesos de subducción de la placa de Nazca originan una zona de alta sismicidad (Zona de Benioff), que se inclina hacia el continente, donde la profundidad de los sismos se incrementa en el sentido de la inclinación, pudiendo alcanzar más de 200 Km bajo la llanura amazónica.

El análisis de los datos sismológicos, la determinación de las fallas activas y el análisis sismotectónico, han permitido que al Ecuador se lo pueda zonificar en 7 fuentes sismogénicas de mayor a menor desde la A hasta la G.

El área del proyecto se encuentra en la Zona B del Mapa Sismotectónico del Ecuador, la cual está relacionada con la fosa oceánica y el inicio de la subducción de la Placa Nazca bajo la Placa Sudamericana que provoca importantes esfuerzos de cizalla, produciendo de esta forma fallas transcurrentes dextrales y sinestrales.

La Zona B tiene un registro de sismicidad alto con predominio de sismos superficiales altamente destructores. El 31 de enero de 1906, se tiene constancia de un terremoto con efecto destructor en Esmeraldas cuyo epicentro fue en el mar, de intensidad 9.0 en la escala de Mercali, a este terremoto se lo cataloga como el quinto más fuerte registrado en el mundo. Durante el período instrumental de 1956 – 1990 se marcan tres sismos importantes en la localidad de Esmeraldas los cuales varían en intensidad entre (7 – 9) en la escala de Mercali Modificada llegando a ser destructores.

Desde 1990 - 2010 en la zona se han presentado sismos de magnitud mayor o igual a 4 en la escala de Richter, esto muestra que la zona se encuentra dentro de una zona tectónicamente activa.

Deben considerarse las fallas presentes en el área de estudio, puesto que registran sismos de 4,3 en la escala de Richter, los cuales son superficiales, esto puede indicar que el área de estudio y sus alrededores corresponden a una zona vulnerable a la que se debe prestar atención.

### ➤ **DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA LOCAL**

En la zona del Proyecto afloran la Formación Tablazo perteneciente al Pleistoceno y también se localizan Aluviones Modernos del Holoceno, también del Cuaternario.

### ➤ **FORMACIÓN TABLAZO (Ct)**

La Formación Tablazo (Foto GE – 01) pertenece al Pleistoceno sin que se pueda precisar su edad y este a su vez al Cuaternario. El nombre de Tablazo fue tomado de las terrazas marinas del Perú NW.

Numerosos autores han estudiado esta formación entre los cuales hay que anotar a Sheppard (1927, 1930, 1937) y Hoffstetter (1948 - 1952); Senn (1940) ha sido el primero en aplicar la expresión Tablazo del Perú al Ecuador. Si hasta ahora en la zona de Manabí (Sheppard 1930) se ha considerado tres tablazos, la cartografía geológica, ha permitido precisar, de manera segura, que se trata de un solo tablazo que moldea las estructuras antiguas a alturas variables.

Descansa sobre cualquier formación anterior y ha sido afectado por la tectónica de fallas cuaternarias. Litológicamente aparece como una sucesión de niveles duros y compactos, microconglomerados a brechas con cemento calcáreo hasta calizas detríticas conchíferas Localmente (Pacoche) la formación está representada por sólo 1 m, de caliza blanca pulverulenta. El espesor máximo observado alcanza 30 m. Las mesetas formadas por el Tablazo están siempre recubiertas por limos grises de alteración sobre la Formación Tablazo se localiza la Subestación Montecristi y la Línea de Derivación, la primera en un 100 %, y la segunda en aproximadamente un 90%.

## ➤ ALUVIONES MODERNOS (AM)

Los Aluviones Modernos pertenecen al Cuaternario. La composición varía considerablemente según la zona de alimentación: arcillas removidas de Tosagua, con guijarros de Charapotó en la zona de Sancán, grava y brechas sueltas en las zonas donde afloran las formaciones Piñón y San Mateo, arenas arcillosas en la parte occidental donde aflora la Formación Canoa.

## ➤ CONSIDERACIONES DE LA PELIGROSIDAD POR FENÓMENOS NATURALES SISMICIDAD

El marco tectónico establecido para estudiar las fuentes sismogénicas en la zona de influencia directa, permite definir las siguientes fallas cuaternarias, cercanas al área del proyecto:

**a) Falla de Bahía de Caráquez** Esta falla, representada por el código 10 de la Figura GE - 01, afecta los sedimentos terciarios, que aparecen levantados hacia el este de la falla. Afecta también sedimentos marinos. Se trata de una falla de alrededor de 46 Km de largo dividida en dos ramales: Norte y Sur Geomorfológicamente, la sección norte de la falla se manifiesta por la presencia de escarpes triangulares en la costa; y, la sección sur se manifiesta por trazos irregulares que ponen en evidencia un movimiento reverso.



