



4.3. AFOROS REALIZADOS

Una vez realizado el recorrido sobre toda la infraestructura de la zona en estudio, se conoció el estado en que se encontraban los distintos componentes; y la problemática existente.

Basado en este conocimiento a detalle de cuan era la distribución de los daños encontrados se escogieron tres sitios diferentes del canal principal, en donde se considero que existían sedimentos y de donde podían existir, así como una zona donde no existían, para realizar los aforos correspondientes y conocer la cantidad de agua disponible en ese sector, y posteriormente comparar con la cantidad entrante conocida y hacer un aproximado de la perdidas que se generan causadas por el deterioro de los daños cuantificados.

El método que se escogió para realizar los aforos fue el del flotador, se decidió hacerlo con este método ya que la sección del canal principal es conocida, y las condiciones mínimas están establecidas en los sitios que fueron escogidos, como lo son un área sobre la superficie limpia sin obstrucciones, con un recorrido recto y sin elementos que generen turbulencia que altere la velocidades medidas.

Aforo n°1:

Se procedió a medir una distancia de 10 m en la primera parte del canal principal, la cual es de forma rectangular y esta a la salida del túnel trasvase adjunto a la bocatoma, donde en teoría debería tener un caudal de $6 \text{ m}^3/\text{s}$ en condiciones normales de funcionamiento, motivado a que cada compuerta tiene una capacidad de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ y están operativas tres, entonces se estipula esa cantidad entrante (Figura 4.58).



Figura 4.58 Aforo realizado en el canal principal.



En la Figura 4.59 se muestra una parte de la medición de los sedimentos del canal principal, empleando un pedazo de acero estructural (cabilla), donde se clavo hasta tocar el fondo del canal y tomando la medida con la mano se procedió a medir con la cinta métrica y así cuantificar cual era la cantidad que se encontraba en la sección rectangular donde se hizo el aforo, es importante resaltar que se midió toda la sección en varias zonas para así obtener un promedio a lo ancho de la misma.



Figura 4.59 Medición de sedimentos.

Una vez conocido el nivel de sedimento donde se realizo el aforo, se realizaba la medición del tirante, partiendo de la distancia del sedimento se realizo la diferencia obteniendo así la altura correspondiente de caudal circulante dentro del canal; también este tirante fue medido a lo ancho de la sección para asegurar los resultados medidos. Observando la Figura 4.60 se plasma una parte de la actividad realizada.



Figura 4.60 Medición del tirante

Una vez cumplido con las mediciones de sedimentos y los tirantes del canal principal en sus distintas partes, habiendo medido las longitudes correspondientes se procedió a medir con el flotador la velocidad del caudal circulante, como se ve en la Figura 4.61, se coloca en la superficie del agua el flotador en este caso una pelota de anime, en la línea de partida establecida, hasta una de llegada, midiendo el tiempo, es importante aclarar que al momento de colocar el flotador en la superficie se hace externamente al canal como se observa con la finalidad de crear la menor turbulencia posible, para evitar la alteración de los resultados.



Figura 4.61 Aforo en el canal principal sección trapezoidal



Una vez medida la distancia se delimito la zona en sí y se procedió a realizar las medidas con dos materiales distintos, anime y madera; midiendo cada tiempo. Los resultados de estas mediciones se presentan en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Aforo del canal principal

Sección rectangular progresiva 0+150.				
Profundidad de Sedimentos medidos(cm)	Tirante hidráulico(cm)	Tiempo en segundos (s)		
		Anime	Madera	
83	72			
73	72	11.58	12.24	
60	68	11.03	10.14	
74	77	11.30	12.03	
76	60			
Promedio	69.6	Vm	0.887	0.887

Vm: velocidad media.

El procedimiento usado para calcular el caudal del aforo realizado en base a la Tabla 4.1 es el siguiente:

En primer lugar se grafican los valores de las alturas medidas en la cantidad de sedimentos y los valores del tirante medido.

A continuación se demarcan las áreas correspondientes que se forman entre lo graficado anteriormente, para el caso preciso se usa la ecuación de cálculo de área para el trapecio, triángulos y rectángulos; lo que da como resultado:

$$At = A1 + A2 + A3 \dots An \quad (4.1)$$

Donde los cálculos arrojaron:

$$At = (0.5448 + 0.5728 + 0.6648 + 0.7000 + 0.6764)m^2$$

$$At = 3.159m^2$$

Siendo calculada el área total que cubre la sección rectangular del canal principal, se van a calcular las velocidades, tanto la medida como una ya estandarizada y corregida para el método usado en el aforo conocido como el flotador. En la Tabla 4.2 se presenta los coeficientes de corrección para la velocidad.



Tabla 4.2 Coeficientes típicos de corrección para velocidad de caudal mediante el método del flotador (según USBR 1981); tomado de Hargreaves y Merkley (2000).

