

Capítulo 3.

Análisis de los daños en los sistemas de agua potable y alcantarillado.

En el presente documento los sistemas de agua potable y alcantarillado en los cuales se realizó el análisis de los daños ocasionados por ENOS 1997—1998 son: los de Manta, Portoviejo, Bahía de Caráquez en la Provincia de Manabí y Esmeraldas en la provincia de Esmeraldas.



Mapa 1: Mapa del Ecuador indicando los lugares considerados en este documento donde se realizó el análisis de los daños en los sistemas de agua potable y alcantarillado tras la ocurrencia del fenómeno del Niño 97-98.

PROVINCIA DE MANABI

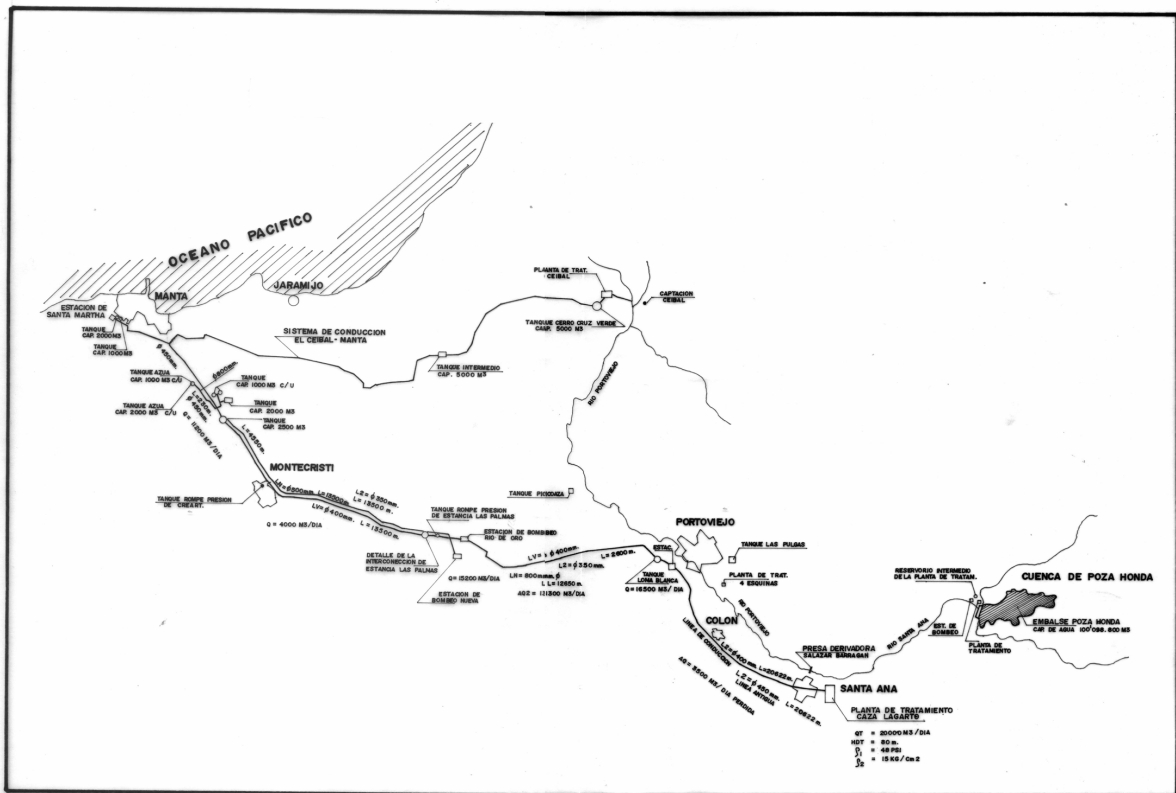
Manta

La ciudad de Manta se encuentra localizada en la costa ecuatoriana, frente al Océano Pacífico con una población aproximada de 200.000 habitantes. Manta es uno de los más importantes puertos marítimos del Ecuador, sus principales actividades económicas son: el puerto, la pesca, la industria, el comercio y el turismo.