**Grafico 5.** Edad de la última ruptura de las fallas: Holoceno y fallas principales de la zona de estudio.

### 5.1.2 Bases de diseño del proyecto

Las bases de diseño permitirán el correcto dimensionamiento para mejoras y nuevas obras para la demanda futura. Por otro parte corresponderán a la realidad socio-económica de la comunidad, la tecnología disponible, los riesgos implicados y la adopción de un proceso de optimización de soluciones y costos.



Los parámetros y bases de diseño adoptadas son las Normas de Diseño INEN (NORMA CO 10.7 – 601 y NORMA CO 10.7 - 602), asimismo otras de índole nacional específicas de alguno otros municipios y de ser el caso normas internacionales.

Con ellas se realizará el dimensionamiento de las alternativas y diseño definitivo del sistema de agua potable, las mismas que se encuentran en el contexto de las normas de la Subsecretaría de Agua Potable y Saneamiento Básico (SAPSB).

La selección de estos parámetros permite definir el tamaño del sistema y como consecuencia lógica determinará los costos tanto de inversión como de operación y mantenimiento.

### **5.1.3 Período de diseño y vida útil de componentes.**

Este es el número de años durante los cuales la obra trabaja en condiciones favorables para la que fue diseñada, y es donde recién trabajará a toda su capacidad proyectada.

A continuación, se señala los parámetros o factores que intervienen en la selección de dichos años:

- Vida útil de las estructuras y equipo tomados en cuenta, obsolescencia, desgaste y daños.
- Ampliaciones futuras y planeación de las etapas de construcción del proyecto.
- Cambios en el desarrollo social y económico de la población
- Comportamiento hidráulico de las obras cuando éstas no están funcionando con toda su capacidad.

La vida útil de los principales componentes del sistema en cada una de las alternativas, se ha determinado de acuerdo con sus características, de la siguiente manera:

- Tuberías de líneas de conducción, redes originalmente estuvieron consideradas en PVC, pero luego de reuniones mantenidas con representantes del BEI y de EEEP del Comité de Reconstrucción se llegó a la conclusión de emplear combinación de materiales en PVC y PEAD las cuales tienen un tiempo de vida útil de 50 años aproximadamente
- Equipos electromecánicos 10 años
- Plantas de tratamiento (Obras civiles) 25 años
- Equipos de Bombeo 10 años

Para el presente proyecto se adopta un período de diseño de acuerdo con las características socioeconómicas del área en estudio, y las recomendadas en las normas de diseño vigentes de 25 años.

### **5.1.4 Áreas de servicio**

El cantón Manta es uno de los más importantes de la Provincia de Manabí, lo que hace menester la ejecución de un proyecto de estas características, ya que con

esto se conseguirá elevar el nivel de vida de toda la población existente en la zona del proyecto.

El proyecto comprende dos áreas de influencia, la directa y la indirecta.

Se entiende por área de influencia directa del proyecto al sitio geográfico determinado por las siguientes condiciones:

- Zona involucrada en las actividades constructivas y operativas del proyecto.
- Zona de implantación de estructuras de recolección

Mientras que el área de influencia indirecta está comprendida en un radio de 500 metros en relación al área de influencia directa, tomando como referencia el perímetro de la zona del proyecto.

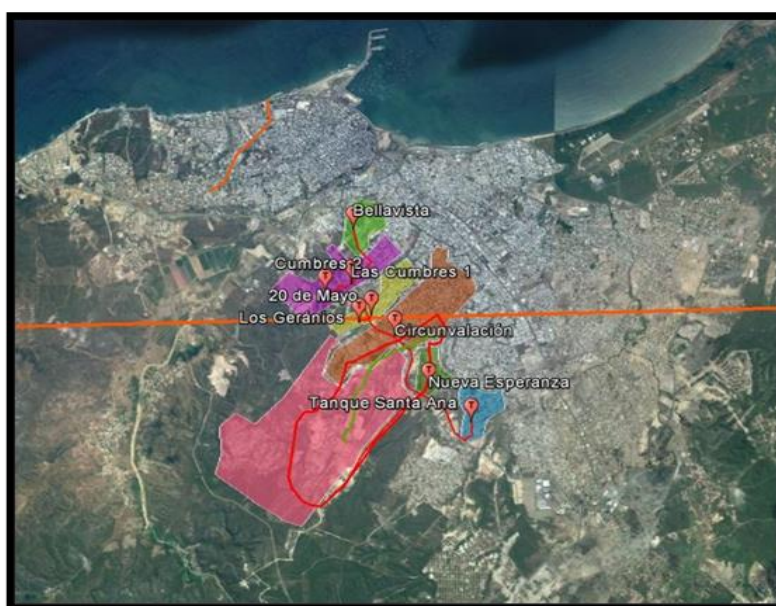


Gráfico 6. Área Beneficiada

### 5.1.5 Estudios demográficos

Según datos oficiales del INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSO (INEC), el Cantón Manta, tiene una tasa de crecimiento anual de 1.8% datos obtenidos en el último CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA realizado en el país el 2010.