Profundidad promedio		Coeficiente
(pies)	(m)	
1	0.30	0.66
2	0.61	0.68
3	0.91	0.70
4	1.22	0.72
5	1.52	0.74
6	1.83	0.76
9	2.74	0.77
12	3.66	0.78
15	4.57	0.79
>20	>6.10	0.80

Entonces; con la altura promedio de la Tabla 4.1, se interpola con el uso de la Tabla 4.2 para encontrar la velocidad corregida, de la siguiente forma:

$$0.61m \text{ --- } \rightarrow 0.68$$

$$0.69m \text{ --- } \rightarrow x$$

$$0.91m \text{ --- } \rightarrow 0.70$$

Dando como resultado: $x=0.685$ m/s

Una vez ya obtenida la velocidad corregida y el área total se aplica la Ecuación 4.2.

$$Q_c = (V_{mc})x(AT) \quad (4.2)$$

Donde;

Q_c : es el caudal corregido



V_{mc} : es la velocidad media corregida

AT: es el área total calculada

$$Q_c = (0.685 \text{ m/s}) \times (3.159 \text{ m}^2) = Q_c = 2.16 \text{ m}^3/\text{s}$$

Este valor corresponde al valor corregido con la Tabla 4.2. Ahora bien a manera de comparación se hace el cálculo con los valores reales medidos en campo:

Donde con el uso de la ecuación $v = \frac{d}{t}$ se calcularon cada una de las velocidades en cada medición realizada escrita en la Tabla 4.1, y luego se promedió para realizar el cálculo correspondiente con la Ecuación 4.3.

$$Q_m = (V_m) \tag{4.3}$$

Donde:

Q_m : Es el caudal medido.

V_m : Es la velocidad media medida.

AT: Es el área total calculada.

$$Q_m = (0.887 \text{ m/s}) \times (3.159 \text{ m}^2) = Q_m = 2.80 \text{ m}^3/\text{s}$$

Aforo n° 2:

Este aforo se realizó bajo las mismas características del anterior, usando los mismos principios y con las respectivas normas antes descritas, la única variante es que en este sector la sección es de tipo trapezoidal y se sospechó la acumulación de sedimentos. Los resultados tomados se muestran en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Aforo del canal principal de sección trapezoidal

Sección trapezoidal progresiva 2+950			
Profundidad de Sedimentos medidos(cm)	Tirante hidráulico(cm)	Tiempo en segundos (s)	
0	71	Anime	Madera



0	74	6.90	6.83
0	75	6.70	6.81
0	72	6.81	
0	70		
Promedio	72.4	Vm	1.46m/s

Vm: velocidad media

Haciendo los cálculos del área en base al procedimiento anterior, pero en este caso para la sección rectangular se obtuvo un área total, así como una velocidad corregida basada en la Tabla 4.2; para luego hacer el cálculo del caudal total en el segundo aforo.

Los resultados obtenidos son:

$$Q_c = (0.687m/s) \times (1.68m^2) = Q_c = 1.15m^3/s$$

Para el valor del cálculo del caudal medido los valores son:

$$Q_m = (1.46m/s) \times (1.68m^2) = Q_m = 2.45m^3/s$$

Aforo n°3:

Para este aforo se dispuso del mismo procedimiento ya que la sección también es trapezoidal a diferencia de que en esa progresiva se sabía que no existía sedimentos, en la Tabla 4.4 se presentan los valores medidos.

**Tabla 4.4.** Aforo del canal principal sección trapezoidal

Sección trapezoidal progresiva 9+950				
Profundidad de Sedimentos medidos(cm)	Tirante hidráulico(cm)	Tiempo en segundos (s)		
0	68	Anime	Madera	
0	70	6.88	6.77	
0	67	6.90	6.21	
0	67		6.77	
0	68			
Promedio	68	Vm	1.49m/s	1.49m/s

Vm: velocidad media.

Los resultados obtenidos son:

$$Q_c = (0.684 \text{ m/s}) \times (1.5596 \text{ m}^2) = \quad Q_c = 1.067 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para el valor del cálculo del caudal medido los valores son:

$$Q_m = (1.49 \text{ m/s}) \times (1.5596 \text{ m}^2) = \quad Q_m = 2.32 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.6. ANÁLISIS DEL DIAGNOSTICO

Una vez realizado la descripción de la infraestructura en general desde el comienzo, y el recorrido por todas las partes y componentes del sistema de riego se concluye lo siguiente:

La obra de toma posee daños que afectan directamente la operación del sistema; ya que sus compuertas están dañadas lo que impide la total apertura o cierre del sistema, a consecuencia de ello se produce un alto ingreso de sedimentos al canal principal, pues no se puede cerrar en una crecida.



Otra condición encontrada, es la compartición que existe entre la toma del canal del sistema y la empresa Hidroandes, ya que no posee su propia toma de captación de agua, generando así una pérdida importante pues dicha empresa tiene abducida a la toma tres bombas que extraen cada una 300 l/s, que totalizan $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$ y también contribuyen al problema de los sedimentos, pues los excedentes son incorporados al canal principal agravando aún más este problema.

En el dique o cimacio a pesar de que su construcción era reciente, se pudo diagnosticar algunos parámetros que no se fundamentan de acuerdo con las condiciones dadas para la construcciones de este tipo, siendo estas; la ausencia total del pozo disipador de energía, estructura fundamental para la perduración en el tiempo de esta costosa obra, debido a que con esta estructura se evita la socavación del mismo, así evitando la fractura del mismo por falla estructural.

Los muros que posee este cimacio se encuentran por debajo de la altura calculada para el cimacio actual, pues esta obra fue elevada modificando los cálculos en general lo que no concuerda con la altura dada creando un desborde aledaño por elevación del tirante del río.

