

## **V EFECTOS DEL USO DEL AGUA EN EL MEDIO AMBIENTE**

Los recursos hídricos a pesar de ser uno de los recursos naturales más importantes en nuestro país especialmente en la costa son muy escasos y de difícil manejo, debido a que se presentan en forma abundante en períodos cortos de gran variabilidad, con alternancia de ciclos de grandes inundaciones con otros de sequía. Consecuentemente el Valle Chancay-Lambayeque no escapa a este problema común de los Valles de la Costa Peruana como es la irregularidad e inoportunidad de las descargas del río que convierten a la agricultura en una actividad inestable por aquella alternancia de ciclos húmedos y secos.

### **5.1 Avenidas Extraordinarias**

#### **5.1.1 Antecedentes**

El Fenómeno El Niño se caracteriza por la presencia de intensas precipitaciones pluviales en las cuencas hidrográficas, principalmente en la costa norte del país. Las lluvias producen descargas extraordinarias en los ríos, los mismos que generan desbordes e inundaciones, algunas de ellas con carácter torrencial aluvional, sobre la región Costa del Perú de gran impacto ambiental, ocasionando pérdidas irreparables a la infraestructura económica multisectorial (transportes, agricultura, vivienda, saneamiento, educación, salud y otros) en los conos aluviales, ya sean de ríos o quebradas. En el sur del país el Fenómeno El Niño se refleja frecuentemente, con la ocurrencia de sequías intensas, especialmente en el altiplano de la Vertiente del Titicaca, con efectos de mortandad de animales por ausencia de agua, escasez de alimentos por ausencia de cosechas agrícolas y presencia de enfermedades por falta de saneamiento en el sector salud. Las pérdidas económicas derivadas de estos acontecimientos tienen gran impacto en la economía del país.

#### **5.1.2 Definición**

El Fenómeno El Niño, también conocido como fenómeno ENOS (El Niño Oscilación Sur) se inicia con un calentamiento del mar en el Océano Pacífico en las proximidades de Australia y Nueva Zelanda, y sus consecuencias se dan a nivel global y no únicamente en las costas de Sudamérica.

El Fenómeno ENOS debe diferenciarse de la Corriente de El Niño, la cual trata de un fenómeno periódico y normal que sucede cada año durante los meses de diciembre a abril.

Este se caracteriza por la presencia de aguas cálidas que provienen del norte, de zonas próximas a Panamá y bajan por las costas de Sudamérica, la cual marca el inicio de la estación cálida y húmeda en la región costera norte del Perú.

El fenómeno El Niño se define científicamente como la respuesta dinámica del Océano Pacífico al forzamiento prolongado de los vientos ecuatoriales, así como

la presencia de aguas cálidas frente a las costas de Ecuador y Perú con anomalías (desviaciones de su valor normal) superiores a una desviación estándar, durante un período de no menos de cuatro meses. Cada fenómeno ENOS varía notablemente entre uno y otro, principalmente en lo que se refiere a su intensidad y duración, por lo que se los ha clasificado en cuatro categorías de acuerdo a su intensidad, estas son: débil, moderado, fuerte y extremadamente fuerte.

### **5.1.3 Recurrencia del Fenómeno**

Se tiene referencias de su presencia en los siglos pasados, inclusive se menciona que algunas culturas precolombinas sucumbieron ante la presencia de Fenómeno El Niño. Sin embargo no se cuentan con registros históricos de las descargas presentadas. En el presente siglo se han registrado daños de magnitud en los años, 1925, 1941, 1957, 1965, 1972, 1983 y 1998, inundaciones a valles agrícolas y poblaciones importantes como son Tumbes, Piura, Chiclayo, Trujillo, Chimbote, Ica y algunas localidades del sur del país contando parcialmente con registros estadísticos. La recurrencia histórica del fenómeno, nos orienta a tomar medidas adecuadas para mitigar o atenuar los daños en la infraestructura pública multisectorial.

La ocurrencia del fenómeno “El Niño” es muy probable que se haya presentado desde hace muchos años, siglos o quizás milenios.

De acuerdo a diversas informaciones recogidas con fuentes de datos sobre precipitaciones significativas ocurridas en la zona norte de la costa peruana, que es normalmente árida; se llegó a la conclusión de que éste fenómeno se habría registrado en los años 1791, 1804, 1814, 1817, 1819, 1821, 1824, 1828, 1837, 1844, 1845, 1864, 1871, 1877, 1878, 1884 y 1891.

En el presente siglo, los fenómenos ocurridos cuentan con estudios hechos por investigadores y con referencias registradas en el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Esta anomalía se ha presentado con notorias características en los siguientes años: 1918, 1925-26, 1929, 1940-41, 1943, 1951, 1953, 1956-57, 1965, 1972-73, 1976, 1982-83, 1987, 1991-92-93, 1997-98.

### **5.1.4 Influencia de las anomalías de los eventos Extraordinarios en el ámbito del valle Chancay-Lambayeque.**

#### **A. Influencia de los ríos La Leche, Motupe**

##### **a) Cuencas**

Las cuencas de los ríos La Leche y Motupe, se encuentran ubicadas en el Departamento de Lambayeque.

Por el Sur limita con la cuenca del río Chancay-Lambayeque, por el Norte con la cuenca del río Olmos, por el Este con las cuencas de los ríos Chotano y Huancabamba y por el Oeste con el Océano Pacífico.

### **b) Red Hidrométrica**

El río La Leche tiene una estación de aforos ubicada en la cabecera del Valle; esta estación opera desde 1921 y se denomina Puchaca. Las coordenadas de esta estación son 79°28' longitud oeste, 6°22' latitud sur y 498 m altitud.

Esta estación está equipada con un pozo y caseta limnigráfica, huaro y correntómetro con sus accesorios. La información hidrológica del río La Leche, disponible, corresponde a las descargas medias mensuales y diaria, observadas en la Estación Puchaca durante los periodos 1921 - 95 y 1983 - 95 respectivamente.

El río Motupe se forma por la confluencia de los ríos Chiniama y Chóchope; aguas abajo de esta confluencia recibe por la margen derecha las aguas del río Chotoque y posteriormente por otra margen las aguas del río Salas.

De este conjunto de cauces, sólo el río Chiniama tiene estación de aforos denominada de aforos, denominada Marrisón. Esta estación tiene datos de descargas medias mensuales desde Enero de 1962, pero a escala diaria solo algunos años entre los que no figura el año del fenómeno de El Niño (1983).

### **c) Determinación de Máximas crecidas**

#### **Río La Leche**

La máxima avenida extraordinaria ocurrida en 1983, no llegó a pasar en su totalidad por el Puente Panamericana, por cuanto gran parte de ella se desbordó por la quiebra producida en el sector de Huaca de la Cruz, causando daños en la infraestructura del valle Chancay Lambayeque con su canal Túcume, Mochumi y el sistema de Drenaje D-1000, llegando hasta la ciudad de Lambayeque.

Al disponerse de información de que en el río Chancay-Lambayeque, bocatoma Raca Rumí (reservorio Tinajones), habría pasado en 1983 una máxima extraordinaria de 1,200 m<sup>3</sup>/s, es posible establecer con este valor un rendimiento máximo unitario y extrapolarlo a la cuenca del río La Leche, bajo ciertas simplificaciones geomorfológicas y asumiendo – por regionalización una distribución uniforme de la precipitación ocurrida por debajo de la cota 2,000 m.s.n.m.

Al dividir la máxima de 1,200 m<sup>3</sup>/s entre el área de cuenca hasta Raca Rumi (2,345 km<sup>2</sup>) se obtiene un rendimiento de 0.512 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>, que multiplicado por el área de cuenca en el río La Leche, hasta el Puente Panamericana (1,659 km<sup>2</sup>), se obtiene para este río una máxima extraordinaria del orden de los 850 m<sup>3</sup>/s para 1983, que habría pasado por dicho puente de no haberse producido la quiebra referida.

El caudal de Diseño asumido para el dimensionamiento de las obras hidráulicas, el movimiento de tierras y actividades de prevención en general para el río La Leche, asumiendo un cierto riesgo, corresponde, a un caudal de diseño de 800 m<sup>3</sup>/s.

### **Río Motupe**

Para determinar la máxima crecida en el río Motupe a la altura del puente Pacora, se ha procedido de la siguiente manera:

- Del estudio definitivo antes mencionado, se tomo las descargas máximas de los ríos La Leche y Motupe, para determinar la relación entre las máximas crecidas de los ríos Motupe y La Leche, para diferentes probabilidades de ocurrencia (0.5%, 1 %, y 10 %), siendo esta constante e igual a 1.17
- Del estudio de Evacuación de Avenidas Extraordinarias realizado por el CONSORCIO SALZGITTER LAGESA, se tomo las descargas máximas de los hidrogramas de río La Leche de la máxima crecida en 1983 y para la crecida con una probabilidad de 50 años de periodo de retorno.
- Las descarga máximas del río Motupe, sé determinaron multiplicando las descargas máximas del río La Leche por 1.17.

El caudal de Diseño asumido para el río Motupe mas o menos 3 Km. aguas arriba del pueblo de Jayanca, derivaría a través del cauce antiguo del río Motupe el caudal de 1346 m<sup>3</sup>/seg, estimado en base a la máxima crecida en el río La Leche durante 1983.

La desviación del río Motupe al desierto desde las cercanías de la ciudad de Jayanca por un cauce antiguo denominado Motupe Viejo, tendrá una capacidad inicial de 500 m<sup>3</sup>/seg, siendo el río su propio labrador de cauce a medida que este aumente su caudal. Con esto se evitaría los desbordes en las áreas de Jayanca , Pacora e Illimo

## **B. Influencia del Río Chancay**

### **a) Descargas por eventos extraordinarios**

Las precipitaciones pluviales ocurridas en 1982-83 en el Departamento de Lambayeque, tuvo un incremento significativo con respecto al promedio mensual de los últimos 30 años, alcanzando en Chiclayo 30

litros/m<sup>2</sup> y en Lambayeque 64 litros/m<sup>2</sup>. Los caudales máximos alcanzados por los ríos fueron en La Leche con 400 m<sup>3</sup>/s y Chancay-Reque con 600 m<sup>3</sup>/s.

En 1998, se produjeron las mayores precipitaciones, llegando a 113 litros/m<sup>2</sup> en Chiclayo y 182 litros/m<sup>2</sup> en Ferreñafe. Así mismo incrementaron notablemente el volumen de masa de agua los ríos Motupe con 500 m<sup>3</sup>/s y río Chancay-Reque con 1996 m<sup>3</sup>/s.

#### **b) Máxima Avenida para el río Chancay**

En la cuenca vecina del río Chancay – Lambayeque (Limite Sur – Este), se reporta para el año 1983 (Min. De Agricultura), que por el vertedero de la bocatoma Raca Rumi (Reservorio Tinajones), habría pasado un caudal máximo extraordinario del orden de los 1,200 M<sup>3</sup>/s.

### **5.1.5 Efectos Negativos de las Anomalías de los Eventos Extraordinarios**

Los excepcionales fenómenos “El Niño” ocurridos en 1982-83 y 1997-98, en el Departamento de Lambayeque han producido los siguientes impactos:

#### **A. Daños ocurridos en 1982-83**

El fenómeno ENOS ocurrido en 1982-83, se presentó sin contar Lambayeque con un Programa de acciones de Emergencia Planificada. La intensidad del Impacto fue excepcionalmente muy fuerte, afectando a una población de 754,800 habitantes.

Los principales daños ocurridos fueron los siguientes:

En el Sector Agricultura, afectó a la Infraestructura de Riego y Drenaje, así como a 19,119 ha de cultivos, con 85% de ha cultivadas, por un monto de 14'674,233.13 dólares.

En el Sector Educación, 372 centros educativos afectados que representa el 61% del total en el Departamento de Lambayeque, por un monto de 963,496.93 dólares.

En el Sector Energía, se afectó a 04 grupos electrógenos, 15 casas de fuerza de Plantas térmicas, a la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero, por un monto de 2'889,328.15

En Salud y Saneamiento Básico, se afectó a 43 centros de salud equivalente al 80% del total en Lambayeque, 727 Colectores/emisores colmatados, 107 Estaciones de Bombeo, 02 Plantas de Tratamiento y 12 Sistemas de Línea de Impulsión, por un monto de 2'123,312.88 dólares.