En el Fenómeno del Niño la ciudad y su zona de influencia se vio afectada por la falta del servicio de abastecimiento de agua potable, el cual resultó seriamente afectado. Como consecuencia de esto, el turismo y el comercio se vieron seriamente disminuidos, otro de los problemas importantes fue la salud, debido al incremento de enfermedades de origen hídrico, especialmente en las zonas rurales.

1. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

El abastecimiento de agua potable para la ciudad de Manta esta formado por dos Sistemas Regionales. El denominado Sistema Caza Lagarto – Manta, que se encontraba en operación, y el sistema Ceibal-Manta, este último aún no entraba en operación al momento de ENOS 97-98 (esquema.# 1)



ESQUEMA 3: SISTEMA REGIONAL DE AGUA POTABLE POZA HONDA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS

Sistema Caza Lagarto – Manta

Anteriormente Manta se abastecía del sistema regional de agua potable de Poza Honda (SRAPPH), pero en el año de 1982 la empresa de agua potable y alcantarillado de Manta (EAPAM), construyó una planta para abastecer del líquido vital en forma independiente del SRAPPH, ubicada en el sitio denominado “Caza Lagarto” en la población de Santa Ana, en las riberas de la presa derivadora “Salazar Barragán”. (ver mapa 2)



Mapa 2: Mapa del Cantón Manta, con el esquema de los sistemas de agua potable para Manta

El sistema Caza Lagarto—Manta, abarca dos acueductos para transportar el agua con una longitud de 54 kilómetros aproximadamente. El sistema abastece a poblaciones dispersas en la ruta que cruza el acueducto, y poblaciones urbanas como: la Pila, Montecristi, y Colorado. El primer acueducto, denominado Viejo, tiene 44 años de servicio, es de hierro fundido de 450 mm de diámetro y el segundo, denominado alternativa dos, con una antigüedad de 24 años, es de hierro dúctil de 400 mm de diámetro. Sus fuentes de abastecimiento son captación superficial en la presa derivadora y captación subterránea mediante pozos y galerías filtrantes en Caza Lagarto. La planta y las líneas tienen una capacidad de producción y conducción de 235 lt/s.

El agua tratada en la planta de Caza Lagarto es bombeada hasta la estación de Loma Blanca en Andrés de Vera-Portoviejo, la longitud entre Caza Lagarto y Loma Blanca es de 20,6 Km.

Desde la estación de Loma Blanca se impulsa el agua mediante dos acueductos, uno de hierro fundido de 400 mm de diámetro y el otro de hierro dúctil de 350 mm. de diámetro, hasta llegar a las estaciones elevadoras de Río de Oro I y II; de aquí se eleva el agua por medio de dos tuberías una de hierro fundido (H.F) diámetro 400 mm. y otra de hierro fundido dúctil (H.F.D), de 350 mm de diámetro las mismas que llegan al sitio Colorado donde existen los tanques de reserva para la distribución de la población de Manta., en el sitio Estancia Las Palmas existe una interconexión a un nuevo acueducto, (construido hace más de 20 años por el CRM (Centro de Rehabilitación de Manabí)), esta línea tiene 500 mm de diámetro, es de hierro fundido dúctil,

En la tabla No 5 se muestran los distintos tramos y diámetros de las líneas de conducción a Manta.

Tabla No. 5

Tramos y diámetros de las líneas de conducción de los Sistemas de Agua Potable de Manta

TRAMO	DIÁMETRO	MATERIAL	LONGITUD
Caza Lagarto-Loma Blanca	450 mm.	H.F.	20,6 Km.
Caza Lagarto-Loma Blanca	400 mm.	H.F.D.	20,6 Km.
Loma Blanca-Río de Oro	400 mm.	H.F.	15,2 Km.
Loma Blanca-Río de Oro	350 mm.	H.F.D.	15,2 Km.
Río de Oro-Colorado	400 mm.	H.F.	13,5 Km.
Río de Oro-Colorado	350 mm.	H.F.D.	13,5 Km.
Río de Oro- Intercox. Colorado	500 mm.	H.F.D.	13,5 Km.

Fuente: Ing. Germán Andrade V., EAPAM. Elaboración: Macías, R.

Sistema El Ceibal - Manta

Este sistema fue construido por el CRM. en período 1990 – 1997, y su administración ha pasado a manos la EAPAM (Empresa de Agua potable y Alcantarillado de Manta).