#### a) Población actual

Los barrios anteriormente indicados para el año cero (2023) presentan de acuerdo a la proyección del último censo poblacional 53704 habitantes la misma que está acorde a la realidad de los sectores que han fueron afectados en el terremoto de

2016 y que perdieron sus componentes de almacenamiento de agua potable y por ende vieron afectados sus abastecimientos.

## b) Proyecciones demográficas

Acorde a las proyecciones futuras la población estimada a 25 años será de alrededor de 80860 habitantes según se ha calculado en el siguiente cuadro:

POBLACION URBANA ASENTADA AL 2023		38.873	Hab			
POBLACION URBANA ASENTADA AL 2023 MAS POBLACION FLOTANTE 10%		42.760	Hab			
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL - INEC		1,82%				
PERIODO DE DISEÑO	ORDEN	AÑO	METODO DE PROYECCION GEOMETRICA	METODO DE PROYECCION ARITMETICA	METODO DE METODO EXPONENCIAL	PROMEDIO POBLACION
	0	2010	42760,30	42.760,30	42760,30	42760
	1	2011	43538,54	43.538,54	43545,67	43541
	2	2012	44330,94	44.316,77	44345,46	44331
	3	2013	45137,76	45.095,01	45159,94	45131
	4	2014	45959,27	45.873,25	45989,38	45941
	5	2015	46795,73	46.651,49	46834,06	46760
	6	2016	47647,41	47.429,72	47694,25	47590
	7	2017	48514,59	48.207,96	48570,24	48431
	8	2018	49397,56	48.986,20	49462,32	49282
	9	2019	50296,59	49.764,44	50370,78	50144
	10	2020	51211,99	50.542,67	51295,93	51017
	11	2021	52144,05	51.320,91	52238,06	51901
	12	2022	53093,07	52.099,15	53197,51	52797
0	13	2023	54059,37	52.877,39	54174,57	53704
1	14	2024	55043,25	53.655,62	55169,59	54623
2	15	2025	56045,03	54.433,86	56182,87	55554
3	16	2026	57065,05	55.212,10	57214,77	56497
4	17	2027	58103,64	55.990,34	58265,62	57453
5	18	2028	59161,12	56.768,57	59335,77	58422
6	19	2029	60237,86	57.546,81	60425,57	59403
7	20	2030	61334,18	58.325,05	61535,39	60398
8	21	2031	62450,47	59.103,29	62665,60	61406
9	22	2032	63587,07	59.881,52	63816,56	62428
10	23	2033	64744,35	60.659,76	64988,67	63464
11	24	2034	65922,70	61.438,00	66182,30	64514
12	25	2035	67122,49	62.216,24	67397,85	65579
13	26	2036	68344,12	62.994,47	68635,73	66658
14	27	2037	69587,98	63.772,71	69896,35	67752
15	28	2038	70854,48	64.550,95	71180,12	68862
16	29	2039	72144,04	65.329,19	72487,46	69987
17	30	2040	73457,06	66.107,42	73818,82	71128
18	31	2041	74793,98	66.885,66	75174,64	72285
19	32	2042	76155,23	67.663,90	76555,35	73458
20	33	2043	77541,25	68.442,14	77961,42	74648
21	34	2044	78952,50	69.220,37	79393,32	75855
22	35	2045	80389,44	69.998,61	80851,52	77080
23	36	2046	81852,52	70.776,85	82336,50	78322
24	37	2047	83342,24	71.555,09	83848,75	79582
25	38	2048	84859,07	72.333,32	85388,78	80860

Cuadro 6. Proyección poblacional al año 2048

### 5.1.6 Demanda futura del servicio de agua potable

En el actual sistema de distribución de agua, no se cuenta con una micro medición (no existen redes) que ayude a estimar la dotación promedio necesaria para satisfacer las necesidades de la población del proyecto, sin embargo, se cree conveniente adoptar una dotación inicial de 230 l/hab/día.

Para justificar la dotación propuesta se ha desglosado de la siguiente manera, en relación con sus usos.

<b>USOS</b>	<b>CONSUMO</b>
Bebidas y cocina	50.00 l/hab-día
Lavado de ropa	50.00 l/hab-día
Baño y lavado de manos	60.00 l/hab-día
Instalaciones sanitarias	70.00 l/hab-día
<b>TOTAL</b>	<b>230.00 l/hab-día</b>

**Cuadro 7.** Cálculo de dotación de agua potable-Tipo de uso

Por ende se acoge de acuerdo a la normativa nacional una dotación inicial correspondiente a 230.00 l/hab-día, la misma que tendrá un incremento de 1 l/s, por cada año del periodo de diseño.

Sobre la base del consumo actual de agua potable y de las proyecciones de población se calcularon los siguientes caudales característicos del sistema.

#### 5.1.6.1 Determinación de caudales característicos

Antes de diseñar el sistema de agua potable hay que considerar que siempre se producen variaciones diarias y horarias en el consumo de agua potable debido a la existencia de horas pico o de máximo consumo en el día, los caudales vienen dados por la demanda y los factores de mayoración. Con el fin de realizar un diseño acorde a la realidad de la zona dichas variaciones diarias y horarias de consumo con respecto al consumo medio anual, se adoptarán los factores sugeridos por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental.