En el Sector Transporte y Comunicaciones, se afectaron 20 km de carreteras, 4 km de carreteras destruidas, 07 puentes colapsadas, 10 puentes afectados, 08 alcantarillas destruidas, derrumbes, deterioro de infraestructura del local de correo, por un monto de 1'834,785.28 dólares.

En el Sector Vivienda, se afectaron 1,115 viviendas, 2,130 viviendas destruidas, representando el 25% del total, población afectada 19,490 personas, por un monto de 13'585,889.57 dólares.

El monto total de los daños ocurridos en éste año fueron de 36'071,045.94 dólares.

## **B. Daños ocurridos en 1997- 98**

El fenómeno ENOS ocurrido en 1997-98, produjo graves daños a la infraestructura económica y social en el departamento, a pesar que en ésta ocasión Lambayeque contó con un Programa de Emergencia Planificada. La intensidad del Impacto fue excepcionalmente muy fuerte, afectando a una población de 1'050,280 habitantes.

Los principales daños ocurridos fueron los siguientes:

- En el Sector Agricultura, afectó a la Infraestructura de Riego y Drenaje, así como a 4,149 ha. de cultivos, que representa el 3.2% de 130,000 ha. Cultivadas, por un monto de 25'699,535.09 dólares.
- En el Sector Educación, 248 centros educativos afectados y 94 colapsados, que representan el 31% de 1110 en el Departamento de Lambayeque, por un monto de 13,417.18 dólares.
- En el Sector Energía, se afectó 1200 m de red de alta tensión, 24,690 m de red de baja tensión, 4,490 m de red de alta y mediana tensión destruidos, 2,970 m de redes de baja tensión destruidos, 12 torres colapsadas, 03 Centrales Hidroeléctricas afectadas: Carhuaquero, Chiriconga, La Pelota, por un monto de 3'412,105.26
- En Salud y Saneamiento Básico, se afectó a 50 centros de salud y 01 Colapsado , equivalente al 36% de 143 en Lambayeque, 216,833 m de Colectores afectados, 21,402 m de colectores destruidos,02 Cámaras de

Bombeo, 900 m de canalizaciones afectadas, 704 m de red de agua afectada, 1780 m de línea de impulsión a lagunas de estabilización afectadas, por un monto de 33'381,784.00 dólares.

- En el Sector Turismo, se afectaron 17 monumentos históricos y arqueológicos, y 01 monumento arqueológico destruido, por un monto de 2'583,765.61 dólares.
- En el Sector Transporte y Comunicaciones, se afectaron 183 km de carreteras (137 km de trochas carrozables), 12 Km. de carreteras destruidas, 01 puente colapsado, 14 puentes afectados, 12 alcantarillas destruidas, derrumbes, por un monto de 7'673,684.21 dólares.
- En el Sector Vivienda, se afectaron 4,038 viviendas, 7,792 viviendas destruidas, de 169,325 viviendas en Lambayeque, población afectada 55,217 personas, por un monto de 17'030,175.44 dólares.

El monto total de los daños ocurridos en éste año fueron de 89'794,466.79  
El Cuadro N° 5.1 nos detalla los montos totales.

### **C. Impactos Socio – Económico**

Producto de los daños en la infraestructura socioeconómica descritos anteriormente, se ha originado una retracción de la actividad económica en el departamento de Lambayeque, con mayores repercusiones en la actividad agropecuaria, industrial y comercial con graves efectos en el nivel de ocupación y de ingresos de la población.

El nivel de empleo perdido por causa de las inundaciones en 1982-83 se estimó en 209,389, afectando directamente a una población aproximada de 800,000 habitantes y en 1997-98, se afectó cerca de 1'000,000 de habitantes. Al respecto, por pérdidas directas y menor producción agropecuaria, se recurrió a una mayor importación para asegurar el abastecimiento interno.

El problema de deterioro de la infraestructura vial y menor producción ha originado un desabastecimiento y especulación de los productos alimenticios y de primera necesidad, trayendo por consecuencia una alza de los precios de la canasta familiar.

Amerita destacar el deterioro ocasionado en la calidad y condiciones de vida de la población afectada: servicios de agua potable y alcantarillada seriamente afectados; destrucción y/o deterioro parcial de gran número de viviendas; proliferación de enfermedades de orden material; pérdida de vidas; y aunado al incremento de la desocupación, una reducción drástica del nivel de ingresos

## 5.1.6 Control de Inundaciones

### A. Medidas Ejecutadas

#### a) Concepción Técnica

Entre los años 1997-1998 se tomaron medidas técnicas que evitaron los desbordes de estos ríos, desviándoles hacia el desierto de Mórrope por medio de canales guías, siendo el propio río su propio labrador, conforme crecía la avenida y conforme las avenidas cruciales llegaban a su máximo, alcanzando hasta 800 - 1200 m<sup>3</sup> /seg, por ambos ríos respectivamente.

Contrariamente a la construcción de terraplenes con rellenos hidráulicos, muy utilizados en los años 1930 a 1950 construyendo presas hasta 20 m de altura con materiales arenosos; se ha aplicado en el país, una nueva metodología constructiva de excavación hidráulica guiada por un canal piloto, previendo inicialmente una caja hidráulica mínima creando bordes con el propio material excavado. Al aumentar el caudal la velocidad en la sección más profunda alcanza velocidades de erosión, formándose una sección hidráulica ampliada, permitiendo el pase de caudales grandes.

Dicho procedimiento se conjuga con el conocimiento de las características de los materiales; granulometría, compactación, densidad y las condiciones hidráulicas de las avenidas en el transcurso del evento del Fenómeno El Niño, que en el año 1998 se pronosticó, previendo estas obras de prevención de desastres.

El Proyecto Especial Olmos-Tinajones; asumió la responsabilidad de diseñar y construir las defensas ribereñas de los ríos La Leche, Motupe, Olmos, Cascajal y todas las quebradas intermedias comprendidas en su área de influencia, y que en su conjunto evitarían los efectos catastróficos en el valle Chancay Lambayeque.

A fin de monitorear las avenidas se colocaron miras de observación en 16 puentes de la Panamericana Norte antigua, registrando las avenidas ocurridas en la fecha del Fenómeno El Niño 1998.

Los volúmenes registrados solamente en los puentes desde Enero a Abril 1998 son:

<b>Cuenca</b>	<b>Volumen Millones m<sup>3</sup></b>	<b>Area Km<sup>2</sup></b>
Motupe	2207.3	2132.8
Olmos	181.1	1670.0
La Leche	1861.0	2070.0
Cascajal	1952.1	5584.1



<b>TOTAL</b>	<b>6201.6</b>	<b>11456.9</b>
--------------	---------------	----------------

Dicho volumen formó parte del denominado embalse "La Niña" inundando los desiertos de Mórrope y Sechura en una longitud, de 140 Km y un ancho 16 Km. El volumen acumulado supera 6 veces el reservorio Poechos en Piura, 20 veces el reservorio Tinajones en Lambayeque, 6 veces el reservorio Angostura en Arequipa (proyectado).

En el año 1983 la formación del embalse "La Niña" fue de menor magnitud y fue debido a los desbordes del río Motupe, mientras que gran parte del caudal del río La Leche inundó los poblados del Valle Chancay en Lambayeque. En el año 1997 se pronosticó el Fenómeno El Niño a nivel Internacional con el monitoreo de las variaciones de la temperatura del agua del Océano Pacífico y la elevación de la temperatura ambiental en (+5°C).

Generalmente los registros de aforos hidrométricos dan resultados mucho menores que los métodos señalados arriba; dichas observaciones son caudales diarios medios obtenidos con lecturas de mira por observadores. La descarga verificada en el año 1984-1985 PostNiño concluyó que la ocurrencia de la máxima avenida fue de 1,100 m<sup>3</sup>/seg, para una frecuencia de 50 años. La DEPOLII chequeó en varias secciones del río las huellas, según fotos aéreas y topográficamente concluyendo la veracidad de este valor.

Sin embargo, al no tener un registro de máximas avenidas propias en el río La Leche se consideró el caudal de diseño de 800 m<sup>3</sup>/seg relacionado con el área vecina del río Chancay que registró 1,200 m<sup>3</sup>/seg en la avenida del año 1983 y posee un área mayor de superficie.

Este caudal de diseño obligó a los Organismos encargados de Emergencia a tomar medidas que conllevaron a la ampliación del cauce del río La Leche y la construcción de la ampliación del puente en el río La Leche en 14 m.

De la experiencia asimilada, es evidente que el caudal que más daño produce corresponde al pico máximo, el cual puede durar de 2 a 3 horas y los cuales son suficientes para desbordar, erosionar y encontrar vías hacia una inundación, a pesar que las descargas van en descenso.

Para estructuras de concreto como puentes, el caudal de diseño debe ser el máximo con los períodos de ocurrencia mayores de 100 años.

## **b) Esquema general del Control de Inundaciones**

Las obras realizadas para evitar que las descargas de los ríos La Leche y Motupe irrumpiesen en el valle Chancay Lambayeque; comprenden las siguientes obras :

3 diques de desvío : Dique Jayanca, Dique San Isidro I y Dique San Isidro II.

Estos diques son de materiales cohesivos con alturas máximas de 5 m; protegidas con enrocados de 0.5 a 1 m de diámetro.

- El dique Jayanca se construyó sobre arena poco compactas, sobre un cauce antiguo del río Motupe, se profundizó un dentellón de 2 m y un blanquet ó tapiz impermeable, protegiendo los taludes con enrocado grueso. Sin embargo sufrió rotura en el estribo derecho, volviendo el río a su cauce antiguo. A fin de reencauzar las aguas se protegió los taludes con materiales sintéticos (bloques rellenos con arena) y se creó cauces guías excavado con explosivos debido a que el río no pudo labrar completamente el cauce; la energía de explosión en suelo saturado permitió aflojar (descompactar) el material arcilloso “greda” y el flujo, reinició el labrado del cauce.
- Canal guía San Isidro de 5.5 Km. de longitud desvía las aguas del río La Leche.

Se movilizó cerca de 600,000 m<sup>3</sup> de material, construyendo un canal guía de 60 x 2 m, en esta oportunidad se encontró material sumamente duro, greda, en el cual el proceso constructivo fue muy lento, sin embargo quedó expedito hasta diciembre del año 1997, llegando la primera avenida el 06.01.98.

- Canal guía de desvío del río Motupe.

El río Motupe desviado por un canal guía se transforma en un río con cauce propio. Las características del nuevo río formado dan una idea del poder erosivo de las aguas; la nueva sección del cauce da una solera de 120 m. y una profundidad de 3 a 4 m.

Posteriormente a medida que los caudales de avenidas se incrementaban los bordes de acceso fueron dañados por las propias lluvias detrás del terraplén izquierdo, creando sus propios drenajes los cuales fueron habilitados posteriormente. El nuevo cauce sobre el río Motupe aisló a los poblados que se ubican en las inmediaciones del desierto, construyendo en el año 1990 un puente colgante peatonal y para vehículos ligeros.

## **B. Medidas de Prevención**

Las principales Obras de Prevención para mitigar los efectos del Fenómeno El Niño, se refieren a:

**a)Encauzamiento y Defensa ribereña del río la leche progresivas  
km. 2 + 500 al km. 13 + 360**

**- Objetivos**

- Protección de las localidades rurales de las ciudades de Illimo, Pacora, Túcume y Mochumi, así como de las áreas agrícolas existentes en esta zona.
- Protección de un tramo de la línea de Alta Tensión Chiclayo – Olmos, y Subestaciones Eléctricas de Transformación.
- Protección de un tramo de la carretera Panamericana Antigua (Altura de Puente La Leche), y de los terrenos agrícolas ricos en producción frutícola de la zona.

**- Beneficios**

**Directos**

Protección de 2 000 familias y de sus respectivas viviendas en las zona rurales indicadas.