La descripción del sistema es como se detalla a continuación, es importante indicar que dicho sistema no había entrado en operación al momento del ENOS.

La captación del agua la realiza en el sitio El Ceibal del cantón Rocafuerte en el río Portoviejo y luego es conducida el agua cruda a la planta de tratamiento de “El Ceibal”, su capacidad de producción es de 1 m³/s.

Una vez que el agua es procesada se eleva hasta un tanque de 5.000 m³ el mismo que distribuye por gravedad a las poblaciones de Manta, Rocafuerte, Crucita, San Jacinto, San Clemente y algunas poblaciones en ruta. Del tanque de 5.000 m³ sale una tubería de diámetro 800 mm de hierro dúctil hasta el tanque intermedio de 5,000 m³ continuando con la tubería de 800 mm, hasta interconectarse con la tubería de conducción que llega a Manta y que tiene un diámetro de 450 mm. Del tanque intermedio se abastecerá a la población de Jaramijó, Base Naval y poblados pequeños.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS

El sistema de Caza Lagarto-Manta experimentó los primeros daños en el mes de Noviembre de 1997 a consecuencia de los continuos apagones causados por la interrupción del fluido eléctrico, motivados por fallas en el sistema interconectado nacional, ocasionados por las fuertes precipitaciones que se dieron en la zona comprendida entre Santa Ana, Portoviejo

(Loma Blanca) y Río de Oro, causándose daños en motores eléctricos y bombas, motivando la paralización del bombeo de agua hacia Manta. Como consecuencia de la paralización de las bombas se presentaron los golpes de ariete en el sistema, produciéndose roturas en las tuberías que demoraban entre 1 a 3 días en ser reparadas dependiendo de la magnitud de los daños.

Como estadística se tiene que entre Junio'97 y Junio'98 se presentaron 114 interrupciones del fluido eléctrico a causa del ENOS, que se debieron a: explosión de transformadores, caída de postes, entre otras; originados por el ablandamiento del suelo por saturación, desborde de ríos y quebradas los que salieron del cauce normal.

Algunos de los principales daños en los sistemas de abastecimiento de agua fueron:

- ? Daños en el sistema eléctrico o de energía.
- ? Inundaciones en las estaciones de bombeo.
- ? Deterioro de la calidad del agua (alta concentración de sedimentos).
- ? Rotura de tuberías por golpe de ariete.
- ? Rotura de tuberías instaladas en quebradas.
- ? Asolvamiento en el sistema de captación.
- ? Corte de vías de comunicación (carreteras destruidas).
- ? Deslaves, deslizamiento del suelo sobre las vías y acueductos.
- ? Altos costos tratamiento de agua (mayor cantidad de químicos)

Los componentes dañados fueron:

CAPTACIÓN/PLANTA DE TRATAMIENTO

En la captación de Caza Lagarto se ubica la planta de tratamiento de agua. Los problemas que se originaron por la alta carga de sedimentos que contenía el agua cruda, lo cual provocó que el proceso de potabilización fuese lento, costoso, causando menor cantidad de agua tratada.

Debido al alto contenido de sólidos en suspensión presentes en el agua, las bombas que trabajaban en la captación de agua cruda sufrieron serios daños, quedando algunas fuera de servicio.

Los problemas de la turbiedad del agua obligaron a utilizar y adquirir químicos en un porcentaje superior al 600 % del utilizado en condiciones normales. Para solucionar en parte el problema de los sedimentos se habilitaron las galerías y pozos en la captación.

Así mismo, las instalaciones de la planta sufrieron inundaciones debido al desbordamiento del río Portoviejo, destruyendo parte de la malla de cerramiento.

CONDUCCIÓN

En el mes de Enero de 1998, en el kilómetro 4 de la vía Portoviejo-Manta, a la altura del puente Río de Oro, se presentaron problemas de desacople en varios tramos de la línea de conducción. En este tramo la tubería se encontraba colocada debajo del cauce del río, ocasionándose la rotura y desacople de la misma por la crudeza de las lluvias y aumento del caudal, se reparó el tramo dañado y se instaló la tubería en el suelo tal como estaba inicialmente, lo que ocasionó nuevamente el desacople de la tubería. (foto 1).