El desarenador se encuentra inoperativo, ya que no se usa para hacer el mantenimiento de sedimentos es necesario cerrar las compuertas de la toma y como es conocido no se puede cerrar ya que trae consecuencias a la empresa Hidroandes; además de que el estado de esta estructura es muy deficiente pues sus partes se encuentran deterioradas.

El canal principal posee diversos daños en general, como lo son la acumulación excesiva de sedimentos, el deterioro de su estructura de regulación y distribución, el daño en las losas que recubren la sección del mismo, originando pérdidas importantes de caudal, el crecimiento de vegetación en grandes cantidades que al unirse a los sedimentos colmata casi en su totalidad la sección en ciertas zonas, el arrojado de cualquier desecho bien sea basura doméstica, animales muertos entre otros restos, la desembocadura de aguas contaminadas que afectan la calidad del agua para riego, las extracciones de cisternas de forma indiscriminada lo que disminuye el caudal del mismo, la colocación de objetos obstruyen tés en el cauce que hacen variar el tirante ocasionando desborde y por ende pérdidas de agua, y en todas ellas anteriores que se corresponden al canal principal es la falta de mantenimiento, preventivo, correctivo y sustitutivo de cualquiera de las partes y daños descritos en este componente fundamental e importante en la infraestructura.

En la red secundaria los problemas son aún más graves, ya que hay un abandono total del mismo; a continuación se describe lo que se concluye de este sector:



- Desde su toma derivadora en el canal principal se evidenciaron problemas, existen compuertas deterioradas e inoperativas, además colmatadas de sedimentos.
- Sus canales se encuentran con daños que varían y que al unirse desarrollan una problemática atroz en lo que a operatividad se refiere, pues allí hay problemas de fracturas fuertes y leves de las canales elevadas, a su vez existen filtraciones en las uniones de las mismas por el vencimiento de los sellos, la vegetación es tan abundante en las adyacencias de esta red secundaria que se ha causado levante de las canales originando derrame del agua, así como fractura de la misma y obstrucción por vegetación, las tomas ilegales es otro daño que afecta el funcionamiento, las compuertas de las tomas de parcelas están deterioradas y en algunos casos ausentes, existen tomas totalmente colmatadas de sedimentos por falta de mantenimiento.

Los drenajes necesitan de una rectificación para desempeñar un buen trabajo al momento de la eliminación de los excesos que se presenten en determinado momento.

En cuanto a los aforos realizados existen varios factores que son motivo de análisis para dar una explicación a la gran diferencia entre los caudales medidos y los que en teoría deberían circular por la sección de flujo, según los cálculos realizados, acorde con la abertura de las compuertas, el cual es significativamente superior al que realmente circula según las mediciones realizadas, dichos factores, posibles causales de esta diferencia, se explican a continuación:

- El tramo que comprende el túnel trasvase de 1500 m de longitud, no se sabe desde hace cuánto tiempo no se le realiza un análisis detallado de su interior. Acorde con la vida útil del mismo, es factible decir que presenta fracturas que se traducen en pérdidas considerables. Aunado a ello existe la presencia de un nivel freático cercano a la cota de solera del túnel, por lo que es probable que si existen fracturas en el recorrido del mismo, el túnel este haciendo aportes al acuífero que existe en las cercanías al río.
- La gran cantidad de sedimentos entrantes al canal principal, incluyendo el túnel trasvase, puede haber disminuido la capacidad de ingreso del caudal, pues el área de entrada debe estar reducida disminuyendo la efectividad de ingreso calculada



para esta toma; e igualmente este comportamiento de sedimentos se mantiene en las cinco compuertas de la toma.

- En el canal principal, a partir del sector de sección rectangular existen diversos daños que anteriormente han sido descritos, que pueden ser justificantes de esta pérdida importante del caudal, como lo son las losas fracturadas por años y que son de gran número, dando como resultado que al observar una grieta se nota el agua circular sin retorno lo que indica la gran fuga que existe en cada una de estas fracturas y por ende de caudal que ingresa a las mismas.
- Las juntas de las losas también son motivos de pérdidas por la falta de mantenimiento y sellado con productos impermeables.
- Las compuertas que están dañadas también se pueden incluir como motivo de pérdidas en la conducción.
- Otra razón es que el método usado para la realización del aforo no es del todo preciso, pues la velocidad medida en la sección, corresponde a la velocidad en la superficie, no siendo esta la parte de la sección que garantiza una velocidad media en un canal de este tipo.

CAPITULO V



CAPITULO V

PROPUESTAS DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA EXISTENTE

En este capítulo se elabora con el fin de proponer soluciones a los problemas detectados durante el diagnóstico realizado en campo y plasmado en el Capítulo anterior para cada uno de los componentes del sistema de riego en estudio, en el sector El Tigre, el cual fue el seleccionado por la relevancia que tienen las obras ubicadas en el mismo. A continuación se hacen las propuestas mencionadas, en un todo de acuerdo con lo evidenciado en campo.

5.1 OBRA DE TOMA

En este caso la propuesta a la solución es la reparación de las compuertas deterioradas, en su parte de activación del levante como lo es el tornillo y volante, así como su guaya; esto incluiría el cambio de la sección en sí de la parte de acero que cumple la función de cuerpo de la misma, además de realizar el adecuado lubricamiento y retiro de sedimentos acumulados y basura existente para así tener a máxima capacidad de funcionamiento de esta obra tan importante para la actividad del sistema.