**Indirectos**

Protección de 600 familias y sus respectivas viviendas y 359,00 Has de terrenos productivos entre terrenos agrícolas y áreas de algarrobos (parte de los Bosques de Poma)

**Ubicación**

Departamento	:	Lambayeque
Provincias	:	Lambayeque - Ferreñafe
Distritos	:	Illimo – Batangrande

**- Justificación de la obra realizada**

Protección de las obras ejecutadas por el proyecto en el sector Las Juntas, con la finalidad principal de proteger a los distritos de Illimo, Mórrope y las zona aledañas a los cauces del río, ante las crecidas que pudieren ocurrir en el mismo.

**- Descripción de la obra**

Las obras ejecutadas a nivel de APOYO A LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA (Protección de terrenos Agrícolas), Y APOYO

SOCIAL A LA POBLACION (Vivienda y Otros), ha tenido por principales metas físicas las siguientes :

- Limpieza y empuje de material suelto del fondo del cauce en una profundidad promedio de 1,00 mt. con material vegetal del área de trabajo.
- Conformación del Dique de 10.85 Km. en capas de 30 cms., a una altura promedio de 2,50 mt. con material propio del cauce del río.
- Construcción de 6.00 Km. de caminos de acceso.

#### **b) desviación del río la leche al desierto de mórrope**

##### **- Objetivos**

Protección de las localidades de Illimo, Túcume, Mochumí, Lambayeque, Mórrope; así como Áreas Agrícolas, Canales de riego y drenaje que se ubican en el ámbito rural de los sectores indicados .

##### **- Beneficios**

Directos : 150 Viviendas

597 Hás. de terrenos agrícolas, Canales de Riego y Drenaje, Infraestructura Vial y de Servicios Públicos

##### **- Ubicación**

- Departamento : Lambayeque
- Provincia : Lambayeque
- Distrito : Illimo - Morrope

##### **- Justificación de la obra realizada**

El Río La Leche en su cauce natural cruza una serie de caseríos y ciudades ubicadas en ambas márgenes las mismas que sufrieron grandes daños en las Avenidas Extraordinarias de los primeros meses del año 1983 con la presencia del Fenómeno “**El Niño**”, además de la infraestructura hidráulica de riego y drenaje, carreteras, caminos vecinales interiores, etc. que dejaron prácticamente aislados a los pobladores de estas zonas y en situación de extrema pobreza.

Con la experiencia obtenida, surge la necesidad de ejecutar la reorientación del curso del Río al desierto de Mórrope; evitando la destrucción de ciudades, caseríos y obras de infraestructura construída.

#### **c) Encauzamiento y defensa ribereña del río Motupe sector Jayanca-dique Principal-Jayanca**

- **Objetivos**

- Protección de la Ciudad de Jayanca , específicamente del Pueblo Joven San Salvador ubicado en la ribera izquierda del cauce principal del río, así como áreas agrícolas en el sector adyacente.
- Que las aguas del Río Motupe sean embalsadas en el dique Principal y simultáneamente desviadas al Desierto de Mórrope a través de un brazo del cauce antiguo (cuya Ejecuc. es Materia de otra obra)

- **Beneficios**

**Directos**

Protección a 500 familias del PPJJ San Salvador (Jayanca) y sus respectivas viviendas, en la ciudad de Jayanca.

- **Indirectos**

Protección de 3,000 familias de las ciudades de Pacora, Illimo, Mórrope, Túcume y Lambayeque, y de sus respectivas viviendas, así como de 3,000 Has Agrícolas en las zonas rurales de las ciudades indicadas.

- **Ubicacion**

Departamento	:	Lambayeque
Provincia	:	Lambayeque
Distrito	:	Jayanca
Localidad	:	Pampa de lino

- **Justificacion de la obra realizada**

El cauce principal del Río Motupe viene en forma casi paralela a la Panamericana Antigua y pasa en los límites de la ciudad de Jayanca y Pacora, y luego al unirse al Río La Leche pasar por las cercanías de las ciudades de Illimo, Túcume, Mórrope hasta llegar a la ciudad de Lambayeque.

El caudal máximo estimado de acuerdo a registros anteriores era de 500 m<sup>3</sup> (durante el Fenómeno de El Niño último, llegó a 660 m<sup>3</sup> / seg , que de haber permitido el paso de las aguas por su cauce antiguo el caudal conducido por este río y el Río La Leche, hubieran borrado literalmente estas ciudades.

Era necesario ejecutar la obra del Dique Principal para embalsar las aguas del Río Motupe y conducir el caudal presentado hacia el desierto de Mórrope, evitando la destrucción de las citadas ciudades.

#### **d) Desviación del río Motupe al desierto de Morrope**

##### **- Objetivos**

- Protección de localidades rurales de Jayanca y Pacora, los caseríos de Pampa de Lino, Miraflores, Casa Embarrada, La Rueda, etc., así como áreas agrícolas de los sectores adyacentes a estas.
- Que las aguas del Río Motupe sean desviadas al Desierto de Mórrope a través de un brazo de cauce antiguo de sección convenientemente ampliada para dicha conducción.

##### **- Beneficios**

###### **Directos**

Protección a 500 familias del PPJJ San Salvador (Jayanca ) y sus respectivas viviendas, en la ciudad de Jayanca.

##### **- Indirectos**

Protección de 3,000 familias de las ciudades de Pacora, Illimo, Mórrope, Túcume y Lambaveque, y de sus respectivas viviendas, así como de 192 Has Agrícolas en las zonas rurales de las ciudades indicadas.

##### **- Ubicación**

Departamento : Lambayeque  
Provincia : Lambayeque  
Distrit : Jayanca  
Localidad : Pampa de Lino - San Isidro. - Sta Isabel

##### **- Justificación de la obra realizada**

El cauce principal del Río Motupe viene en forma casi paralela a la Panamericana Antigua y pasa por los límites de la ciudad de Jayanca , Pacora y luego al unirse al Río La Leche pasar por las cercanías de las ciudades de Illimo, Túcume, Mórrope hasta llegar a la ciudad de Lambayeque.

El caudal máximo estimado de acuerdo a registros anteriores era de  $500 \text{ m}^3/\text{seg}$  (durante el Fenómeno de El Niño último , llegó a más de  $660 \text{ m}^3 / \text{seg}$  ), que de haber permitido el paso de las aguas por su

cauce antiguo el caudal conducido por este río y el Río La Leche, hubieran borrado literalmente estas ciudades.

Era necesario ejecutar la obra del Encauzamiento para conducir las aguas del Río Motupe hacia el Desierto de Mórrope, evitando la destrucción de las ciudades.

### **C. Medidas Ejecutadas en el Valle Chancay Lambayeque**

En los cuadros 5.1.1 y 5.1.2 se puede apreciar las de Prevención, Emergencia y Rehabilitación y Construcción en los valles de Chancay-Lambayeque y valles de La Leche – Motupe y Olmos.

## **5.2 Sequías**

Paralelamente al fenómeno del Niño de 1983, se produjo una fuerte sequía en el sur del Perú, principalmente en los Departamentos de Puno, Arequipa, Apurímac, y Cuzco.

A diferencia del evento ENSO de 1983, en el Departamento de Lambayeque y en sur del país en 1998 no se presentaron serios problemas por déficits de precipitación (sequía).

## **5.3 Erosión Hídrica de los suelos**

Los factores que más inciden en la erosión al nivel de la cuenca son los siguientes:

- Uso intensivo de tierras agrícolas de secano y falta de protección de los suelos de ladera.
- Prácticas inadecuadas de manejo de agua y cultivos. Por sí mismos los cultivos no aceleran la erosión, sino la forma en que éstos se manejan.
- Ampliación de tierras agrícolas hacia áreas de mayor pendiente. La pendiente es un factor que actúa en relación directa con el índice de erosión.
- Aguaceros fuertes y persistentes. En el rango denominado por pouquet, la sierra se ubica dentro de un alto poder de agresividad erosiva.
- Factores socioeconómicos analfabetismo, falta de educación en el poblador.
- La deforestación y tala indiscriminada de los bosques de 6 a 7 ha diarias.

En la evaluación realizada en el plan maestro del IMAR COSTA NORTE-1995, tomando en cuenta sólo las variables de pendiente y vegetación, se han identificado como zonas susceptibles a una fuerte erosión, las áreas distribuidas en los alrededores de Licupís, Llama, Catache, Pulán, Sexi y al suroeste de Santa Cruz, confirmando que la parte alta de la cuenca es la que se encuentra más seriamente afectada.

De manera adicional, se puede señalar que en los últimos 30 años en la parte media y alta de la cuenca han aumentado significativamente las áreas susceptibles a erosión: de 41 mil has. en 1961 a 50 mil en 1994. Asimismo, un estudio detallado en los distritos de Yauyucán y Andabamba determinó que dos tercios de la superficie cultivada están en proceso de fuerte erosión (> 60T/Ha./año)

## **5.4 Drenaje y Salinidad**

### **5.4.1 Drenaje**

#### **A. Generalidades**

El movimiento de los excesos de agua de la zona radicular es de suma importancia a fin de prevenir la acumulación de sales y la falta de aireación de los suelos. Un buen drenaje, natural o artificial, conlleva a una rápida remoción del exceso del agua superficial, evitando así la restricción de los rendimientos y calidad de los cultivos; mantiene el nivel freático debajo de la zona de las raíces y favorece el lavado de los suelos para mantener la concentración salina a un nivel adecuado.

Un criterio para observar la necesidad de drenaje se basa en la conductividad hidráulica del suelo, subsuelo y substrato, la profundidad de la capa impermeable, la topografía, dirección y profundidad del movimiento del agua, salinidad del agua, salinidad y sodificación, vegetación y el tipo y ubicación del desagüe existente.

Es cierto que las tierras altas, por su topografía e inclinación hacia la parte baja, tienen asegurada su normal evacuación de las aguas, pero es necesario proteger la zona baja contra los procesos de salinización. Por otra parte, las zonas bajas debido a su posición y vecindad al mar, así como por la ausencia de drenaje natural y limitado drenaje artificial, presentan en general condiciones de drenaje deficiente.

El problema de drenaje en el valle Chancay-Lambayeque, fue estudiado en 1980 por la Empresa Consultora SALZGITTER CONSULT GmbH, donde se realizaron investigaciones concernientes a la freatimetría, las fluctuaciones de la napa freática en cuanto a su profundidad, la calidad química del agua freática y una aproximación del balance hídrico y de sales al nivel del área estudiada.



La zona de investigación abarcó un área de 55,000 Hás. comprendidas en la parte baja del valle donde se instalaron una red de 150 pozos.

A continuación nos referimos a las conclusiones del citado estudio, que a pesar del tiempo transcurrido (1980-1981), nos dará una idea general del problema en la actualidad, teniendo en cuenta las limitaciones con que ha sido tratado este problema que en el valle Chancay-Lambayeque está ligado a la salinidad de los suelos.

## **B. Piezometría y Dirección del flujo**

La información de mayor importancia consiste en las lecturas del nivel freático ejecutadas de abril de 1980 hasta febrero de 1981, lo que ha permitido interpretar la dirección del flujo de la napa freática así como localizar zonas de recarga y evacuación.

A continuación se exponen las siguientes conclusiones:

1. El periodo de investigaciones de la napa freática se inició en un año extraordinariamente seco (1979/80), pronunciándose las fluctuaciones representativas del nivel freático y las curvas isopiezométricas. La situación cambio en la campaña 1980/81, porque la época de lluvias comenzó en octubre del 80. Por lo tanto, la situación del nivel freático en el mes de febrero de 1981 refleja generalmente el nivel máximo del periodo de observación.
2. En los sub-sectores Mórrope y Túcume-Sasape, el nivel freático se ha mantenido todo el año en profundidades mayores de 2.5 a 3.0 m.

En la zona comprendida entre los canales Túcume y Mochumí repercuten estos canales en la recarga del acuífero a partir del mes de diciembre, influyendo hasta el sub-sector Muy Finca.

3. La zona de mayor recarga, especialmente en el mes de febrero, puede detectarse en la prolongación del río Lambayeque, es decir aguas abajo del Repartidor Chéscope.

Al sur de esta zona o sea a altura de la ciudad de Chiclayo, se evidencia una zona de evacuación en dirección occidental, y luego, siguiendo hacia el sur, otra faja de recarga que se une con la primera al oeste de los montes islas, vecinos occidentales de la ciudad de Chiclayo.