En este sector la EAPAM construyó como solución un paso elevado de estructura metálica como se puede apreciar en la foto 2.



Foto 1. Rotura de la tubería de agua potable en el cruce del Río Oro. Sector Puente Río Oro, Km. 4. Portoviejo-Manta. Enero 1998. Fuente: departamento de R.R.P.P de EAPAM.



Foto 2. Ubicación y paso aéreo de las tuberías reparadas por la EAPAM. Puente Río Oro, Km. 4. Portoviejo-Manta. Febrero 2000. Fuente: Macías Ramón.

En las zonas Embotella dora agua Magma, Disensa y Emaus, se presentaron varios desacoples en las uniones de las tuberías de 450 y 400 mm., donde los problemas fueron solucionados provisionalmente por los técnicos encargados del mantenimiento y reparación, pero los

problemas se agudizaron por las fuertes precipitaciones presentes en la zona y por la vulnerabilidad en que se encontraban los sistemas de conducción; ante este evento natural, fue imposible mantener el sistema en operación, ya que sus líneas habían colapsado, fue por cuya razón la EAPAM y su directorio decidió declarar en emergencia el servicio de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Manta.

Las tuberías que corren paralelas al cauce del Río de Oro, quedaron al descubierto por la erosión de los bordes del cauce (fotos 3 y 4) y sufriendo varios desacoples a lo largo de una longitud aproximada de 3.470 mts., siendo las zonas más críticas, el sector de Río de Oro, Disensa, Granja Anita, Emaus, Cerro Guayabal y Cerro de Hojas.



Foto 3. Destrucción de muros de gaviones y tuberías. Sector del Cerro de Hojas. Abril 1998. Fuente: Departamento de RR.PP de EAPAM



Foto 4. Tubería destruida sobre el Río de Oro. Sector entre Disensa y estación de bombeo Río de Oro. Abril 1998. Fuente: Departamento de RR.PP de EAPAM

Los daños en el nuevo acueducto del sistema Ceibal – Manta, se presentaron en un tramo de más de 3 kilómetros¹², la tubería de hierro dúctil de 800 mm. de diámetro fue desplazada y arrasada. Las causas de los daños se las atribuye a la mala calidad del suelo, el que erosionó con mayor rapidez ante la presencia de las aguas de lluvias.

ESTACIONES DE BOMBEO

Las estaciones de bombeo fueron protegidas frente a los posibles efectos del ENOS, mediante construcción de muros; estas medidas de mitigación dieron resultados, pero las estaciones principales no escaparon de los problemas. La estación de Caza Lagarto se paralizó debido

¹² CRM: Supervisión de la Construcción del sistema Ceibal Manta

al asolvamiento en la captación; las palizadas obstruyeron una galería filtrante y como consecuencia se perdió una bomba sumergible. En las estaciones derivadoras de Loma Blanca y Río de Oro también sufrió inundaciones pero sin mayores consecuencias por que contaba con una bomba para evacuar las aguas.

1.3. ESTIMACIÓN DE COSTOS EN AGUA POTABLE DEL SISTEMA CAZA LAGARTO

La EAPAM, sufrió severos impactos económicos en el ENOS, debido a que no sólo se reparó más de 5.000 metros de tuberías, sino que se dejó de percibir dinero de las recaudaciones por consumo. Según el documento, de la EAPAM en su estudio “LA EAPAM, frente al fenómeno de El Niño”, en la tabla No 6 se observan los costos por reparación de daños en los siguientes rubros:

Tabla No. 6
Costos por reparación de daños

Componente	Dólares
Tubería y accesorios	300.000
Contratación de maquinarias	50.000
Pago de personal	8.000
Reparación de equipos y bombas	6.000
Total:	364.000

Fuente: “LA EAPAM, frente al fenómeno de El Niño”, EAPAM

La EAPAM tiene como su principal fuente de ingreso la venta de agua, como consecuencia de ENOS se vio afectada sus finanzas al no poder vender agua por la destrucción de su sistema de abastecimiento. Así mismo según el estudio de la EAPAM, en la tabla No 7 se muestra los valores que se percibieron antes, durante y después del colapso.