➤ **Consumo medio diario qmd (l/s).**

$$Q_m = (P * D) / 86400 \text{ (l/s)}$$

En donde:

Q<sub>md</sub> = caudal medio diario, l/s

P = Población al final del período de diseño,

D = Dotación futura, 255 l / hab. / Día.

➤ **Consumo Máximo Diario QMD (l/s).**

Se define como el caudal que corresponde al día de máximo consumo y se determina multiplicando el caudal medio diario por un coeficiente de mayoración KMD.

En donde:

$$QMD = KMD * Qmd$$

KMD = Se asume 1.30

➤ **Consumo Máximo Horario QMH (l/s).**

Se define como el caudal que corresponde a la hora de máximo consumo. El caudal máximo horario se lo ha determinado multiplicando el caudal medio diario por un coeficiente de mayoración KMH de acuerdo a las normas de la SAPSB.

En donde:

$$QMH = KMH * Qmd$$

KMH = Se asume 2.00

➤ **Consumo Máximo Horario + Incendio (l/s)**

Las dotaciones de agua contra incendios, así como el número de incendios simultáneos se han adoptado según las indicaciones de la siguiente tabla

NUMERO DE HABITANTES (en miles)	NUMERO DE INCENDIOS SIMULTANEOS	DOTACIO POR INCENDIO (l/s)
5	1	10
10	1	10
25	2	10
50	2	20
100	2	25
200	3	25
500	3	25
1000	3	25
2000	3	25

**Cuadro 8.** Dotaciones por habitantes para SCI

Con los parámetros señalados se obtiene la siguiente tabla de caudales:

ORDEN	UBICACIÓN	HABITANTES 2048	qmd	qmd+p	QMD	QMH	QMD+H
1	Santa Ana	3802	11,22	13,47	17,51	26,93	27,51
2	Nueva Esperanza	2913	8,60	10,32	13,41	20,63	23,41
3	Circunvalación	15236	44,97	53,96	70,15	107,92	80,15
4	20 de Mayo	3466	10,23	12,27	15,96	24,55	25,96
5	Los Geraneos	1247	6,89	8,26	10,74	16,53	20,74
6	Cumbres 1	4111	12,13	14,56	18,93	29,12	28,93
7	Cumbres 2	5131	15,14	18,17	23,62	36,34	33,62
8	15 de Septiembre	3839	11,33	13,60	17,68	27,19	27,68
9	Si Vivienda	41116	121,35	145,62	189,31	291,24	209,31
		80860	241,86	290,23	377,30	580,46	477,30

**Cuadro 8.** Cálculo de caudales de diseño

### 5.1.6.2 Volúmenes de Reserva

#### ➤ Volumen de Regulación

Para poblaciones mayores de 5000 habitantes, se tomará para el volumen de regulación el 25% del volumen consumido en un día, considerando la demanda media diaria al final del período de diseño. Su valor es de:

$$V_r = 0.25 \times \text{DMA}$$

#### ➤ Volumen de protección contra incendios

Para poblaciones de más de 20 000 habitantes futuros se aplicará la fórmula

$$V_i = (100)^{0.5} p, \text{ en m}^3.$$

En donde:

p = población en miles de habitantes

V<sub>i</sub> = volumen para protección contra incendios, en m<sup>3</sup>

#### ➤ Volumen de emergencia

Para poblaciones mayores de 5000 habitantes, se tomará el 25% del volumen de regulación como volumen para cubrir situaciones de emergencia. Para comunidades con menos de 5 000 habitantes no se calculará ningún volumen para emergencias.

#### ➤ Volumen en la planta de tratamiento

Será el volumen de agua para atender las necesidades propias de la planta de tratamiento Manta, para el efecto de acuerdo de las experiencias obtenidas en las demás plantas potabilizadoras existentes, se ha adoptado un volumen fijo de 100m<sup>3</sup>, en virtud de las necesidades en distintas épocas del año.

#### ➤ Volumen Total

Por lo expuesto en el párrafo anterior, la reserva o volumen total para el Sistema de Agua Potable al final del período de diseño, será:

$$\text{Volumen Total} = \text{Vol. Reg.} + \text{Vol. inc.} + \text{Vol. emer.} + \text{Vol. Planta}$$