4. Notable es el efecto del río Reque, cuyo cauce facilita una evacuación del acuífero. Pero este fenómeno se pierde a medida que el flujo subterráneo se acerca a la costa.
5. Más notable respecto al detenimiento del flujo del freático, es el efecto de los contrafuertes del Morro Eten y de las Pampas de Eten y Reque, región

en la cual las curvas isopiezométricas coinciden con las curvas de nivel del terreno, especialmente en épocas de riego normales.

6. La dirección general del flujo del freático se aproxima a la dirección de la pendiente topográfica, del noreste al suroeste.

Una pequeña alteración se ha observado en el sub sector Fala-Capote-Lambayeque, donde se manifiesta una dirección sur-este a nor-oeste, fenómeno relacionado con lo que se ha citado en el párrafo 3) y por el efecto de la depresión entre Lambayeque y Ferreñafe.

7. En el sub-sector Mochumí, las curvas isopiezométricas para el mes de abril de 1980 definen la dirección del flujo subterráneo de nor-este a sur-oeste, casi en forma paralela a la carretera panamericana antigua.

Aunque no hay información respectiva de la parte del sector Ferreñafe, que se encuentra entre los sub-sectores Mochumí y Fala-Capote-Lambayeque, se puede deducir de la forma de las curvas isopiezométricas que el acuífero drena a través de la depresión que se menciona en el párrafo 6).

## B) Profundidad de las Napa Freática

De los trabajos de investigación realizados se desprende que en general la napa freática se elevó en el transcurso de los once (11) meses de observación (abril 1980 a febrero 1981) en el orden de 1 a 1.5 m, especialmente en los subsectores Fala-Capote-Lambayeque y Chiclayo-pimentel.

Se observó claramente que en el mes de febrero de 1981 en los sub-sectores Chacupe-Santa Rosa y, especialmente Monsefú-Reque-Eten, las áreas con napas freáticas entre 1 y 2 m se han extendido, como se pudo esperar después de un año hidrológico excepcionalmente seco.

Resumiendo la interpretación de los planos de isoprofundidad de la napa freática resultan las siguientes situaciones:

<b>Rangos de la profundidad media del nivel freático</b>	<b>Localización</b>
Mayor de 3 m	Sub sectores Mórrope; Túcume-Sasape; Muy Finca (parte occidental).
2 a 3 m.	Subsector Muy Finca (parte oriental); Mochumí;; Chacupe-Santa Rosa;
1.5 a 2 m	Chacupe-Santa Rosa, Monsefú-Reque-Eten(parcial) y Chiclayo-Pimentel
Menor de 1.5 m	Monsefú-Reque-Eten, Fala- Capote-Lambayeque.

## 5.4.2 Salinidad

### A. Generalidades

En el año 1971 se realizó en la ciudad de México el primer seminario Latinoamericano sobre evaluación sistemática de recursos de tierras y aguas organizado por el proyecto regional FAO/PNUD RLA 70/457, en este evento se consideró y aprobó dentro de sus conclusiones finales prestar especial atención a los serios problemas que presentan la alteración y degradación de los recursos tierras y aguas, debido a su uso irracional, así como a la progresiva contaminación medio ambiental, aspectos todos que atentan contra la economía nacional, el bienestar y la salubridad social.

En países como el nuestro y aun en los que no presentan las heterogéneas condiciones climáticas de nuestro territorio, el problema de la degradación a ido afectando paulatinamente grandes extensiones de áreas cultivables las que en muchos casos se tornan improductivas totalmente reduciendo en forma alarmante las áreas de cultivo disponibles.

En la costa peruana según el Grupo Permanente de Estudios sobre Riego – 1993, las tierras con problemas de salinidad abarcan una extensión de 300 mil hectáreas equivalentes al 40% del área agrícola de la costa, este problema es propio de suelos áridos y semiáridos y actualmente tiene una notoria importancia por las proporciones que ha alcanzado.

Este es el problema ambiental más serio que ha surgido en el ámbito del Valle Chancay–Lambayeque, particularmente en su parte media y baja a pesar de que el problema de salinidad de los suelos viene siendo tratado desde la década del 60; al respecto, cabe indicar que la evaluación de la salinidad en el valle se ha realizado en 1,963, 1,968, 1,975, 1,984 y 1,990.

Es importante manifestar, que cada Estudio de Salinidad, siempre ha proporcionado información valiosa sobre el estado del problema, lo que debe considerarse solamente como el inicio de las acciones necesarias para el control permanente de la salinidad. Por lo tanto, para la solución al problema, se requiere formar personal local calificado que pueda llevar a cabo de manera muy profesional las investigaciones propias referentes a la salinidad de los suelos, evidentemente que esta meta no se puede lograr en el transcurso de la duración de un estudio a plazo perentorio, sino con la atención al problema a largo plazo.

### B. Origen de la Salinización de los Suelos

Todas las aguas para riego incluso las de excelente calidad contienen sales solubles siendo las principales: cationes de calcio, magnesio y sodio, y los

aniones Cloruro y sulfato. El catión potasio y los aniones bicarbonato, carbonato y nitrato, están en el agua en muy pequeñas cantidades.

Existe una gran variación en la cantidad de las sales solubles en el agua de riego, fluctuando de agua pura que contiene menos de 100 p.p.m. de sales solubles a aguas que contienen más de 3000 p.p.m de sales solubles, casi todas las aguas para irrigar que han sido usadas con éxito contienen menos de 1500 p.p.m de sales disueltas, ocasionalmente se han utilizado aguas en mayores concentraciones, pero no han sido satisfactorios los rendimientos de los cultivos. Por lo manifestado se puede asegurar que el agua de riego es una de las principales fuentes de sales incluso cuando es de excelente calidad.

Por ejemplo, una aportación anual de 1000 mm de agua de riego conteniendo solamente 250 p.p.m. (mg/l) de sales disueltas aportará 2500 kg. de sales por Ha/año. Si no se eliminan estas sales de la zona radicular la salinidad será inevitable.

En el sistema de riego regulado o zona de irrigación del Sistema Tinajones, la salinización constituye el problema ambiental más serio el cual se ha originado por factores artificiales originados por el hombre, como es: la baja eficiencia del agua de riego, la siembra en áreas exageradas de cultivos exigentes en agua como el arroz y la caña de azúcar, el insuficiente sistema de drenaje existente y mantenimiento del mismo. Entre los factores naturales que dan origen a la salinidad, cabe citar la presencia de estratos impermeables cercanos a la superficie del suelo que a la falta de un sistema de drenaje adecuado produce niveles freáticos altos a partir del cual y debido al fenómeno de la capilaridad el agua puede llegar a la zona radicular, e incluso hasta la superficie del suelo, donde se evapora dejando las sales que lleva disueltas.

Entre los factores que han originado el problema de salinidad se puede describir los siguientes:

#### **a. Baja Eficiencia de Riego**

La baja eficiencia de riego en el valle da lugar a pérdidas por infiltración a partir de la red de riego y a fuertes pérdidas por percolación a partir de las parcelas. Por estudios realizados en el valle sobre este aspecto se conoce que las eficiencias de riego son bajas, teniendo en cuenta que el valor óptimo de eficiencias a nivel del valle para un sistema de riego regulado debe oscilar alrededor de 70%.

Según IMAR-COSTA NORTE para las campañas 1994/95 y 1995/96 se obtuvieron los siguientes valores:

▪ Eficiencia de almacenamiento:	91.70 %
▪ Eficiencia de conducción :	90.33 %
▪ Eficiencia de distribución :	67.89 %
▪ Eficiencia de aplicación :	65.00 %
▪ Eficiencia total del valle :	36.55%

En los resultados de los estudios sobre eficiencia de riego elaborado por la Empresa Consultora AGRAR-1999 se refiere únicamente a la eficiencias de aplicación en el Valle Chancay–Lambayeque, cuyos resultados se presenta en el cuadro N° 5.4.1.

**Cuadro N° 5.4.1 Eficiencias de Aplicación Actuales (%)**

Clase de Suelo	Arroz	Caña de Azúcar	Maíz	Algodón
A (Grueso)	47	39	50	
B (Medio)	57	86	84	
C (Fino)	82	92		71
<b>Promedio</b>	<b>62</b>	<b>72</b>	<b>67</b>	<b>71</b>

En conclusión, según GFA - AGRAR la eficiencia de aplicación promedio en el valle es de 68%.

**c. Siembra en áreas exageradas de arroz y caña de azúcar**

Resulta contraproducente que en una zona considerada como semi-árida donde el agua es un recurso caro y escaso se siembren en áreas exageradas cultivos de alto consumo hídrico como son: el arroz y la caña de azúcar, lo cual aunada a la baja eficiencia de riego se contribuye con grandes volúmenes de agua al incremento del nivel freático haciendo más crítico el problema de la salinidad.

La Compañía Consultora SALZGITTER – 1968 recomendó en la cédula de diseño para la operación del reservorio Tinajones, 17000 Ha de arroz y 22000 Ha de caña de azúcar con los recursos hídricos del Sistema Chancay-Chotano-Conchano. Sin embargo, esto no ha sido respetado conforme se aprecia en la figura N° 5.4 y en los cuadros N° 5.4.2 y N° 5.4.3 y de esta manera se quebró la concepción técnica de la I Etapa del Sistema Tinajones porque si bien es cierto que en las últimas treinta (30) campañas las áreas de caña de azúcar no se incrementaron significativamente no ocurrió lo mismo con las áreas de arroz que si se incrementaron fuertemente habiéndose sembrado 46,362 Ha. En la campaña 1983/84, 42,322 ha en la campaña 1986/87, 45,415 ha en la campaña 1998/99 y 44,378 ha en la campaña 1999/2000.

**d. Insuficiente Sistema de Drenaje Existente**

Si bien es cierto en el valle se construyó una red principal y secundaria de drenes de zanjas abiertas para beneficiar a 70000 ha. con una longitud total de 421.39 km. para detener el avance progresivo de la salinización de los suelos y mejorar las condiciones de mal drenaje existente, esta red no cumplió su objetivo por que los drenes principales y secundarios construidos funcionan básicamente como drenes de conducción y si bien es cierto tiene un área de influencia lateral para deprimir el nivel freático a cada lado de sus márgenes esa

área de influencia no es suficiente para detener el avance de la salinidad ya que son los drenes de campo o a nivel de parcela los que definitivamente controlan el nivel freático y detienen el avance de la salinidad así como también permiten la recuperación de las áreas ya salinizadas, sin embargo estos drenes de campo que deben ir conectados a la red existente aún no se ha construido. El sistema de drenaje existente es insuficiente porque solamente se limita a conducir aguas de precipitación, aguas de exceso de riego superficial y poca agua de percolación.

#### **e. Insuficiente Mantenimiento del Sistema de Drenaje**

El mantenimiento del sistema de drenaje existente es insuficiente conforme se puede apreciar en el cuadro N° 5.4.4 ya que la empresa ETECOM S.A. responsable de dicho mantenimiento en aproximadamente en 07 años de operación solamente hizo el mantenimiento a una longitud total acumulada de 492.06 Km que en promedio significa 70.3 km/año se debe tener en cuenta que la longitud total de la red es 421.39 km y que esta requiere como mínimo dos veces al año de los trabajos de mantenimiento para que pueda funcionar en condiciones optimas.

En las condiciones actuales por limitaciones de orden económico resulta casi imposible hacer el mantenimiento adecuado anualmente a toda la red de drenaje; sin embargo teniendo en consideración la fuerte inversión realizada en su construcción y los beneficios que se logran con los drenes, es necesario mantener la red de drenaje en optimas condiciones de funcionamiento. Por lo que se debe ejecutar el mantenimiento por lo menos una vez al año.

La falta de mantenimiento origina la colmatación de la sección hidráulica y en algunos casos fuerte erosión al pie de los taludes, además la invasión de la sección hidráulica por la totora que disminuye la velocidad del flujo de agua y se produce el acelerado depósito de los sedimentos disminuyendo la profundidad efectiva de drenaje, lo que origina el humedecimiento de los taludes y da lugar a grandes erosiones en los mismos, sobre todo en zonas de textura inestable.