5.2 OBRAS DE DERIVACIÓN DEL AGUA DEL RÍO

➔ El cimacio

En cuanto a esta obra es importante destacar que motivado al elevado grado de deterioro del cimacio, a finales del año pasado se construyó con carácter de emergencia una nueva obra de este tipo, como resultado de esta acción se tiene una buena conformación del dique, el cual quedó más elevado que el anterior. Sin embargo, sigue existiendo el problema de la no existencia de la obra de disipación de la energía que se genera por el incremento de la carga hidráulica con el paso del agua por encima del cimacio. Se realizan las siguientes propuestas para solventar el daño mencionado:

En primer lugar se propone realizar con los datos del cimacio ya construido, el cálculo y ejecución de un adecuado pozo disipador de energía que cumpla con las condiciones establecidas en la realización de este tipo de obras, previniendo de esta manera los daños



por socavación que se generarían al pie del dique, los cuales son aún más severos en el momento de darse una crecida. Esta alternativa de solución puede resultar muy costosa, debido a lo extensa que es la longitud del dique, sin embargo, el análisis financiero y/o económico debe tomarse en cuenta en la toma de decisiones al respecto.

En segundo lugar existe otra alternativa más económica, es la colocación de mojoneros de concreto dispuestos en tresbolillo inmediatamente después de la caída, de tal manera que se disipe la energía, esto en función de un estudio hidráulico según el uso de la metodología existente.

En tercer lugar se propone la colocación de un enrocado al pie del cimacio en una distancia de 5 m como mínimo en el sentido del flujo a lo largo de todo el dique, con rocas de diferentes tamaños, en el rango de 30 cm a los 50 cm de diámetro y con una altura suficiente según la cantidad de roca encontrada en el sitio de préstamo, se sugiere que sean rocas de las mismas que el río mueve por arrastre de fondo; de esta forma se disiparía la energía de la caída, en el escalonamiento y espacio poroso que produce el enrocado. Lo importante de esta propuesta es el menor costo, ya que el material se encuentra a pocos metros del cimacio en el mismo cauce del río.

➔ El desarenador

En esta obra existen daños graves, los cuales se corrigen con la reparación de sus compuertas y sus mecanismos accionantes de levante y cierre esto incluye el cambio de guayas, reparación de las secciones de acero y la lubricación de los sistemas, así como el retiro de basura y la remoción de los sedimentos apostados en las compuertas del mismo; con ello se dejaría de forma operativa la estructura del mismo.

5.3 CANAL PRINCIPAL DE ADUCCIÓN

El conjunto de componentes que conforman esta obra se pueden mejorar realizando el siguiente plan de mantenimiento:

- 1) En el túnel trasvase se debe remover el sedimento acumulado durante tanto tiempo, realizando una parada total del sistema para poder incorporar una maquinaria adecuada al diámetro del túnel y remover el sedimento, así como reparar algún daño que se encontrara en una inspección realizada al momento de la parada del sistema.



- 2) En el sector del canal rectangular, se propone la remoción de los sedimentos, la reparación de las losas deterioradas, y el corte de la vegetación que ha crecido durante tantos años de ausencia de mantenimiento.
- 3) En el trayecto de sección trapezoidal de gran problemática en el recorrido del canal principal las propuestas son diversas, de esta forma se lograría una operatividad óptima del sistema, entre ellas se encuentran:
 - a) La eliminación de las desembocaduras de aguas contaminadas no aptas para riego en su totalidad, ya que provienen de talleres que arrojan derivados de petróleo.
 - b) La demolición y construcción de las losas fracturadas que se encuentran en este sector.
 - c) El corte de vegetación y la remoción de sedimentos presentes en el canal principal, así como la vigilancia permanente a lo largo del recorrido del canal para evitar el arrojado de basura al mismo.
 - d) Eliminar las obstrucciones creadas por el hombre para mantener el curso normal de las aguas en el cauce; de igual manera que la vigilancia se encargue de amonestar a quien realice este tipo de actividades.
 - e) Evitar la extracción de caudal por parte de camiones cisternas que disminuyen el tirante hidráulico; a excepción de que vaya a ser usado para casos de emergencia por los bomberos; o que se necesite para consolidar obras civiles que ameriten el recurso. Esto sí y solo si no atenta con el objetivo principal de la obra, tal como lo es el riego.

5.4 CANALES SECUNDARIOS DE ESTRUCTURA TIPO HOPENSA

En esta red secundaria existen problemas graves que requieren de obras de reparación importantes para alcanzar la operatividad óptima del riego; las propuestas que se hacen se describen a continuación:

- a) Se amerita la limpieza de la vegetación en las compuertas de entrada y aliviadero de la red secundaria, así como la reparación en su totalidad de las compuertas, ya que



su estado actual es inservible. También hay que realizar la remoción de los sedimentos apostados, ya que las mismas están totalmente colmatadas y constituyen parte fundamental y principal de la red.