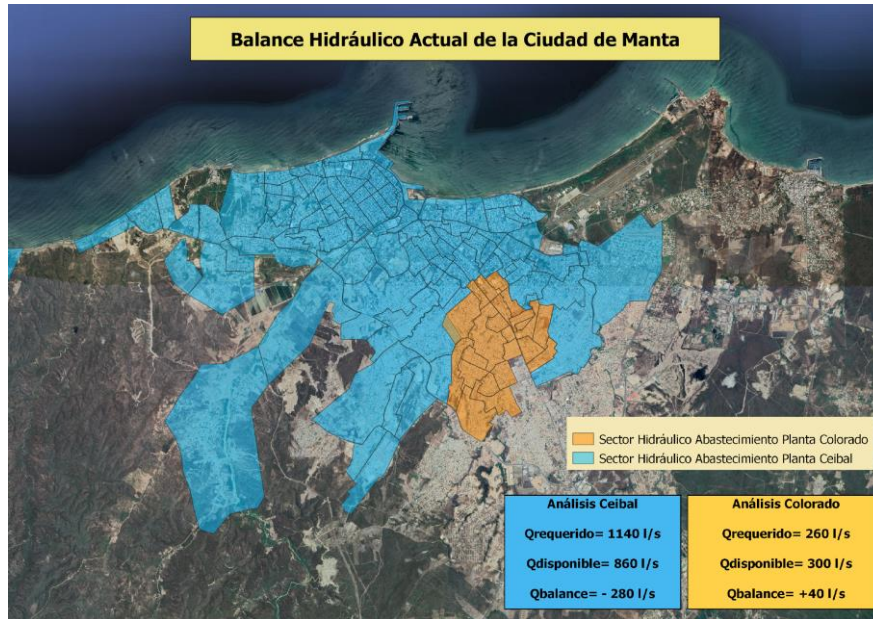
Sobre la base del consumo actual de agua potable y de las proyecciones de población se resume en el siguiente cuadro de volumen de demanda total del proyecto:

<b>VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO MANTA</b>				
<b>TANQUE DE RESERVA PRINCIPAL</b>				
<b>VOLUMEN DE TANQUE REQUERIDO MANTA</b>				
<b>CALCULO DE VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO</b>				
	POBLACION FUTURA:		80860	Habitantes
	DOTACION PROMEDIO :		255	Lit/Hab/día
	CAUDAL MEDIO DIARIO	QPD=	238,65	Lit/seg
	CONSUMO MEDIO DIARIO	QPD=	859,14	m3/hora
	VOLUMEN MEDIO DIARIO = QPD x 86,40			
		VMD=	20619,30	m3
<b>1,1</b>	VOLUMEN DE REGULACION = 25% VMD			
		VR=	5154,83	m3.
<b>1,2</b>	VOLUMEN DE EMERGENCIA (VE)			
	Poblacion > 5000 Hab ; VE= 25% x VR			
	Poblacion < 5000 Hab ; VE= No Requerido			
		VE=	1288,71	m3
<b>1,3</b>	VOLUMEN CONTRA INCENDIOS (VI)			
	VI= 100 ( P ) <sup>0,50</sup> , para poblacion mayores a 5000 Habitantes			
	P= Poblacion en miles	VI=	899,22	m3
<b>1,5</b>	VOLUMEN PROPIO PLANTA DE TRATAMIENTO	VPT	100,00	m3
<b>1,4</b>	VOLUMEN DE RESERVA TOTAL	VR+VE+VI=	7442,75	m3
<b>1,6</b>	VOLUMEN DE RESERVA EXISTENTE	VEXIST=	3000,00	m3
<b>1,7</b>	VOLUMEN DE RESERVA EN EXCESO	VRC=VT-V-EXIST	4442,75	
<b>1,8</b>	SE ADOPTA POR REQUERIMIENTOS TECNICO ECONOMICOS			
	VOLUMEN TOTAL DE RESERVA ADOPTADO	VT=	5000,00	m3 A CONSTRUIR

**Cuadro 9.** Cálculo de Volúmenes de diseño

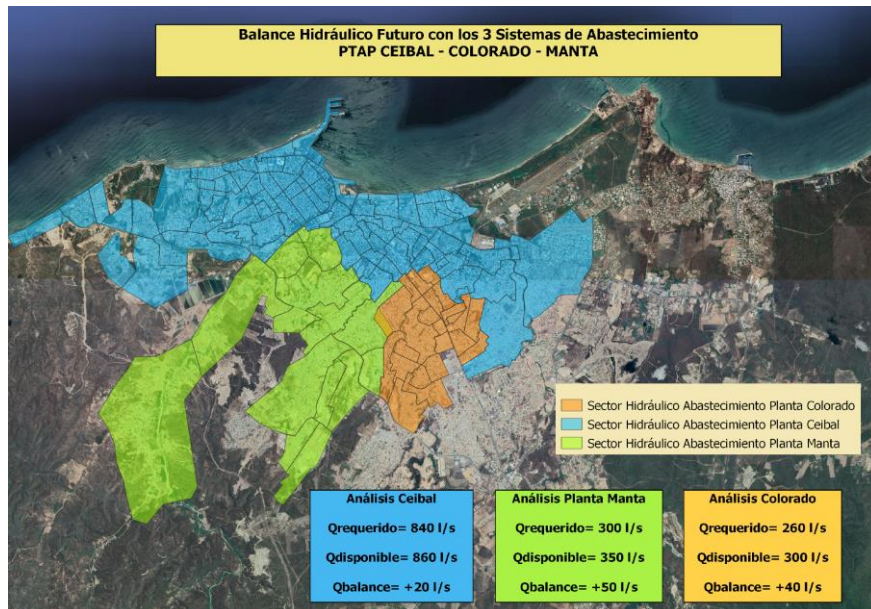
### 5.1.7 Comparación entre la oferta y la demanda