### **C. Clasificación de la Salinidad**

#### **a. Según la Conductividad Eléctrica del Extracto saturado**

Las clases de salinidad que se presentan en el cuadro N° 5.4.5 son las comúnmente empleadas para clasificar los suelos salinos y se basan en la conductividad eléctrica del Extrato Saturado ( CE ).

La clase I corresponde a suelos libres de sales, generalmente suelos no afectados.

Las clases II, III y IV, comprenden las áreas afectadas de las cuales las clases III y IV ya no se cultivan; sin embargo, la clase II puede considerarse marginal debido a la fluctuación de la salinidad, porque bajo ciertas condiciones, por ejemplo Nivel Freático alto la concentración de las sales en estos suelos aumenta

y la producción disminuye. Cuando el Nivel Freático disminuye y el suelo vuelve a sus condiciones normales la producción aumenta hasta el caso de convertir el área en clase I o sea suelo no afectado. Pero cuando las condiciones que favorecen la salinidad se presentan por un tiempo prolongado, los suelos de la clase II pueden convertirse en suelos de la clase III.

En el cuadro N° 5.4.6 se presentan otra forma de clasificar la salinidad y su relación con la clasificación según la (CE).

## **b. Según el Instituto Internacional de Riego y Drenaje**

El ILRI (6) presenta la siguiente clasificación general basada en la Conductividad Eléctrica del Extracto Saturado (CE), en el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) y en el pH.

### **1) Suelos Salinos**

- CE mayor que 4 mmhos/cm a 25 °C.
- PSI menor que 15.
- pH generalmente menor de 8.5.

Estos suelos tienen un efecto adverso sobre la mayoría de los cultivos, en la superficie de estos suelos se pueden encontrar costras salinas.

### **2) Suelos Salinos-Sódicos**

- CE mayor que 4 mmhos/cm a 25 °C.
- PSI mayor que 15.
- pH raramente más alto que 8.5.

El crecimiento de los cultivos de estos suelos está seriamente dificultado. Su condición estructural es generalmente favorable; Sin embargo, se puede deteriorar grandemente después del lavado de las sales. Entonces, el suelo puede llegar a hacerse fuertemente alcalino; las partículas del suelo se dispersarán; la permeabilidad disminuirá sensiblemente y sus condiciones para el lavado empeorarán.

### **3) Suelos Sódicos no Salinos**

- CE menor que 4 mmhos/cm a 25 °C.
- PSI mayor que 15.
- pH comprendido, generalmente entre 8.5 y 10; sin embargo, el pH del suelo sin cal puede descender hasta 6.

Generalmente la estructura de los suelos sódicos no salinos es muy mala.

## **c. Por Apreciación de Sales Superficiales**

Consiste en una clasificación de la salinidad de los suelos sobre la base de observaciones visuales en campo de las áreas a investigar las características externas del suelo, cobertura vegetal observable y estado del cultivo.

Este método se utilizó en el estudio de salinidad realizado en el año 1980 en el Valle Chancay-Lambayeque y que fuera ejecutado por la compañía Salzgitter, adaptándose a lo que se indica en el cuadro N° 5.4.5, solo para clasificar los suelos con salinidad I y II.

#### **1) CLASE I**

Comprenden suelos con un contenido de sales tal, que el crecimiento y el desarrollo de los cultivos existentes no ha sido afectado o por lo menos no es apreciable a simple vista. El estado del cultivo sobre estos suelos es bueno y no se nota la presencia de sales superficiales excepto en bordes antiguos, caminos, etc, tampoco se presenta la vegetación salina. La concentración salina oscila de 0 - 4 mmhos/cm a 25 °C.

#### **2) CLASE II**

Comprenden suelos con un contenido de sales tal, que el crecimiento y el desarrollo de los cultivos existentes ha sido moderadamente afectada el estado de cultivo sobre estos suelos es predominantemente bueno y se nota la presencia de pequeñas manchas salinas en forma aislada y en algunos casos la presencia de vegetación salina. La concentración salina oscila de 4 - 8 mmhos/cm a 25 °C.

#### **3) CLASE III**

En estos suelos el crecimiento y desarrollo de los cultivos existentes ha sido fuertemente afectado: El estado de cultivo sobre estos suelos es predominantemente deficiente a malo, notándose la presencia de costras salinas de regular extensión y en algunos casos la presencia de vegetación salina en grandes extensiones. La concentración salina es mayor de 8 mmhos/cm a 25 °C, pudiendo llegar hasta cerca de 40 mmhos/cm a 25 °C , según el estudio del Ministerio de Agricultura –CENDRET-1975.

#### **4) CLASE IV**

En estos suelos el crecimiento y desarrollo de los cultivos existentes es afectado fuertemente y prácticamente no sobrevive ninguno de ellos, solo algunas especies de vegetación natural o silvestres se adaptan a estas condiciones de extrema salinidad. Esta clase comprende casi en su totalidad terrenos desnudos cubiertos en gran parte por costras salinas bastantes extensas. La concentración salina es mayor a 40 mmhos/cm a 25 °C.

### **D. Antecedentes de la Salinidad en el Valle**



El inventario de las áreas afectadas por la salinización determinadas en los años 1963, 1968, 1975, 1980 y 1990, se presenta en el cuadro N° 5.4.7, donde el área afectada corresponde a las clases de salinidad II, III, IV que se indica en el cuadro N° 5.4.5.

- En el año 1963 se realiza lo que se puede considerar el primer estudio de salinidad en el Valle Chancay y a pesar que entre 1959 - 1964 se construyo una red troncal de seis sistemas de drenaje no se obtuvo una satisfactoria evacuación del exceso de agua, habiéndose apreciado, zonas de salinidad aisladas, con una extensión total 14,230 Ha.
- En 1968 debido a que en el periodo 1963-1968 no se ejecutaron prácticamente ninguna medida destinada específicamente al mejoramiento del sistema de drenaje existente se encontró un área afectada por salinidad de 23,662 Ha. Ver cuadro N° 5.4.7.
- En 1975, se comprueba un avance considerable de la salinización de los suelos, situación que se atribuye al incremento de áreas sembradas con arroz y caña de azúcar, cultivos que por alta demanda de agua, baja eficiencia de riego y deficiente sistema de drenaje propiciaron el avance acelerado de la salinidad, habiéndose llegado a afectar en 42,022 Ha.
- En 1980, la salinidad de las áreas afectadas disminuyo del 40 % al 30 %, en el cuadro N° 5.4.8, se presenta las áreas y clases de salinidad por sectores donde se aprecia que el sector más afectado es Lambayeque-Reque , con 14,694 Ha que corresponde al 52 % de su área total, luego sigue Ferreñafe con 6,815 Ha y 32 % , CAPS Azucareras con 6,552 Ha y 22 % y finalmente Valle Nuevo con 3,832 Ha y 15 % de su área total.

La disminución de la salinidad de los suelos observados entre los años 1975 - 1980 se debe a los años hidrológicos normales y la sequía registrada en la campaña 1979/80 en que los ríos aportaron al sistema una masa del 319 MMC y la influencia de la construcción de nuevos sistemas de colectores y subcolectores de drenaje principalmente en Ferreñafe, Lambayeque y Reque. Entre los años 1975 - 1980 la salinidad bajó de 42,022 Ha a 31,898 Ha.

- En 1990, se encontró 40,258 Ha afectadas con problemas de sales las cuales corresponden al 28.2% total del área investigada que fue 142,792 Ha.

Es importante resaltar que los estudios de salinidad realizados con anterioridad al de 1990 en todos ellos el área total investigada estuvieron siempre referida a 105 701 Ha; por esta razón, se dificulta el análisis comparativo de las áreas afectadas entre 1980 a 1990 (cuadro N° 5.4.10), sin embargo se puede manifestar lo siguiente:

El área total investigada en 1990 fue 1.35 veces mayor al área de 1980; así mismo el área total afectada en 1990 fue 1.26 veces mayor a las áreas afectadas de 1980 (ver cuadro N° 5.4.8), respecto a cada sector se tiene:

**a) Sector Lambayeque - Reque.**

<u>Area investigada (Ha)</u>		<u>Area Afectada (Ha)</u>	
1980	1990	1980	1990
28424	44469	14699	24652

En 1990 el área investigada del sector fue 1.56 veces mayor a la de 1980 y en cuanto al área afectada fue mayor 1.68 veces.

**b) Sector Valle Nuevo**

<u>Area investigada (Ha)</u>		<u>Area Afectada (Ha)</u>	
1980	1990	1980	1990
25548	36353	3832	7765

En 1990 el área investigada del sector fue 1.42 veces mayor a la 1980 y en cuanto al área afectada fue mayor 2.03 veces.

**c) Sector Ferreñafe**

<u>Area investigada (Ha)</u>		<u>Area Afectada (Ha)</u>	
1980	1990	1980	1990
21297	21297	6815	5677

En 1990 el área investigada del sector fue igual al de 1980 y en cuanto al área afectada ésta disminuyó en un 17% respecto a las áreas afectadas de 1980.

**d) Sector CAPS azucareras**

<u>Area investigada (Ha)</u>		<u>Area Afectada (Ha)</u>	
1980	1990	1980	1990
30432	40673	6552	2164

En 1990 el área investigada del sector fue 1.34 veces mayor a la de 1980 y en cuanto el área afectada ésta disminuyó en un 67% respecto al 1980.

Por lo manifestado se puede precisar solamente de una manera general que las áreas afectadas por la salinidad de 1990 respecto a 1980 se incrementaron en los sectores de Lambayeque - Reque y Valle Nuevo; sin embargo disminuyeron en los sectores de Ferreñafe y de las CAPS azucareros. En el mapa temático de drenaje y salinidad N° 18 se presenta la distribución de las áreas afectadas del estudio 1990.

## **E. Pronóstico de la Salinidad: Condiciones Actuales y Futuras**

En el cuadro N° 5.4.9 se presenta las áreas afectadas y su avance por año en área y porcentaje de los estudios realizados entre 1963 y 1980 y es sobre la base de esta información que Salzgitter –1981, hace un pronóstico del avance de la salinidad para los años 1985, 1990, 1995 y 2000, elaborando sobre esta base el cuadro N° 5.4.10, donde presenta la disminución del área agrícola en el valle para el periodo 1985 - 2000.

Como se ha manifestado en el inciso D, los resultados del estudio de salinidad de 1990 no pueden ser utilizados para reformular un nuevo pronóstico porque el área de investigación de este año fue 1.56 veces mayor que la de 1980 ( ver cuadro N° 5.4.7).

En cuanto a los sectores solamente el área de investigación del sector Ferreñafe fue la misma en el estudio de 1980 y 1990. Si observamos el cuadro N° 5.4.10 vemos que al sector Ferreñafe se le pronosticó para 1990, 11714 Ha no afectadas por salinidad, es decir 9583 Ha afectadas con problemas de sales. Sin embargo, en el estudio de 1990 se encontró 5677 ha afectadas, lo cual significa que el pronóstico no se cumplió para el caso de Ferreñafe y es muy probable que tampoco para los demás sectores, por que el pronóstico sólo se apoyó en datos estadísticos, es decir, en el mapeo de áreas salinizadas llevados a cabo en los años 1963, 1968, 1975 y 1980 no se dispone de datos sobre napa freática observada, grados de la salinización del agua freática y sobre el suelo mismo. Faltan por tanto los datos básicos que sería factible incluir en los análisis y pronósticos las causas de la salinización creciente observada en las áreas agrícolas, como criterio complementario. Esto quiere decir que no es posible confirmar, por una apreciación fiable de las relaciones físicas, las tendencias determinadas por medios estadísticos. Es evidente que el método utilizado para hacer el pronóstico deja lugar a dudas, si este tuviera la única finalidad de estimar la magnitud absoluta de las áreas de salinización que deben esperarse en el futuro.

Bajo este contexto se hace un análisis de las condiciones actual y futuras de la salinidad

### **a. Condiciones Actuales**

Para poder cuantificar las áreas afectadas con problemas de salinidad al momento actual, se requiere de un nuevo estudio de salinidad que debe realizarse a la fecha; sin embargo, desde 1990 no se hace estudio alguno al respecto, contándose únicamente con el pronóstico elaborado por Salzgitter – 1981, que a pesar de las limitaciones manifestadas anteriormente nos da una idea muy general del problema.