- b) El corte total de la vegetación apostada a los lados de los canales Hopensa, para evitar la fractura y el levante de los mismos, garantizando su permanencia en el tiempo, así como la disponibilidad de caudal a máxima capacidad para el riego.
- c) Remover la vegetación y el sedimento incorporado por falta de mantenimiento dentro de los canales elevados que obstruyen el libre movimiento del flujo de agua.
- d) Hacer una verificación de las uniones de los canales elevados y sellar con productos impermeabilizantes de manera de corregir las filtraciones existentes en la mayoría de las uniones; garantizando el caudal requerido y evitando los derrames y sus consecuencias.
- e) Eliminar y sellar todas las tomas ilegales que se han construido a lo largo de esta red secundaria, de manera tal que se garantice la equidad en el uso de agua de riego, así como la cantidad necesaria para cumplir con las laminas respectivas de cada cultivo en cada parcela.
- f) Sustituir todos los tramos de canal que se encuentran fracturados, al igual que las horquillas que los suspenden que se encuentren deterioradas, para así mantener un adecuado funcionamiento.
- g) Reemplazar las canales puestas fuera de medida para mantener el tirante adecuado en la red.

5.5 ESTRUCTURAS DE PARTICIÓN

Es necesario reparar de forma general este tipo de compuertas en el canal principal, ya que las mismas se encuentran totalmente deterioradas, en sus componentes: de accionamiento, guayas, volantes, así como en el cuerpo de la compuerta, y la colocación de las compuertas de cierre total de este conjunto. También se debe retirar la basura acumulada en la entrada y salida de la misma para que se dé un buen desempeño.



El las caídas del canal hay que construir las rejas de seguridad y hacer el retiro de basura.

En cuanto a las compuertas de parcelas se deben sustituir por completo, ya que no sirven en su totalidad, además en este tipo de toma hay que retirar los sedimentos, ya que encuentran colmatadas la toma parcelaria para garantizar el flujo adecuado de agua para riego al momento del turno de riego.

5.6 DRENAJES

En cuanto a los drenajes solo se deben rectificar con el empleo de una moto niveladora a nivel parcelario, así como las alcantarillas para garantizar su desempeño a lo largo de la red, ya que su estado no es tan crítico.

5.7 VIALIDAD

En este componente del sistema se debe ejecutar la obra de conformación de las vías que corresponde a la berma de servicios para mejorar la operación del sistema, ya que actualmente resulta complicado llegar a los sistemas de compuertas sin la existencia de estas vías.

CAPITULO VI



CAPITULO VI

COSTOS DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO (SECTOR: EL TIGRE)

El presente capítulo está elaborado en base a las necesidades de reparación y cambio que se presentan en cada una de las obras que componen el sistema en el área de estudio descrita en capítulos anteriores, para de esta manera saber cuál es el costo real que se necesita para dejar el sistema de riego en estado de operatividad.

Durante el periodo de elaboración de este trabajo de grado, que incluye el año 2008 y 2009, el Gobierno Nacional gestiona recursos para la recuperación o rehabilitación del sistema. La idea acá es determinar el costo real de este beneficio social que se les da a los usuarios que hay en el sistema, estos costos de rehabilitación se presentan bajo la forma de un presupuesto. Para ser tendrá como apoyo el material suministrado por la empresa ejecutora de las obras de rehabilitación INVERAGRO, C.A.

Basado en los resultados de la fase de campo y diagnóstico, obtenidos durante el desarrollo del presente estudio, se determinaron las prioridades que cada uno de los componentes del sistema requieren en la actualidad para estar operativo; en base a lo aquí determinado como prioritario, se tomaron las partidas del presupuesto suministrado por INVERAGRO, C.A. que se relacionan directamente con la operatividad del sistema de riego en el sector El Tigre, dichas partidas se reflejan en la Tabla 6.1.

Obra de toma:

Comprende los siguientes costos: desmontaje, reparación y mantenimiento de compuertas en el área de captación; incluyendo el del desarenador.

**Canal principal de aducción:**

Este conjunto de estructuras requiere de las siguientes acciones que se describen a continuación: remoción de sedimentos, corte de vegetación, construcción de losas fracturadas.

Canales tipo Hopensa:

Esta red de canales requiere de varios trabajos de reparación, como lo son: sustitución de canales fracturadas, sello de filtraciones, corte de vegetación, retiro de sedimentos.

Estructuras de partición:

Este tipo de obras requiere de varias reparaciones, entre las cuales están: reparación de las retenciones del canal principal, y las de las tomas de parcelas que requieren una nueva construcción en varios sectores.

Drenajes:

Los drenajes solo requieren de la rectificación con la motoniveladora.

Vialidad:

Se amerita la reconstrucción de la berma de servicios debido a su acentuado deterioro.

Tabla 6.1 Presupuesto de rehabilitación, sector El Tigre

PRESUPUESTO					
Obra : Rehabilitación y Mantenimiento del Sistema de Riego del Rio Santo Domingo					
Obra de toma					
Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	P .U.	TOTAL Bs.f.
1	Desmontaje, reparación y	PZA	7	15.671,41	109.699,87