Conforme se observa en la siguiente figura, la ciudad de Manta conserva un déficit marcado en cuanto a su oferta de abastecimiento de agua potable, siendo el caso de que las plantas potabilizadoras existentes, como son: Ceibal y Colorado, no logran suplir con cantidad y continuidad a toda la población:



**Gráfico 7.** Situación actual del balance hidráulico de la ciudad de Manta sin PTAP Manta.

Sin embargo, con la puesta en marcha de la nueva Planta Potabilizadora, se reordena y redistribuye el abastecimiento interno, dado que ésta última proveerá de líquido vital a sectores que actualmente son abastecidos en su mayoría por Planta El Ceibal, consiguiendo así una mejoría en los índices de continuidad y cantidad de agua a estos barrios específicos y de manera general a Manta.



**Gráfico 8.** Situación futura del balance hidráulico de la ciudad de Manta con PTAP Manta.

### 5.1.8 Planteamiento y análisis de alternativas.

Del análisis para la selección de la alternativa óptima para el proceso de potabilización, entre las tres alternativas planteadas, se concluyó que la B, esto es



la planta de tratamiento tipo convencional, era la más viable, pues presenta menores costos de inversión, bajo costo de producción, facilidad de operación, cumple con toda la normativa nacional; bajo consumo energético ya que aprovecha al máximo en cada proceso unitario la energía hidráulica transferida desde la captación reduciendo el consumo energético.

VARIABLES	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA C
	PREFABRICADA O COMPACTA	CONVENCIONAL	NO CONVENCIONAL MEMBRANAS
NORMATIVA NACIONAL	Por volumen de tratamiento no se enmarca en la norma.	Está enmarcada en la norma en volumen y calidad.	Se acopla a la normativa en cantidad y calidad.
DISPONIBILIDAD TECNOLOGÍA	Existen pocos proveedores nacionales.	Puede ser ejecutada por todos los proveedores y contratista nacionales o internacionales.	Existen pocos proveedores nacionales.
BAJO COSTOS OPERATIVOS	Al necesitar de motores para procesos unitarios encarece el costo de producción por cada metro cúbico.	Aprovecha al máximo en cada proceso unitario la energía hidráulica transferida desde la captación reduciendo costos de producción.	Alto consumo energético a necesitar bombas para impulsar el agua por medios de membranas.
FACILIDAD MANTENIMIENTO	Necesidad de mantenimiento periódico al estar construida de acero, debe ser protegida constantemente por corrosión.	Mantenimiento consiste principalmente en barrido y limpieza.	Al poseer equipo, piezas y consumibles es necesario un alto nivel de mantenimiento rutinario.
CONSUMO ENERGÉTICO	Al necesitar de motores para procesos unitarios demanda mayor energía que un sistema convencional por cada metro cúbico.	Aprovecha al máximo en cada proceso unitario la energía hidráulica transferida desde la captación reduciendo el consumo energético.	Alto consumo energético al necesitar bombas para impulsar el agua por medios de membranas.

**Cuadro 10** Comparación de alternativas de tratamiento

Conforme a lo mencionado anteriormente el subproyecto consiste en la construcción de un sistema de agua potable que permite cubrir el déficit de agua potable incrementando el volumen de agua tratada en 30.240 m<sup>3</sup>/día, lo que posibilita extender y garantizar el servicio a las áreas, donde se asentaron los afectados por el terremoto, así como una mejor redistribución de caudales a toda el área urbana del cantón Manta, mejorando ostensiblemente la continuidad del servicio, el referido sistema tiene los siguientes componentes

### **5.1.9 Selección de alternativa y viabilidad económica-financiera**

Se anexa el respectivo evaluación económica-financiera en el presente estudio.

#### **5.1.10 Regularización ambiental**

Se efectuará según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 006 de 18 de febrero de 2014 que reforma el Acuerdo Ministerial 068 de 31 de julio de 2013.

Si el proyecto es categorizado de acuerdo al catálogo de proyectos del MAE como categoría I, el consultor deberá generar toda la información y realizar todos los trámites hasta obtener el certificado de registro ambiental; Si el proyecto es categoría II el consultor será el responsable de realizar la ficha ambiental y el plan de manejo ambiental y de sus respectivas correcciones hasta la aprobación por la Autoridad Ambiental. En el caso de ser categorías III o IV, el consultor deberá realizar la Declaración de Impacto Ambiental o el Estudio de Impacto Ambiental, según corresponda y, el respectivo proceso de socialización más las correcciones para su aprobación por la Autoridad Ambiental. (Anexar Términos de Referencia de Estudio de Impacto Ambiental Definitivos aprobados, en base a la Guía establecida en el SUIA).