Tabla No. 7

Costos de recaudaciones no percibidas durante el ENOS 1997—1998

Mes	Facturación (m ³)	Recaudación (dólares)	Valor no percibido (dólares)
Enero 1998	250,635	100.331,7	4.129,0
Febrero 1998	194,385	79.684,8	20.647,0
Marzo 1998	72,561	75.820,6	24.811,0
Abril 1998	14,826	33.354,4	66.977,4
Mayo 1998	105,054	30.662,2	69.669,1
Junio 1998	140,760	41.748,2	58.583,6
Julio 1998	149,911	64.139,7	36.192,1
Agosto 1998	167,477	59.477,3	40.854,5

Fuente: Ing. Germán Andrade V., EAPAM. Elaboración: Macías, R.

En el Sistema ‘El Ceibal’ los costos asociados a los daños no fueron cuantificados por el CRM ni por el constructor de la obra; la EAPAM quien se ha encargado del sistema ha valorado a Abril del 2000 el monto de los daños en \$480.000 USD¹³.

La dotación de los servicios se los cubrió a un alto costo 5 USD por m³ por medio de abastecimiento de agua a través de carros cisternas, los que transportaban el líquido desde los acuíferos de Colorado, y de los Bajos de Montecristi y la habilitación de pozos someros, entre otros.

1.4. REHABILITACIÓN DEL SISTEMA

Solucionados los daños en forma provisional la EAPAM, valoró los mismos y se tomaron decisiones para la reparaciones en forma definitiva, entre los criterios técnicos que usó la EAPAM fueron los siguientes:

- ? Se colocaron sifones en quebradas.
- ? Se realizaron cambios de tubería en los tramos más afectados, por desacoples.
- ? Se cambio el trazado original de la línea de conducción en varios tramos, dejando fuera de servicio buena parte de la misma, ya que por su estado de deterioro, no se podían reparar.

¹³ Ing. Bolívar Kon, Jefe de la Dirección Técnica del C.R.M.

Los cambios y los criterios técnicos para realizar los correctivos necesarios y evitar en el futuro problemas similares fueron apoyados por el directorio de la EAPAM; se modificó el trazado de 1.500 metros de tubería que antes estaban colocados en forma paralela a la carretera junto al cauce del Río de Oro (foto 5) , y se colocó en la berma central de la carretera Portoviejo – Manta; en la foto 6 se señala por donde se ha colocado la tubería, esto obligó también a rescatar parte de los 1.500 metros (2 líneas) de tuberías en los diámetros de 350 y 400 mm. que fueron dañados, como se observa en la foto 7, lo que requirió uso de maquinaria especial por lo difícil de su acceso.



Foto 5. Sitio en el que estaba la tubería de Río. Sector DISENSA. Febrero 2000. Fuente: Macias, Ramón.



Foto 6. la zona roja indica el sector del parterre lugar en que se ubica la tubería actualmente. Sector entre DISENSA y estación de bombeo Río de Oro. Febrero 2000. Fuente: Macias, Ramón.



Foto 7. En este sitio la tubería recuperada se instaló desplazándola 100 metros de su eje original. Sector Emau. Abril 1998. Fuente: departamento de RR.PP de EAPAM.

Así mismo, en el sector denominado Emaus el trazado de la tubería de diámetro 450 mm se desplazo en 100 metros y quedo enterrada y la tubería de diámetro 350 mm. fue pegada al carretera y protegida por una alcantarilla de cajón y muros de escollera (Foto 8 y 9).

En el sector de Cerro Guayabal y Cerro de Hoja del sector comprendido entre estación Río de Oro y Montecristi, se procedió a desplazar tramos de 200 y 300 metros de tubería entre 50 a 100 metros su eje original



Foto 8. Acueducto reparado. Se observa la tubería anclada sobre una alcantarilla. Sector Emau. Febrero 2000. Fuente: Macias, Ramón.



Foto 9. Tubería instalada y protegida por muros de escollera. Sector Emau. Febrero 2000. Fuente: Macias, Ramón.

Por la magnitud de los daños y las necesidades de accesorios para rehabilitar el sistema como son: tuberías, codos, válvulas, piezas de acople mecánico y otros, la EAPAM agotó sus reservas de piezas y accesorios para emergencias y reparaciones.