	mantenimiento de compuertas en el área de captación; incluyendo desarenador.				
Canal principal de aducción					
2	Remoción de sedimentos, con equipo retroexcavador, carga y transporte hasta 200 para bote de material.	M ³	7.080,00≅	14,76	104.500,80
3	Demolición de obras de concreto, con equipo compresor, bote y transporte hasta 200m	M ³	400,00	316,53	126.612,00
4	Concreto de RCC 210 KG/CM ² , para revestimiento de losas en la sección trapezoidal, transporte.	M ³	400,00	1.442,43	576.972,00
5	Suministro, transporte preparación y colocación de malla de refuerzo de malla truckson, para el concreto de losas.	kgf	8.000,00	6,36	50.880,00
6	Encofrado en madera, recto, acabado en obra limpia, de losas incluyendo macillados	M ²	750,00	184,69	138.571,50
Canales tipo HOPENSA					
7	Desmontaje de canales tipo hopensa de 5m de largo de los tipos150,230,280	UND	80	138,11	11.048,8
8	Desmontaje de canales tipo hopensa de 5m de largo de los tipos400	UND	56,00	115,09	6.445,04
9	Suministro y transporte de canales tipo hopensa de 5m de largo tipo 150	UND	75	1.128,53	84.639,75
10	Suministro y transporte de canales tipo hopensa de 5m de largo tipo 230	UND	1	1307,00	1307,00
11	Suministro y transporte de canales tipo hopensa de 5m de largo tipo 280	UND	12	1.374,57	16.494,84
12	Suministro y transporte de canales tipo hopensa de 5m de largo tipo 400	UND	30	1882,39	56.471,70
13	Suministro y transporte de horquillas para anclaje de tipo A-150	UND	149	174,04	25.931,36



14	Suministro y transporte de horquillas para anclaje de tipo A-230	UND	32	222,30	7.113,60
15	Suministro y transporte de horquillas para anclaje de tipo A-280	UND	11	255,11	2.806,21
16	Suministro y transporte de horquillas para anclaje de tipo A-400	UND	29	294,71	8.546,59
17	Suministro y colocación de sellos de neopreno	ML	150	81,79	12,268,5
Estructuras de partición					
18	Reparación del sistema hidráulico de compuertas de retención el canal principal(malacates, bases y rodillos)	UND	16,00	5.627,79	90.044,64
19	Reparación del sistema hidráulico de compuertas de retención el canal principal(compuertas)	UND	16,00	7.880,26	126.084,16
20	Reparación del sistema hidráulico de compuertas de retención el canal principal(gomas, pintura, engrasé)	UND	16	12.550,33	200.805,28
21	Desmontaje de compuertas rectangulares y circulares en estructuras, tomas de anchos diferentes	UND	98,00	2.598,96	254.629,48
22	Suministro y colocación de lamina metálica en compuertas planas deslizantes de espesores distintos	KG	2450,00	24,26	59.437,00
23	Suministro y colocación de lamina de ángulos para marco de compuertas	KG	245,00	24,40	5.978,00
24	Suministro y colocación de eje de hierro macizo liso de 1 1/2"	ML	25,00	593,32	14.833,00
25	Suministro y colocación de eje de hierro macizo liso de 2"	ML	13,00	837,65	10.889,45
26	Suministro y colocación de eje de hierro macizo calibrado roscado 1 1/2"	ML	25,00	1.335,69	33.392,25
27	Suministro y colocación de	ML	13,00	2.007,83	26.101,79



	eje de hierro macizo calibrado roscado 2"				
28	Suministro y colocación de volantes en tubo de hierro macizo en compuertas de diámetro 11/2"	UND	5,00	816;04	4,080,20
29	Suministro y colocación de volantes en tubo de hierro macizo en compuertas de diámetro 2"	UND	4,00	1.033,48	4.133,92
30	Suministro y colocación de compuertas deslizantes	UND	10,00	7,880,26	78.802,60
Drenajes					
31	Construcción y rectificación de cuneta de drenaje con empleo de motoniveladora	M ³	4.417,50	22,45	99.172,88
Vialidad					
32	Construcción de sub-bases de granzón natural, de xx cm de espesor con material en zona de préstamo, sin transporte	M ³	62.506,00	19.62	1.226.367,72
33	Trasporte no urbano en camiones de materiales para la construcción de bases medidos en estado suelto.	M ³ x Km	750.072,00	1,52	1.140.109,44

Fuente: INVERAGRO, C.A.

A continuación en la Tabla 6.2 se presente un resumen de los costos totales para reponer cada uno de los componentes del sistema de riego, en el sector de estudio, obtenido de la totalización de las partidas presentadas en la Tabla 6.1.

Tabla 6.2 Resumen de costos de rehabilitación por componente del sistema de riego

Estructura	Costos total
Obra de toma	109.699,87
Canal principal de aducción	997.536,30
Canales tipo HOPENSA	233.073,39
Estructuras de partición	909.211,77
Drenajes	99.172,88
Vialidad	2.366.477,16
	Total Bs.F
	4.715.171,37
	(9.00%)I.V.A.:
	424.365,4332
	TOTAL GENERAL
	5.139.536,793



Debido a que en el transcurso de la elaboración de este proyecto se realizaron parte de las obras de rehabilitación, a continuación se muestran una serie de imágenes testigo del desarrollo del proyecto ejecutado por la empresa INVERAGRO, C.A.

En las Figuras siguientes 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7 y 6.8; se muestra como ha sido el desarrollo de las obras que se están ejecutando actualmente, corroborando así, la diferencia entre el antes y el después de la ejecución de algunas obras de rehabilitación. Las imágenes correspondientes al después fueron tomadas el día 09/06/09.



Figura 6.1 Antes, toma de la red secundaria



Figura 6.2 Después, toma de la red secundaria



Figura 6.3 Canal hopensa, antes



Figura 6.4 Canal hopensa, después



Figura 6.5 Vegetación en los hopensas, antes



Figura 6.6 Vegetación en los hopensas después.