Según el citado pronóstico para el año 2000 y para el área de 105701 Ha la situación sería la siguiente: (ver cuadro N° 5.4.10).

Area no afectada	49708 Ha (47 %)
Area afectada	55993 Ha (53 %)

De otro lado, analizando algunos de los parámetros disponibles, que influyen en la salinidad de los suelos y que se presentan en el cuadro N° 5.4.11, podemos hacer el siguiente comentario:

- La eficiencia de riego en el Valle siempre ha sido baja.
- Entre Diciembre de 1979 y fines de los 80, se construyó un sistema de drenaje a nivel troncal, cuyo efecto sobre el avance de la salinidad siempre ha sido limitado considerando además que desde 1994 hasta la fecha se ha hecho un mantenimiento incompleto a toda la red construida, conforme se aprecia en el cuadro N° 5.4.4.
- Por lo manifestado y teniendo en cuenta que entre el periodo de 1980 - 1990, el promedio de los siguientes parámetros: masa media anual, masa media anual por uso agrícola, área sembrada en el valle y área de arroz y caña de azúcar fue mayor al promedio de los mismos parámetros del último quinquenio de los 80, conforme se observa en el cuadro N° 5.4.11, resulta lógico asumir, que la salinidad en 1990 fue mayor que en 1980.
- Igualmente analizando los mismos parámetros del cuadro N° 5.4.11 para el periodo 1990- 2000, estos resultan mayores que para el periodo 1980 - 1990. Por lo tanto, es completamente lógico asumir que la salinidad en el año 2000 deberá ser mayor que en el año 1990. Luego, si la salinidad fue mayor en 1990 que en 1980 y el 2000 mayor que en 1990 y siendo la salinidad en 1980 de 31898 ha, se espera que al 2000 y para un área del valle de 105,701 Ha, existan como mínimo unas 45,000 Ha. Afectadas por problemas de salinidad.

**Cuadro N° 5.4.11 Promedio Quinquenal de Principales Parámetros que influyen en la Salinidad Periodo:1975/80 a 1995/2000.**

Periodo	Promedio Masa media anual (mmc)	promedio masa media anual uso agrícola (mmc)	promedio área sembrada en el valle (ha)	promedio área sembradas arroz + caña de azúcar (ha)
1975/80	787.82	714.80	66298.40	49811.00
1980/85	1069.84	821.70	78256.60	61708.80
1985/90	954.50	840.40	77982.60	54556.00
1990/95	981.60	790.00	80052.70	52938.10
1995/2000	1187.00	748.30	88872.80	70558.60

Fuente : Elaboración propia, datos: JUDRCH-L,2000

## **b) Condiciones Futuras**

En el futuro el problema de los suelos del Valle Chancay - Lambayeque afectados por la salinidad no va a mejorar si en las condiciones actuales se incrementa la masa de agua disponible con las obras de la II etapa del Sistema Tinajones en un volumen estimado de 400 MMC, este hecho definitivamente complicaría aun más la crítica situación del valle respecto al problema de la salinidad de los suelos y otros; por lo tanto, no sería oportuno aumentar en un futuro cercano el agua disponible para el valle mientras no se resuelva satisfactoriamente toda la problemática actual existente principalmente: salinidad progresiva de los suelos, baja eficiencia de riego a todo nivel, baja productividad, falta de capacitación a directivos, técnicos de campo y usuarios, créditos inoportunos o inexistentes, infraestructura menor de riego en estado calamitoso, débiles organizaciones de usuarios, etc

## **5.5 Contaminación de las Aguas**

En algunas partes del mundo el agua no solo se está escaseando, sino que su calidad también se está degradando. El agua se contamina principalmente por tres tipos de desechos: Uno es el sedimento que se deslava de la tierra y llega a las aguas superficiales por erosión natural y por la erosión acelerada del suelo a causa de la agricultura, la minería, construcción y otras actividades deforestadoras y que son causa de pérdidas de recursos vegetales. Otro es el desecho orgánico procedente de excretas animales y humanas. El tercero es el creciente volumen de diversas sustancias químicas producidas por las industrias. Estos desechos son cada vez mayores a causa del rápido crecimiento de la población, la pobreza y la industrialización.

El departamento de Lambayeque cuenta con una población de 799.247 habitantes en la cuenca Chancay Lambayeque (INEI – 1993). El 75% vive en el medio urbano y el 25% en el medio rural, población que está distribuida de manera ascendente anualmente, con la tendencia a la instalación de nuevas actividades industriales.

### **5.5.1 Principales fuentes contaminantes**

Las principales fuentes contaminantes a las aguas del río Chancay en el valle son:

#### **A. Relaves mineros**

No existen minas en explotación en el ámbito del Valle Chancay Lambayeque, por tanto no se registran niveles de contaminación de las aguas por esta actividad. Pero en la zona alta de la cuenca, provincia de Hualgayoc, existe

expectativas de desarrollo minero, también encontramos minas abandonadas, algunos relaves mineros, que son fuente de contaminación a los cursos del río.

En los Cuadros 2.14.1 y 2.14.2 se muestran los resultados obtenidos de los muestreos realizados en las aguas superficiales de alta del Valle Chancay del año 1996 se han encontrado concentraciones de Cadmio y Mercurio mayores al límite máximo permisible establecidos por la Ley General de Aguas El monitoreo realizado en la Cuenca del Llaucano el año 2,000 muestra contenidos altos de metales como Hierro, Aluminio y Manganeso.

Según el Consejo Transitorio de Administración Regional CTAR Cajamarca los habitantes de Bambamarca han hecho notar su preocupación con el cierre de los caminos por la contaminación de las minas no solo de Hualgayoc sino también de Yanacocha atribuyendo a esta minera la muerte de 12,000 truchas en el río Llaucano, puesto que los residuos de los relaves de esta compañía minera son evacuados a la Quebrada Pampa Larga la cual aporta al Río Llaucano, por estos motivos es necesario un monitoreo permanente de las quebradas o ríos que reciben aportes de efluentes mineros en el Departamento de Cajamarca, con especial importancia en épocas de lluvia donde los residuos discurren en mayores cantidades.

## **B. Residuos industriales**

No existen reportes, ni instituciones que se lleven a cabo estudios y/o monitoreos análisis de los efluentes industriales ubicados en el curso del río, así como los efluentes a la red de alcantarillado. Por lo tanto no se puede estimar el grado de contaminación a los acuíferos por esta actividad.

Podemos asumir que existe un riesgo de contaminación por el tipo de actividad industrias que se encuentran distribuidos en el valle Chancay siendo unas 500 empresas con diferentes actividades: elaboración de productos alimenticios y bebidas, fabricación de productos textiles, teñidos de pieles, fabricación de papel y productos de papel, así como de sustancias y productos químicos. De los tipos de industria existente sobresale la agroindustria y dentro de estas tenemos principalmente a las cooperativas de Tuman, Pomalca y Pucalá que se dedican a la producción de la caña de azúcar y al procesamiento de las mismas como primer rubro.

como por ejemplo plantas agroindustriales de azúcar, instaladas en las,

## **C. Desechos Domésticos**

La contaminación que originan los núcleos urbanos procede de la utilización del agua en los servicios domésticos, en la limpieza de locales comerciales y en el servicio público, por otra parte, las aguas pluviales o aguas de lavado que drenan de las zonas urbanas aportan también una carga contaminación a las aguas superficiales. Estos proceden principalmente de la ciudad de Chiclayo el que se sirven del río Chancay con un caudal unos 600 lt/seg, también el río recepciona aguas negras de la ciudad de Chongoyape. El volumen de descarga que viene de la ciudad de Chiclayo asciende a los 25,920 m<sup>3</sup> /día como

resultado de prestar servicio a unos 160.00hab. cuya carga orgánica se estima en 3900 tn DBO<sub>5</sub>/año.

**D. Actividades agrícolas.**

Los vertimientos agrícolas provienen de las aguas de retorno de los campos de cultivo implantados sobre todo a del valle aguas debajo de la represa de Tinajones. Los cultivos predominantes son la caña de azúcar y el arroz con 29.0 y 24.5 miles de Has respectivamente, sobre las que se aplican una serie de fertilizantes y plaguicidas; los fertilizantes más usados son urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio, fosfato de amonio, entre otros. El empleo de plaguicidas es más acertado en los campos de las Cooperativas; los insecticidas más utilizados son los fosforados, clorados y carbonatos y entre los fungicidas destacan los elaborados a base dezin, cobre, azufre y manganeso; asimismo los herbicidas comunes son los elaborados a base de ácido tricloro fenoxietico, tricloroacetato y dicloro propanoico, empleados en el control de malas yerbas en el cultivo de caña de azúcar.

CUADRO N° 5.1

<b>IMPACTOS EN LAMBAYEQUE DE EXCEPCIONALES FENOMENOS “EL NIÑO O MEGANIÑOS”</b>				
<b>AÑO 1982 - 1983</b>		<b>AÑO 1997 - 1998</b>		
<b>SIN PREVENCION</b> SIN ACCIONES DE EMERGENCIA PLANIFICADA <b>INTENSIDAD: EXCEPCIONALMENTE MUY FUERTE</b> - <b>MAXIMOS CAUDALES</b> río La Leche 400 m <sup>3</sup> /seg río Reque 600 m <sup>3</sup> /seg - <b>PRECIPITACIONES</b> Chiclayo 30 y Lambayeque 64 litros/m <sup>2</sup> - <b>POBLACION AFECTADA</b> 754 800 Habitantes		<b>CON PREVENCION</b> SE EFECTUARON ACCIONES DE EMERGENCIA PLANIFICADA <b>INTENSIDAD: EXCEPCIONALMENTE MUY FUERTE</b> - <b>MÁXIMOS CAUDALES</b> río La Leche 1100 m <sup>3</sup> /seg y 800 m <sup>3</sup> /seg(5 veces) río Motupe 500 m <sup>3</sup> /seg río Reque 1996 m <sup>3</sup> /seg. - <b>PRECIPITACIONES</b> Chiclayo 113 litros/m <sup>2</sup> y Ferreñafe 182 litros/m <sup>2</sup> , los días 14 y 15 de Febrero de 1998 - <b>POBLACIÓN AFECTADA</b> 1'050 280 Habitantes		
<b>SECTOR ECONOMICO</b>	<b>DAÑOS OCURRIDO POR EL FENOMENO “EL NIÑO”</b>		<b>COSTOS</b>	
	<b>1982 – 1983 *</b>	<b>1997 – 1998</b>	<b>1982–1983 (Dólares)</b>	<b>1997–1998 (Dólares)</b>
<b>AGRICULTURA</b> Evaluación del 30%	AFECTACION DE 19 119 Hás DE CULTIVOS 85% Hás cultivadas AFECTACION DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO Y DRENAJE - 300 metros del Dique principal del "Reservorio Tinajones" afectado	AFECTACION DE 4149 Hás. 3.2% DE 130 000 Hás CULTIVADAS AFECTACION DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO Y DRENAJE - 120 km de canales afectados - 112 km de drenes afectados - 1.5 km Canales destruidos	14'674 233.13	25'699 535.09
<b>EDUCACION</b> Evaluación del 30%	- 372 CENTROS ESCOLARES AFECTADOS, IGUAL AL 61% DEL TOTAL DE LOS CENTROS ESCOLARES EN EL DEPARTAMENTO	- 248 CENTROS ESCOLARES AFECTADOS - 94 CENTROS ESCOLARES COLAPSADOS 31 % DE 1110 CENTROS ESCOLARES EN EL DEPARTAMENTO	963 496.93	13 417.18
<b>ENERGIA</b> Evaluación del 30%	- 04 GRUPOS ELECTROGENOS AFECTADOS - 15 CASAS DE FUERZA DE PLANTAS TERMICAS AFECTADAS - CENTRAL HIDROELECTRICA CARHUAQUERO AFECTADA	- RED ALTA Y MEDIANA TENSION AFECTADOS 1200 metros - RED DE BAJA TENSION AFECTADA 24 690 metros - RED ALTA Y MEDIANA TENSION DESTRUIDOS 4490 metros - REDES DE BAJA TENSION DESTRUIDOS 2970 metros - TORRES COLAPSADAS: 12 - 03 CENTRALES HIDROELECTRICAS AFECTADAS . Carhuaquero . Chiriconga . La Pelota	2'889 328.15	3'412 105.26
<b>SALUD Y SANEAMIENTO BASICO</b> Evaluación del 30%	- 43 CENTROS DE SALUD EQUIVALENTES AL 80% DE CENT. DE SALUD EN LAMBAYEQUE - 727 COLECTORES/EMISORES COLMATADOS - 107 ESTACIONES DE BOMBEO AFECTADAS - 02 PLANTAS DE TRATAMIENT. AFECTADAS - 12 SISTEMAS DE LINEA DE IMPULSION AFECTADOS	- 50 CENTROS DE SALUD - 01 CENTRO DE SALUD COLAPSADO 36% DE 143 C. DE SALUD EN EL DPTO. - COLECTORES AFECTADOS: 216 833 m. - COLECTORES DESTRUIDOS: 21 402 m. - CAMARA DE BOMBEO AFECTADAS: 02 - CANALIZACIONES AFECTAS: 900 metr. - RED DE AGUA AFECTADA: 704 metros - LINEA IMPULSION A LAGUNAS DE ESTABILIZACION AFECTADA: 1780 m.	2'123 312.88	33'381 784.00