Para fines del presupuesto, y en la propuesta económica se considerará el costo del Estudio de Impacto Ambiental, valor que será comprobable y liquidable. Una vez que se cuente con la categorización ambiental de acuerdo a la Legislación Ambiental Vigente, la entidad contratante con el aval del fiscalizador, determinará el equipo, los recursos requeridos y alcance para la realización del estudio ambiental.

La obtención del Permiso o Licencia Ambiental será de responsabilidad del proponente del proyecto.

## **5.2 FASE 2: DISEÑOS DEFINITIVOS**

### **5.2.1 Concepción Técnica del sistema propuesto.**

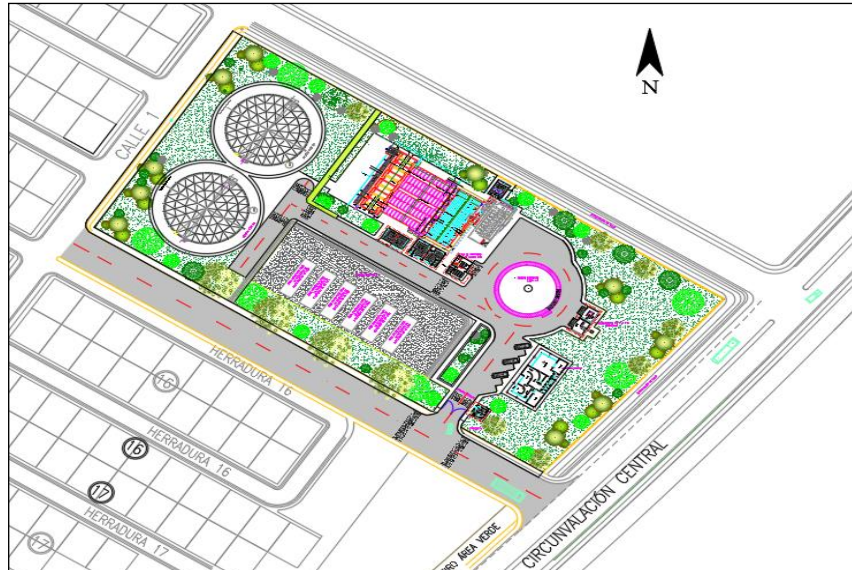
Conforme a lo mencionado anteriormente el subproyecto consiste en la construcción de un sistema de agua potable que permite cubrir el déficit de agua potable incrementando el volumen de agua tratada en 30.240 m<sup>3</sup>/día, lo que posibilita extender y garantizar el servicio a las áreas, donde se asentaron los afectados por el terremoto, así como una mejor redistribución de caudales a toda el área urbana del cantón Manta, mejorando ostensiblemente la continuidad del servicio, el referido sistema tiene los siguientes componentes:

- Conducción de agua cruda, desde la planta Colorado abastecida por el sistema Caza Lagarto, la misma que se encuentra asegurada por tener una fuente permanente de agua cruda que es regulada a través de la represa Poza Honda, el agua llegará hasta los terrenos ubicados en el área de Si Vivienda donde se ubicará la planta potabilizadora, sin embargo la proyección del sistema contempla también el abastecimiento de agua cruda como plan contingente desde el acueducto de agua

cruda “Represa la Esperanza - Refinería del Pacífico”, el mismo que se encuentra en funcionamiento y la EPAM cuenta con la autorización para captar los 30.000 m<sup>3</sup>/día.

- Planta Potabilizadora tipo convencional de 350 l/s, tecnología local y abierta de construcción, para ambos abastecimientos la planta cuenta con la capacidad de tratamiento; adicionalmente, la calidad de agua para el tratamiento a la cual está diseñada la planta, responde a la calidad de agua proveniente del acueducto RDP, esto basándose en que esta calidad de agua es más desfavorable que la de Caza Lagarto.
- Dos tanques de almacenamiento de agua potable con capacidad de 2.500 m<sup>3</sup> cada uno aumentando así la capacidad de reserva total a 5.000m<sup>3</sup>.
- Acueducto de distribución con diámetros variable desde 630mm hasta 250mm y 160mm en HDEP y conexión en cada punto de distribución donde se demolieron los tanques.
- Sistema de válvulas y macromedidores de caudal para la sectorización y macro medición que permitirá la adecuada gestión redes de la existente y futura.