Figura 6.7 Berma de servicio, antes



Figura 6.8 Berma de servicios, después

CAPITULO VII



CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el desarrollo de este amplio y arduo trabajo de grado se diagnosticaron, cuantificaron y se detallaron diversos daños en el recorrido de este sistema de riego, lo que deja como resultado las siguientes conclusiones:

La boca toma del sistema posee daños importantes en sus compuertas y sistemas de accionamientos que disminuyen la operatividad del mismo, acarreado consecuencias directas al ingreso de caudal, así como el ingreso de sedimentos en exceso en las crecidas del río.

La empresa HIDROANDES ocasiona un problema constante dentro del sistema, pues extrae parte de el caudal que ingresa a la toma de el canal por medio de tres bombas, de un metro cubico por segundo aproximadamente; además que al momento de una crecida del río no se puede cerrar el sistema por completo debido a que la planta no puede dejar de extraer caudal, da como consecuencia el ingreso excesivo de sedimentos que colmatan la sección en general del canal principal.

El cimacio del río se encuentra en buen estado pues recientemente fallo y fue necesaria la construcción de un nuevo cimacio; en este caso se diagnostico la ausencia total del pozo disipador de energía, parte importante dentro de esta obra hidráulica para evitar la socavación del cimacio debido a la energía que no se disipa.

Los muros del cimacio no fueron construidos con las medidas que se refieren a la altura del nuevo cimacio, lo que da como consecuencia del desborde de una parte del río al momento de las crecidas ya que son de capacidades distintas.

El desarenador se encuentra en mal estado; con sedimentos y basura, y sus sistemas de accionamientos de compuertas y compuertas totalmente inoperativo, mas aun que no se puede realizar su desempeño por el motivo de no poder cerrar el sistema pues la empresa HIDROANDES se pararía dejando sin agua a la ciudad de Barinas.

El canal principal posee diversos daños en general, como lo son la acumulación excesiva de sedimentos, el deterioro de su estructura de regulación y distribución, el daño en las losas que recubren la sección del mismo, originando pérdidas importantes de caudal, el crecimiento de vegetación en grandes cantidades que al unirse a los sedimentos colmata casi en su totalidad la sección en ciertas zonas, el arrojo de cualquier desecho bien sea basura doméstica, animales muertos entre otros restos, la desembocadura de aguas



contaminadas que afectan la calidad del agua para riego, las extracciones de cisternas de forma indiscriminada lo que disminuye el caudal del mismo, la colocación de objetos obstruyen tés en el cauce que hacen variar el tirante ocasionando desborde y por ende perdidas de agua, y en todas ellas anteriores que se corresponden al canal principal es la falta de mantenimiento, preventivo, correctivo y sustitutivo de cualquiera de las partes y daños descritos en este componente fundamental e importante en la infraestructura.

En la red secundaria existe un deterioro generalizado pues hay muchos elementos que la conforman que se encuentren mal; estos elementos son:

- Las compuertas de la red están totalmente deterioradas ausentes de sus partes y en otros casos los años de servicios y la falta de mantenimientos dio como resultado un deterioro total dejándolas inoperativas.
- Los sedimentos apostados en la red ha colmatado gran parte de los sifones de partición, y las compuertas en las parcelas, evitando que se aplique los riegos correspondientes, esto se debe también a la falta de mantenimiento y compromiso por parte de los usuarios.
- Existen canales elevados HOPENSA fracturados en gran número, lo que representan grandes pérdidas de agua para riego.
- Las filtraciones en las juntas de los canales elevados también son numerosas traduciendo mas perdidas de caudal.
- La vegetación a causado fracturas y levantes a los canales elevados dentro de la red secundaria, ocasionando pérdidas.

Los drenajes de la red de parcelas solo requieren de su rectificación con maquinaria adecuada ya que no presentan mayores daños que disminuyan la capacidad operativa.

La vialidad se encuentra en buen estado solo la berma de servicios requiere de su nueva construcción debido a que el desborde continuo del canal principal deterioro este sector.

El caudal medido en el caudal principal es muy bajo de $1.067\text{m}^3/\text{s}$ en el último tramo donde fue medido lo que hace llamar la atención del ¿porque? Existe tantas perdidas entre la salida del túnel trasvase y el último tramo. Lo que da como conclusión de que al momento de aplicarse el riego va existir mucha ausencia de agua pues el caudal disponible es muy bajo.

La falta de conciencia de los usuarios es un punto muy importante dentro de este trabajo pues existen razones diversas por las cuales existen daños en el sistema ya que gran parte



del deterioro se debe a la falta de mantenimiento correspondiente a los usuarios del sistema que no cumplen con los compromisos.

En la rehabilitación calculada la partida de la vialidad es la más costosa con un valor de 2.366.477,16 Bs.F. esto debido a que los costos de transporte y maquinaria son altos hoy día en nuestro país.

La rehabilitación propuesta en base a este diagnostico realizado alcanza la suma de 5.139.536,793 Bs.F, para dejarlo en condiciones optimas de operatividad.

Una vez realizadas las conclusiones encontradas en esta evaluación se hacen las siguientes recomendaciones:

Hacer las reparaciones correspondientes en la bocatoma del sistema para que la operatividad sea adecuada y óptima, y así se evite los daños por ingreso de sedimentos y otros elementos que contribuyen al deterioro.