<b>TURISMO</b>	NO SE TIENE EVALUACION	- 17 MONUMENTOS HISTORICOS Y ARQUEOLOGICOS AFECTADOS - 1 MONUMENT. ARQUEOLOG. DESTRUIDO	SIN INFORMACION	2'583 765.61
<b>TRANSPORTE Y COMUNICACIONES</b> <b>Evaluación del 30%</b>	- CARRETERAS AFECTADAS: 20 km - CARRETERAS DESTRUIDAS: 4 km - PUENTES COLAPSADOS: 07 - PUENTES AFECTADOS: 10 - ALCANTARILLAS DESTRUIDAS: 08 - DERRUMBES: permanentes - DETERIORO DE INFRAESTRUCTURA DEL LOCAL DE CORREO	CARRETERAS AFECTADAS: 183 km (137 km de trochas carrozables) - CARRETERAS DESTRUIDAS: 12 km - PUENTES COLAPSADOS: 01 - PUENTES AFECTADOS: 14 - ALCANTARILLAS DESTRUIDAS: 12 - DERRUMBES: permanentes	1'834 785.28	7'673 684.21
<b>VIVIENDA</b> <b>Evaluación del 30%</b>	-VIVIENDAS AFECTADAS: 1115 -VIVIENDAS DESTRUIDAS: 2130 25% DEL TOTAL DE VIVIENDAS - POBLACION AFECTADA: 19 490 personas	- VIVIENDAS AFECTADAS: 4038 (2%) - VIVIENDAS DESTRUIDAS: 7792 (5%). DE 169 325 viviendas EN LAMBAYEQUE - POBLACION AFECTADA: 55217 personas	13'585 889.57	17'030 175.44
<b>B.</b>		<b>US\$.</b>	<b>36'071 045.94</b>	<b>89'794 466.79</b>
<b>C. TOTALES</b>				

**OTA: TIPO DE CAMBIO DEL DOLAR**

Años 1982-1983 : US\$ = 1630 Soles(1.63 Intés)

Años 1997-1998 : US\$ = 2.85 Nuevos Soles

\*EVALUACION DE DAÑOS 1982-1983: INFORMACION RECOPIADA DEL PROGRAMA DE REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE OBTENIDA EN UN 25-30 % DE LOS DAÑOS TOTALES EVALUACION DE DAÑOS 1997-1998: OBTENIDA DEL LINEAL AL 100%

5.1.1 OBRAS DE PREVENCIÓN, EMERGENCIA Y REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN - FENÓMENO EL NIÑO PERIODO 1997 - 2000  
VALLE CHANCAY - LAMBAYEQUE

NOMBRE DE LA OBRA	PERIODO DE LAS OBRAS EJECUTADAS						
	CON CONTRAPARTIDA NACIONAL				CON COFINANCIAMIENTO DEL BIRF, BID Y AID		
	1997	1998	1999	2000	1998	1999	2000
<b>1.- OBRAS DE EMERGENCIA</b>							
<b>1.1. SIN FINANCIAMIENTO EXTERNO</b>							
Presa Tinajones		X					
<b>1.2.- CON COFINANCIAMIENTO DEL PL-480 AID</b>							
Mejor. Prot., Prolong. y Reforz. Quebr. Magín y Palo Blanco Cruce Canal Alimentador					X		
<b>2.- OBRAS DE REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN</b>							
<b>2.1.- SIN FINANCIAMIENTO EXTERNO</b>							
Taymi Antiguo Prog. Km 16+000 al Km 50+000		X					
Rehab. Reconst. Sistema Tinajones (Canal Alimentador)		X					
Estudio Modelo Matemático Presa Tinajones				X			
Sistema Mayor de Riego (Canal Taymi Canal Alimentador)		X					
Remodelación Aliviadero Reservorio Tinajones				X			
<b>2.2.- CON COFINANCIAMIENTO DEL BID</b>							
Obras Pases Río Loco, Sencie y Vichayal		X					
Canal Taymi Obras Nuevas de Entrega y Aliviaderos		X	X		X	X	
Canal taymi Prog. Km 0+000 al Km 48+800		X			X		
Protección del Canal Alimentador del Reservorio Tinajones			X			X	
Reservorio Tinajones Caminos de Vigilancia			X	X		X	
Protecc. Canal de Descarga Embalse Tinajones			X			X	
<b>2.3.- CON COFINANCIAMIENTO DEL BANCO MUNDIAL</b>							
Obras Pases Río Loco, Sencie y Vichayal			X	X		X	X
Rehabilitación Partidor La Puntilla				X			X
Rehabilitación Bocatoma Raca Rumi				X			X
Rehabilitación Bocatoma Monsefú Reque				X			X
<b>2.4.- CON COFINANCIAMIENTO DEL PL-480 AID</b>							
Reh. y Prot. Canal Taymi Antiguo Km 23+000 al Km 50+000 y conex. Drenes			X			X	X
Reparación Presa Tinajones				X			X

NOTA: X - Obra Ejecutada

## 5.1.2 OBRAS DE PREVENCIÓN, EMERGENCIA Y REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN - FENÓMENO EL NIÑO PERIODO 1997 - 2000

## VALLES LA LECHE - MOTUPE - OLMOS

NOMBRE DE LA OBRA	PERIODO DE LAS OBRAS EJECUTADAS								
	CON CONTRAPARTIDA NACIONAL					CON COFINANCIAMIENTO DEL BIRF, BID Y AID			
	1997	1998	1999	2000	2001	1998	1999	2000	2001
<b>1.- OBRAS DE PREVENCIÓN</b>									
Obras Varias	X								
<b>2.- OBRAS DE EMERGENCIA</b>									
<b>2.1. SIN FINANCIAMIENTO EXTERNO</b>									
Desvío del Río La Leche al Desierto de Mórrope		X							
Encauz. Defensa Rib. Tramo Río La Leche y Sector Zanjón Saleño Huaca la Cirila		X							
Encauz. Defensa Ribereña Canal San Isidro Sector Illimo		X							
Encauz. Defensa Ribereña Río Motupe Sector Jayanca - Dique Principal		X							
Encauz. Conformación del Dique, Otros		X							
Protecc. Nueva Bocatoma Huaca de la Cruz		X							
Reforz. Dique Izq. Aguas Abajo Canal San Isidro		X							
<b>2.2.- CON COFINANCIAMIENTO DEL PL-480 AID</b>									
Reforz. Diq. de Prot. Mar. Izq. Río La Leche 0+650 al 1+070 y 0+300 al 0+650						X			
Reencauz. de aguas cuenca del desvío Río La Leche y Motupe hacia Puentes I, II y III						X			
Reforz. Diq. de protección Mar. Izq. Río La Leche Prog. 0+050 al 0+120						X			
<b>3.- OBRAS DE REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN</b>									
<b>3.1.- SIN FINANCIAMIENTO EXTERNO</b>									
Prolongación del Dique San Isidro y Tomas		X							
Expedientes Técnicos		X	X	X					
Rehabilitación de Campamentos		X							
Rehab. Conclusión Trabajos de Rehab. Urgente del Canal Huallabamba				X					
Rehabilitación Barraje Bocatoma San Isidro				X					
<b>3.2.- CON COFINANCIAMIENTO DEL BID</b>									
Rehab. Canal Magdalena Km 0+000 al Km 1+600 y Bocatoma		X	X			X	X		
Caminos de Acc. Alcatarillas Marg. Izq. Motupe Viejo		X	X	X		X	X		
Las Juntas Tomas San Isidro		X				X			
Caminos Vecinales Cascajal Ancol Chico		X				X			
Reconst. Complementación Canal Magdalena fase II			X	X					
<b>3.3.- CON COFINANCIAMIENTO DEL BANCO MUNDIAL</b>									
Rehab. Carretera Canal Huallabamba Km 58+400 al Km 68+000			X	X	X		X	X	
Reconstrucción Bocatoma Huaca de la Cruz				X	X			X	
Rehabilitación Partidor Pacora Jayanca				X	X			X	X
<b>3.4.- CON COFINANCIAMIENTO DEL PL-480 AID</b>									
Puente Pampa El Lino			X				X		
Reconst. Bocatoma Canal San Isidro I			X				X		
Rehab. Carretera Colaya Huallabamba Km 40+000 al Km 57+225			X	X			X	X	
Rehab. Caminos Olmos Cascajal Ancol Chico							X	X	
Reconst. Bocatoma Canal San Isidro II			X	X	X		X	X	
Rehabilitación Canal Magdalena Km 0+614 al Km 4+600				X	X			X	X

NOTA: X - Obra Ejecutada

CUADRO Nº 5.4.2

**SUPERFICIE SEMBRADA DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EN EL SISTEMA DE RIEGO REGULADO ANTES Y DESPUES DEL RESERVORIO**

CULTIVOS	SIN RESERVORIO		CON RESERVORIO			
	RECURSOS HÍDRICOS CHANCAY - CHOTANO 1958/59 - 1968/69		RECURSOS HÍDRICOS CHANCAY - CHOTANO 1970/71 - 1982/83		RECURSOS HÍDRICOS CHANCAY - CHOTANO - CONCHANO 1983/84 - 1999/2000	
	SUPERFICIE (Ha)	%	SUPERFICIE (Ha)	%	SUPERFICIE (Ha)	%
ARROZ	16,400	26.24	24,073	32.41	31,164	38.03
CAÑA DE AZUCAR	14,500	23.20	27,925	37.60	29,597	36.12
ALGODÓN	2,500	4.00	4,517	6.08	2,426	2.96
MAIZ	7,200	11.52	5,286	7.12	7,655	9.34
MENESTRAS	5,400	8.64	4,751	6.40	3,659	4.47
OTROS	16,500	26.40	7,712	10.39	7,443	9.08
<b>TOTAL</b>	<b>62,500</b>	<b>100.00</b>	<b>74,264</b>	<b>100.00</b>	<b>81,944</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Administración Técnica Distrito de Riego Chancay - Lambayeque (ATDRCH-L)