Frente a esto se tuvo que adquirir los faltantes en el mercado nacional, lo que se vio dificultado por las inundaciones de varios almacenes de repuestos, a esto se sumo la destrucción de las carreteras, encareciendo los elementos requeridos.

La Empresa Metropolitana de Agua y Alcantarillado de Quito brindó el apoyo logístico en accesorios y tuberías de hierro fundido dúctil, permitiendo concluir los trabajos de rehabilitación del agua potable a Manta. Posteriormente estos materiales fueron facturados a la EAPAM, incrementando los costos por el desastre.

Se mejoraron los sistemas de bombeo y de captación de Caza Lagarto, se adquirió nuevas unidades para la captación de agua cruda, impulsión, bombas dosificadores de químicos; se mejoró además el sistema de energización y bombeo en Loma Blanca y Río de Oro, así mismo se construyeron obras civiles de protección (muros perimetrales de hormigón) como se puede observar en la foto 10.



Foto 10. Muros perimetrales de hormigón para evitar inundaciones en la estación de bombeo Río de Oro. Sector estación de bombeo Río de Oro. Febrero 2000. Fuente: Macias, Ramón.

En la captación la empresa tomó la decisión de asumir el mantenimiento de la Presa Reguladora Salazar Barragán, con lo que se garantizara una captación segura en futuros eventos. Además se adquirieron modernos equipos de comunicación permitiendo un mejor control y coordinación de los trabajos entre las estaciones de bombeo.

En Abril de 2000, se inició la reconstrucción del sistema Ceibal – Manta, tanto en la línea de conducción como en la planta de tratamiento de agua potable.

2. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

La ciudad de Manta posee sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial separados; con una cobertura estimada de 25%, cubriendo con su servicio el casco central de Manta y parte de la zona central de Tarqui.

El sistema de aguas lluvias realiza sus descargas mediante colectores directamente al mar y el alcantarillado sanitario lo hace mediante estaciones de bombeo a las lagunas de estabilización.

Las lagunas de estabilización se encontraban saturadas y descargaban las aguas al Río Manta, ocasionando contaminación y focos de infecciosos.

Para mitigar este impacto se construyó una pequeña represa denominada “Los Gavilanes”, la que serviría para almacenar el efluente de la laguna, el líquido sería impulsado por medio de bombas, y tubería de asbesto cemento, este sistema quedó fuera de servicio por la rotura de sus tuberías de impulsión, por lo que las aguas siguieron fluyendo por el río y descargando en el mar (foto 11).



Foto 11. Aguas servidas provenientes de la laguna de tratamiento en el cauce del río Manta y, descarga al mar. Sector: cauce del río Manta (puente a desnivel). Febrero 2000. Fuente: Macias, Ramón.

Los problemas que sufrió el alcantarillado se manifestaron en el alcantarillado pluvial, por que se encontraba conectado en varios tramos el alcantarillado sanitario doméstico e industrial (pese a ser sistemas separados), constituyendo una de las causas de contaminación del mar como se las observa en las fotos 12 y 13.



Foto 12. Alcantarilla de agua de lluvias vertiendo aguas servidas al mar. Sector Yacht Club de Manta Febrero 2000. Fuente: Macias, Ramón.



Foto 13. Descarga de aguas servidas e industriales en el alcantarillado de aguas de lluvias. Sector Los Astilleros-Manta Febrero 2000. Fuente: Macias, Ramón.

Para reducir el impacto que causó el ENOS la EMAPAM, elaboró un plan de prevención para reducir la vulnerabilidad de los sistemas de alcantarillados. En los alcantarillados sanitario y pluvial se realizaron limpiezas de los sumideros, pozos de revisión, sistemas de drenaje de aguas de lluvias, limpieza de cauces de los ríos y quebradas.

En las estaciones de bombeo de aguas servidas de Manta y Tarqui se procedió a efectuar un control preventivo para optimizar su funcionamiento, así como para evitar daños por inundaciones especialmente en los componentes eléctricos.

Las medidas anteriormente mencionadas dieron resultados positivos, lo cual se evidenció en que en zonas que resultaron inundadas no hubo daño al sistema.