Hacer gestiones para que la empresa HIDROANDES construya su propia toma en el rio, así se pueden corregir los daños que ocasiona dicha empresa, de sedimentos y extracción de caudales, así como el cierre de la toma en las crecidas del rio.

Hacer la construcción del pozo disipador de energía de alguna de las formas propuestas en el capitulo V como solución a este ausente dentro de la infraestructura de riego; así como la adecuación de los muros del mismo para evitar el desborde que se produce.

Hacer las reparaciones de los sistemas de accionamiento del desarenador y las compuertas del mismo, asa como una vez solucionado el problema con la empresa HIDROANDES se realice según el procedimiento estipulado por el sistema de riego la realización continua del mantenimiento.

En el canal principal son varios los daños a reparar de todo tipo, como lo son; la reparación de losas, el retiro de sedimentos, la reparación de compuertas, el retiro de la basura.

Otra recomendación para con el canal principal es que una vez que la empresa haga su propia toma; es la de realizar una parada del sistema por un periodo de un mes al menos para diagnosticar todos los daños y repararlos, y una vez realizado este mantenimiento hacerlo por lo menos una vez al año en un periodo planificado con los usuarios.



En cuanto al arrojado de basura y sedimentos por parte de la población que vive cerca al canal principal y con los que no; se recomienda crear una brigada de vigilancia integral que se encargue de multar a aquellas personas que arrojen basura y animales muertos al cauce del canal, y a su vez se encarguen de reparar y realizar los mantenimientos preventivos.

En la red secundaria se recomienda hacer todas las reparaciones en los canales que se encuentran deteriorados y los que poseen filtraciones así como las sustituciones correspondientes, el retiro de la vegetación cercana para evitar los daños que ocasionan.

Sustituir los sistemas de compuertas en este sector y remover los sedimentos donde se encuentran colmatados.

En cuanto a los usuarios se debe hacer firmar contratos de uso y mantenimiento de la red estipulando normas, deberes y derechos de usuarios, donde se pene por incumplimiento de contrato con multas calculadas en unidades tributarias que se recojan para el mantenimiento de la red y de no cumplir esta normativa se le haga la suspensión del servicio.

Hacer la rectificación de los drenajes ya existentes dentro de la red para obtener la garantía de la no saturación de los suelos bajo riego.

En cuanto a los aforos se recomienda hacer un estudio más exhaustivo de este punto, así como la realización de los aforos con molinete a manera de precisar más la cantidad de agua disponible con exactitud.

Crear campañas de información y asesoramiento técnico a los usuarios del sistema a manera de crear conciencia del sistema y lo beneficios que otorga para así mantener más tiempo la obra en el tiempo.



BIBLIOGRAFÍA

- De León A; Olivares C; 1975. Sistemas de Riego y estudios. CIDIAT. Mérida-Venezuela.
- GITTINGER, Price.1973.Analisis económico de Proyectos Agrícolas. TECNOS. Madrid-España.
- GRASSI, Carlos.1977.Operation y conservación de sistemas de riego. ULA-CIDIAT. Mérida -Venezuela
- GRASSI, Carlos.1998. Fundamentos de riego. ULA-CIDIAT. Mérida-Venezuela.
- HARGREAEVES Y MERKLEY; 2000 Fundamentos del Riego. WÁTER RESOURCES, LLC.Utah-EUA.
- ISRAELSEN Y HANSEN.1965. Principios y aplicaciones del riego. REVERTE S.A. Caracas-Venezuela.
- NORERO, Aldo. 1976. Evaporación y transpiración. ULA-CIDIAT, Mérida-Venezuela.
- NOVELO, Federico.1970.Infraestructura general de Riego.CIDIAT. VI Concurso regular.
- FUSAGRI, A.1984 El riego en las fincas. UCV. Maracay-Venezuela
- GAMEZ, C; RODRIGUEZ; F.1997.diseño preliminar de una línea de aducción y sistema de riego presurizado en la fundación la sallé de ciencias naturales campus Bocono sector el Colorado; MUNICIPIO BOCONO ESTADO TRUJILLO-VENEZUELA.
- RIVERA, Pablo.2008.Clase participativa.



Bibliografía Web

DRAE (2008), Rehabilitación. En www.DRAE.com, consultado en línea el día 27/09/08; 4:50 pm.

GEOCITES (2009), Canal de Aducción <http://www.geocites.com/gsilvam/estructuras>;
Consultado en línea el día 01/04/09; 9:22 am.

GOOGLE (2008), Disponibilidad de agua. En http://mapper.nmsu.edu/scerp_2006summit/Break_out/Issues_WaterAvailability_esp.doc,c
onsultado en línea el día 08/07/08; 5:20 pm.

ONI.ARG (2008).Tipos de sistemas de riego.
En http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/ENTRE_RIOS/26/sisriego/riesup.htm,consultado
en línea, el DIA 08/07/08; 7:05 PM

WIKIPEDIA (2008); Canales de riego. En <http://www.wikipedia.com.ve/canalesriego>,consultado en línea, el día 08/07/08; 4:54 pm.



APÉNDICE 1



APÉNDICE 2



APÉNDICE 3



APÉNDICE 4



APÉNDICE 5