La fuente de agua cruda para la planta potabilizadora Manta será la cuenca alta del río Portoviejo, misma que es captada en el sector Caza Lagarto e impulsada a través de un acueducto a un tanque de carga “Mocochoal” ubicado a 1.4 km para luego conducirse a gravedad hasta la estación de bombeo de agua cruda “Río de Oro”, en donde se impulsa a el tanque de carga “Guayabal” en donde el agua cruda sigue su trayectoria por gravedad hasta la planta potabilizadora Colorado, en donde se recibe un flujo promedio de 350 l/s, y es el punto de partida del subproyecto. En la siguiente figura se ilustra las instalaciones proyectadas en el sitio donde sería implantada la planta potabilizadora:



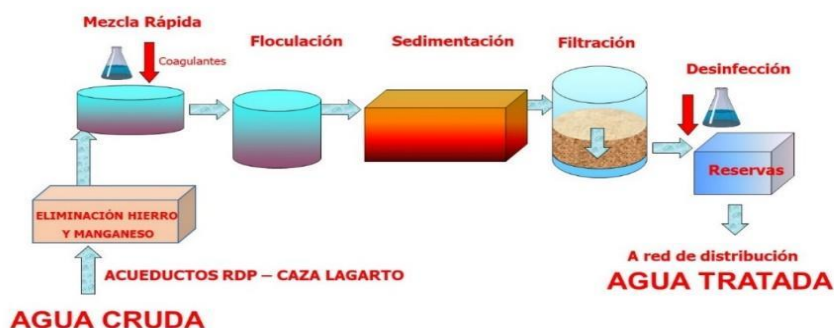
**Cuadro 9.** Planta Manta y sus componentes técnicos

Por otro lado, la planta convencional está constituida por las siguientes unidades:

- Módulo de Aireación
- Módulo de Mezcla
- Módulo de floculación
- Módulo de sedimentación de alta taza
- Módulo de filtración

➤ Módulo de desinfección;

Con las cuales se cumple con los procesos unitarios de tratamiento, el mismo que se describe en el siguiente gráfico:



**Cuadro 10.** Procesos de potabilización del agua

Desde la planta potabilizadora se construirá una red de distribución y conexión en cada punto donde se demolieron los tanques elevados, complementada con un sistema de control por válvulas que ayudará a la sectorización, gestión de caudales y macro medición.

### 5.2.1.1 Topografía

Los trabajos topográficos tienen por objeto proporcionar la información necesaria para realizar el diseño de todos los elementos que forman parte del diseño.

La topografía de la zona del proyecto es irregular existen grandes diferencias entre las cotas, que van desde la cota 98 msnm hasta la cota 150 msnm, pero con ondulaciones en toda el área del proyecto, por lo que el diseño de las obras se lo ha realizado de la manera más detallada posible.

Para el diseño de los tanques, líneas de aducción y distribución se tomarán como base trabajos topográficos los mismos que han sido realizado para dicho efecto, se incluirán los diseño en levantamientos topográficos de los sitios de implantación de las obras, partiendo de puntos de control geodésicos ubicados para el efecto, además se referenciaron los hitos y BM's que permitirán el replanteo de las obras en la fase de ejecución.

Los levantamientos se ejecutaron cumpliendo con lo que establecen las Normas de diseño (NORMA CO 10.7 – 601 y NORMA CO 10.7 - 602), en la parte pertinente.

La información topográfica levantada para el proyecto, fue complementada para el diseño definitivo, por lo que toda la información topográfica se encuentra detallada en los planos y en el anexo de topografía.

### **5.2.1.2 Diseños Hidráulicos**

Los diseños propiamente para los diferentes componentes de la planta potabilizadora, así como también para las líneas de aducción y conducción y demás componentes son incluidas en la sección de diseño hidráulico.

### **5.2.1.3 Mecánica de suelos, geotecnia y geología.**

Los estudios geotécnicos particulares para el proyecto, se encuentran en el anexo de Mecánica de Suelos adjunto a la presente memoria. Se elaboraron informes independientes con el fin de facilitar la búsqueda de información.

### **5.2.1.4 Diseño estructural**

En el anexo y Memoria Estructural se incluye toda la información respectiva.

### **5.2.1.5 Diseños electro-mecánicos**

En el anexo diseño eléctrico, electromecánico se incluye la información pertinente.

### **5.2.1.6 Diseños de obras complementarias**

En cuanto al servicio de energía eléctrica, en la actualidad se cuenta con energía eléctrica trifásica instalada cerca de la zona de estudio (proyecto SI VIVIENDA), por lo que solo se consideran las instalaciones de acometidas internas de cada edificación.

### **5.2.1.7 Estudios ambientales – acorde a requerimientos del MAE**

Los estudios ambientales y el plan de Manejo Ambiental para la Planta Potabilizadora Manta, se encuentran en los respectivos anexos.

### **5.2.1.8 Presupuesto para la ejecución del proyecto**

Para el presente proyecto la inversión asciende a **\$ 16'144,194.60 dólares de los Estados de Unidos de América, valor que incluye IVA.**

Se anexa el presupuesto y toda la información relativa en el presente compendio.

### **5.2.1.9 Evaluación económica y financiera del proyecto**

Se anexa la respectiva evaluación financiera del proyecto, asimismo, el Modelo de Negocios proyectado para la planta potabilizadora Manta.

#### **5.2.1.10 Especificaciones técnicas de materiales y construcción**

Se anexa las Especificaciones Técnicas respectivas.

#### **5.2.1.11 Manual de operación y mantenimiento**

Se anexa Manual de Operación y Mantenimiento.

Corregido por:

Ing. Miguel García R, Mg.  
Profesional de Coordinación General  
EP. Aguas de Manta