**CUADRO N° 5.4.3**

**SUPERFICIE SEMBRADA EN LAS CAMPAÑAS AGRICOLAS 1970/71 A 1999/2000 EN EL SISTEMA DE RIEGO REGULADO**

**CAMPAÑAS AGRICOLAS 1970-71 A 1983-84**

CULTIVOS	CAMPAÑAS AGRICOLAS														
	1970-71	1971-72	1972-73	1973-74(*)	1974-75	1975-76	1976-77	1977-78	1978-79	1979-80	1980-81	1981-82	1982-83	1983-84	1984-85
Total del valle	74 943.00	78 307.00	76 434.00	80 626.00	83 002.00	85 532.00	73 695.00	67 700.00	73 444.00	39 271.00	78 615.00	73 573.00	80 249.00	82 393.00	76 455.00
Caña de azúcar	25 165.00	25 169.00	29 289.00	28 899.00	27 785.00	29 690.00	28 768.00	28 768.00	28 992.00	23 945.00	28 818.00	28 818.00	28 818.00	28 818.00	28 818.00
Arroz	23 506.00	24 859.00	21 683.00	26 578.00	28 178.00	34 822.00	30 823.00	21 468.00	19 970.00	1 802.00	17 045.00	25 770.00	36 512.00	46 362.00	38 675.00
Algodón	2 904.00	3 552.00	5 455.00	5 336.00	5 402.00	1 530.00	400.00	1 191.00	5 187.00	2 238.00	13 600.00	5 890.00	6 037.00	222.00	439.00
Menestras	7 420.00	6 836.00	6 217.00	8 213.00	6 531.00	6 200.00	2 193.00	7 171.00	3 557.00	2 273.00	2 184.00	1 007.00	1 957.00	0.00	0.00
Maíz	5 240.00	5 124.00	6 311.00	4 395.00	6 512.00	6 498.00	5 246.00	3 118.00	6 062.00	2 942.00	11 510.00	4 885.00	874.00	872.00	18.00
Otros	10 708.00	12 767.00	7 479.00	7 205.00	8 594.00	6 792.00	6 265.00	5 984.00	9 676.00	6 071.00	5 458.00	7 203.00	6 051.00	6 119.00	8 505.00

**CAMPAÑAS AGRICOLAS 1984-85 A 1999-00**

CULTIVOS	CAMPAÑAS AGRICOLAS														
	1985-86	1986-87	1987-88	1988-89	1989-90	1990-91	1991-92	1992-93	1993-94	1994-95	1995-96	1996-97	1997-98	1998-99	1999-00
Total del valle	74 515.00	89 034.00	69 247.00	87 623.00	69 208.00	72 658.00	64 246.30	80 035.00	94 127.30	89 196.90	91 972.09	79 828.52	82 968.32	95 275.66	94 319.35
Caña de azúcar	28 818.00	28 818.00	28 817.00	28 817.00	28 817.00	28 133.00	28 192.00	28 613.90	29 838.90	29 905.20	31 313.43	31 366.20	31 318.20	31 362.70	31 386.92
Arroz	1 738.00	42 322.00	27 051.00	35 493.00	22 089.00	10 276.00	15 512.50	17 893.00	37 927.50	38 398.30	37 011.81	31 758.97	37 482.00	45 414.93	44 377.87
Algodón	1 273.00	985.00	607.00	2 757.00	1 018.00	1 523.00	1 203.70	2 714.90	5 003.90	5 414.50	7 360.71	6 275.12	3 415.56	377.65	650.39
Menestras	16 547.00	5 626.00	1 500.00	2 800.00	4 696.00	1 915.00	3 487.60	2 609.60	2 961.20	2 338.80	3 631.10	4 674.38	2 159.15	3 625.04	3 630.55
Maíz	19 628.00	5 828.00	5 040.00	7 955.00	3 246.00	17 852.00	9 652.50	19 201.40	8 930.80	5 811.90	6 126.59	1 709.03	3 358.15	6 604.30	8 296.86
Otros	6 511.00	5 455.00	6 232.00	9 801.00	9 342.00	12 959.00	6 198.00	9 002.20	9 465.00	7 328.20	6 528.45	4 044.82	5 235.26	7 891.04	5 976.76

Fuente: Junta de Usuarios Chancay-Lambayeque-2000

CUADRO N° 5.4.4

MANTENIMIENTO ANUAL DEL SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE

AÑO	LONGITUD	VOLUMEN ( m3.)	INVERSIÓN ( \$/.)
1994	23.66	46 580.95	199 654.22
1995	76.00	137 267.37	475 968.20
1996	126.42	142 000	487 357.66
1997	76.15	229 515.10	378 968.76
1998	-	-	-
1999	117.83	106 280.08	288 717.31
2000	72.00	140 000	522 830.74
<b>TOTAL</b>	<b>492.06</b>	<b>801 643.5</b>	<b>2'353 496.89</b>

FUENTE : ETECOM - JUNTA DE USUARIOS-2000

### CUADRO Nº 5.4.5

#### CLASES DE LA SALINIDAD SEGÚN LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DEL EXTRACTO SATURADO CE

CLASE DE SALINIDAD	CONDUCTIVIDAD EN mmhos/cm; 25° C	EFFECTOS DE LA SALINIZACION
I	0 - 4	En general ningún daño; a partir de 2 - 4 mmhos ciertos efectos dañinos solamente en cultivos muy sensibles a salinidad
II	4 - 8	Influencia de salinidad en forma de una reducción en la producción
III	8 - 16	Pérdida considerable en la producción hasta completar improductividad para la mayoría de los cultivos
IV	> 16	

Fuente: Estudio Salzgitter -1980

### CUADRO Nº 5.4.6

#### FORMAS DE CLASIFICACION DE LA SALINIDAD

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (C.E.) EN EXTRACTO SATURADO 25° C mmhos/cm	EFFECTOS SOBRE RENDIMIENTOS; LAB. DE SALDAD RIVERSIDE	CLASIFICACION SEGÚN C.E.	CLASIFICACION SEGÚN ONERN
0 - 2	NINGUNO	1	SIN SALINIDAD
2 - 4	SOLO CULTIVOS MUY SENSIBLES		
4 - 8	RESTRICCIONES EN MUCHOS CULTIVOS	2	SUELOS CON SALINIDAD INCIPIENTE
8 - 16	SON CULTIVOS TOLERANTES	3	SUELOS CON SALINIDAD EVIDENTE
16 y MAS	POQUISIMOS CULTIVOS TOLERANTES	4	

Fuente: Estudio Salzgitter -1980

CUADRO N° 5.4.7

EVOLUCION DE AREAS AFECTADAS POR LA SALINIDAD EN EL PERIODO 1963 - 1990

SECTOR DE DRENAJE	1963				1968				1975				1980				1963 - 1980		1990	
	AREA TOTAL		AREA AFECTADA		AREA AFECTADA		AVANCE POR AÑO		AREA AFECTADA		AVANCE POR AÑO		AREA AFECTADA		AVANCE POR AÑO		AVANCE POR AÑO		AREA (*) AFECTADA	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
I. LAMBAYEQUE	28 424	27	4 264	15	10 233	36	1 194	4.2	13 643	48	487	1.7	14 699	52	211	0.7	614	2.2	24 652	55
II. VALLE NUEVO	25 548	24	3 577	14	4 088	16	102	0.4	10 730	42	949	3.7	3 832	15	-1 380	-5.4	15	0.06	7 765	21
III. FERREÑAFE	21 297	20	4 259	20	6 602	31	469	2.2	8 519	40	274	1.3	6 815	32	-341	-1.6	150	0.7	5 677	27
IV. CAPS. AZUCARERAS	30 432	29	2 130	7	2 739	9	122	0.4	9 130	30	913	3	6 552	22	-516	-1.7	260	0.9	2 164	5.3
TOTAL I a IV	105 701	100	14 230	14	23 662	23	1 887	1.8	42 022	40	2 623	2.4	31 898	30	-2 026	-2	1 039	0.97	40 258	27

Fuente: Estudio de Evaluación Salzitter 1981

\* Referida a un área total evaluada de 142 792 Ha



CUADRO N° 5.4.8

AREAS NO AFECTADAS Y AFECTADAS POR SALINIDAD 1980

SECTOR	CONCEPTO AREA Ha	TOTAL		AREAS CLASE DE SALINIDAD									
				I		II		III		IV		III + IV	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
I.- Lambayeque- Reque	Total	28 424	100	13 528	100	8 149	100	5 775	100	972	100	6 747	25
	No afectada	13 725	48	13 528	100	197	2	-	-	-	-	-	-
	Afectada	14 699	52	-	-	7 952	98	5 775	100	972	100	-	-
II.- Valle Nuevo	Total	25 548	100	21 653	100	2 892	100	786	100	280	100	1 066	4
	No Afectada	21 726	85	21 653	100	63	2.2	-	-	-	-	-	-
	Afectada	3 832	15	-	-	2 766	97.8	786	100	280	100	-	-
III.- Ferreñafe	Total	21 297	100	14 401	100	3 291	100	1 895	100	1 710	100	3 605	17
	No Afectada	14 482	68	14 401	100	81	2.5	-	-	-	-	-	-
	Afectada	6 815	32	-	-	3 210	97.5	1 895	100	1 710	100	-	-
IV.- CAPS. AZUCARERAS	Total	30 432	100	23 269	100	4 054	100	2 659	100	450	100	3 109	10
	No Afectada	23 880	78	23 269	100	611	15	-	-	-	-	-	-
	Afectada	6 552	22	-	-	3 443	85	2 659	100	450	100	-	-
TOTAL	Total	105 701	100	72 851	100	18 323	100	11 115	100	3 412	100	14 527	14
	No Afectada	73 803	70	72 851	100	952	5	-	-	-	-	-	-
	Afectada	31 898	30	-	-	17 371	95	11 115	100	3 412	100	-	-

FUENTE : ESTUDIO DE EVALUACIÓN SALZGITTER,1981

**CUADRO Nº 5.4.9**

**AREAS AFECTADAS POR SALINIDAD Y AVANCE POR AÑO EN EL PERIODO 1963 - 1980**

SECTOR DE DRENAJE	1963				1968				1975				1980				1963 - 1980	
	AREA TOTAL		AREA AFECTADA		AREA AFECTADA		AVANCE POR AÑO		AREA AFECTADA		AVANCE POR AÑO		AREA AFECTADA		AVANCE POR AÑO		AREA AFECTADA	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
I. LAMBAYEQUE	28 424	100	4 264	15	10 233	36	1 194	4.2	13 643	48	+487	+1.7	14 699	52	+211	+0.7	+614	+2.2
II. VALLE NUEVO	25 548	100	3 577	14	4 088	16	+102	+0.4	10 730	42	+949	+3.7	3 832	15	-1 380	-5.4	+15	+0.06
III. FERREÑAFE	21 297	100	4 259	20	6 602	31	+469	+2.2	8 519	40	+274	+1.3	6 815	32	-341	-1.6	+150	+0.7
IV. CAPS. AZUCARER.	30 432	100	2 130	7	2 739	9	+122	+0.4	9 130	30	+913	+3.0	6 552	21	-516	-1.7	+260	+0.8
TOTAL I a IV	105 701	100	14 230	13	23 662	22	+1 887	+1.8	42 022	40	+2 623	+2.5	31 898	30	-2 026	-1.9	+1 039	+1.0

Fuente: Estudio de Evaluación Salzgitter, 1981

CUADRO N° 5.4.10

PRONÓSTICO DE LA DISMINUCIÓN DEL AREA AGRÍCOLA PERÍODO 1985 - 2000

SECTOR	AREA AGRÍCOLA TOTAL (Ha)	AREA AGRÍCOLA NO AFECTADA POR SALINIDAD							
		1963 Ha	1968 Ha	1975 Ha	1980 Ha	1985 * Ha	1990 * Ha	1995 * Ha	2000 * Ha
I.- LAMBAYEQUE - REQUE	28 424	24 160	18 191	14 781	13 725	10 598	7 471	4 344	1 218
II.- VALLE NUEVO	25 548	21 971	21 460	14 818	21 716	21 420	21 124	20 828	20 532
III.- FERREÑAFE	21 297	17 038	14 659	12 778	14 482	13 098	11 714	10 330	8 946
IV. CAPS. AZUCARERAS	30 432	28 302	27 693	21 302	23 880	22,663	21 446	20 229	19 012
<b>TOTAL</b>	105 701	91 471	82 039	63 679	73 803	67 779	61 755	55 731	49 708

\* ESTIMADA SEGÚN PRONÓSTICO

FUENTE : ESTUDIO DE EVALUACIÓN SALZGITTER, 1981

**GRAFICO N° 5.4 EVOLUCION DE LAS AREAS SEMBRADAS DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EN EL SISTEMA DE RIEGO REGULADO (Perido 1970/71 a 1999/2000)**

