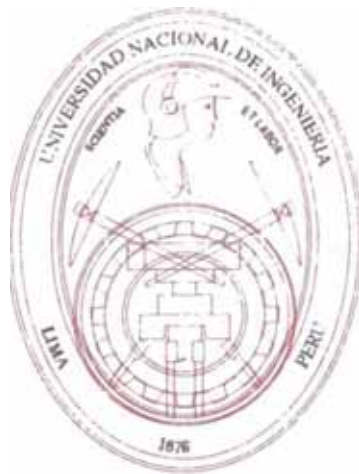


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL



**VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES
DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE TUMBES**

TESIS

**Para optar el Título Profesional de
INGENIERA SANITARIA**

OLINDA HONORATA MARTINEZ MEJIA

**LIMA - PERU
1995**

INDICE

INDICE GENERAL

	Página
Indice	i-xx
Prólogo	1-2
Sumario	3-17

I

CAPITULO 1 GENERALIDADES

1. Antecedentes Generales	19
1.1. Situación Geográfica y Política	19
1.2. Descripción de la ciudad de Tumbes	21
1.3. Características de la Población	22
1.3.1. Aspecto Socio-Económico	25
1.3.2. Principales Sectores de Producción	25
1.3.3. Vivienda	27
1.3.4. Servicios Vitales	27
1.3.5. Salud	31
1.3.6. Educación	31
1.4. Topografía y Geología	33
1.4.1. Topografía	33
1.4.2. Geología	33
1.5. Catastro.	36
1.6. Usos del Suelo	37
1.6.1. Uso Residencial	38
1.6.2. Uso Comercial Residencial	38
1.6.3. Uso Cívico Comercial	39
1.6.4. Uso Institucional	39
1.6.5. Uso Recreacional	39
1.6.6. Uso Industrial	39

INDICE

	Pág.
1.6.7. Uso de Transportes y Comunicaciones	40
1.6.8. Uso Especial	40
1.7. Características Meteorológicas, Hidrológicas y Clima	40

II

CAPITULO 2 SISTEMA DE AGUA POTABLE

2. Evaluación del Sistema de Agua Potable	44
2.1. Servicios Existentes de Agua Potable	44
2.2. Estado de las Instalaciones	46
2.2.1. Captación	49
2.2.2. Planta de Tratamiento	51
2.2.3. Salas de Distribución de Agua Potable	55
2.2.4. Cisternas de Almacenamiento	61
2.2.5. Floculadores	61
2.2.6. Decantadores	64
2.2.7. Sedimentadores.	64
2.2.8. Filtros	67
2.2.9. Sala de Control de Filtros	73
2.2.10. Desinfección	75
2.2.11. Dosificadores de Reactivos Químicos	77
2.3. Reservorios de Almacenamiento	78
2.4. Línea de Conducción e Impulsión	80
2.5. Pozos Tubulares	84
2.6. Estructuras del sistema	85
2.7. Equipos de Bombeo	86
2.8. Sistema de Distribución	90
2.9. Conexiones Domiciliarias	90
2.10. Válvulas	98
2.11. Análisis de Daños y Alternativas	99

INDICE

Pág.

III

CAPITULO 3 SISTEMA DE ALCANTARILLADO

3. Evaluación del Sistema de Alcantarillado	107
3.1. Servicios Existentes	107
3.1.1. Estado de las Instalaciones	109
3.1.2. Redes Colectoras	109
3.1.2.1. Colectores Primarios	112
3.1.2.2. Colectores Secundarios	112
3.2. Cámaras de reunión y Bombeo	112
3.2.1. Cámara de Bombeo N°1	114
3.2.2. Cámara de Bombeo N°2	114
3.2.3. Cámara de Bombeo N°3 de Pampagrande	115
3.3. Estructuras	115
3.4. Equipos de Bombeo y Tableros Eléctricos	116
3.5. Líneas de Impulsión	116
3.6. Emisor	117
3.7. Zona de Disposición Final de los Desagües	118
3.7.1. Zona de Descarga de la ciudad Antigua.	120
3.7.2. Zona de Descarga de Nuevo Tumbes	120
3.8. Conexiones Domiciliarias	121
3.9. Análisis de Daños en el Sistema y Alternativas	121

IV

CAPITULO 4 DESASTRES NATURALES

4. Los Desastres Naturales en la Ciudad de Tumbes	132
4.1. Desastres Naturales en la Zona de Estudio	132
4.2. Tipos de Desastres Naturales	133
4.2.1. Inundaciones	134
4.2.1.1. Fenómeno "El Niño"	136
4.2.1.2. Efectos del fenómeno "El Niño" en la Sub-Región Tumbes	138

INDICE

	Pág.
4.2.1.3. Consecuencias Sociales del fenómeno "El Niño" 1992.	142
4.2.1.4. Microzonificación por fenómeno "El Niño".	142
4.2.2. Análisis de las Precipitaciones Pluviales	143
4.2.3. Variaciones del Cauce	147
4.2.4. Análisis de las Variaciones del caudal del Río Tumbes	151
4.3. Sismos	151
4.3.1. Microzonificación por Efectos Sísmicos.	156
4.4. Efectos de los Desastres en la Salud Ambiental	157
4.5. Medidas de Emergencia durante las Inundaciones	159
4.5.1. Control de Insectos	159
4.5.2. Control de Roedores.	161
4.5.3. Calidad del Agua	161
4.5.4. Evaluación de Daños - Reparación del Tramo Afectado	162
4.5.5. Servicio de Emergencia	166

V

CAPITULO 5 VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES

5. Vulnerabilidad a los Desastres Naturales en la ciudad de Tumbes	168
5.1. Consideraciones en un Análisis de Vulnerabilidad de los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado	168
5.1.1. Agua Potable	168
5.1.1.1. Captación.	169
5.1.1.2. Conducción	171
5.1.1.3. Tratamiento	172
5.1.1.4. Distribución	173
5.1.1.5. Fuentes Subterráneas de Abastecimiento en la ciudad de Tumbes	175
5.1.2. Sistema de Alcantarillado	177
5.1.2.1. Colectores	179
5.1.2.2. Depuración	179
5.1.2.3. Emisor	180
5.1.3. Ubicación de las Localidades	181
5.1.4. Influencia de los Suelos	181

INDICE

	Pág.
5.1.4.1. Terrenos Llanos y Estables	183
5.1.4.2. Terrenos Medianamente Accidentados	183
5.1.4.3. Terrenos con Topografía Bastante Accidentada	183
5.1.5. Microzonificación de Suelos en la Ciudad de Tumbes	185

VI

CAPITULO 6 ANALISIS DE VULNERABILIDAD, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCION DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE TUMBES

6. Análisis de Vulnerabilidad de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado	188
6.1. Aspectos de un Análisis de Vulnerabilidad	188
6.1.1. Análisis de Vulnerabilidad de los Sistemas	189
6.1.1.1. Agua potable	189
6.1.1.2. Fuentes de Abastecimiento	190
6.1.1.3. Captación	194
6.1.1.4. Planta de Tratamiento	195
6.1.1.5. Reservorios.	196
6.1.1.6. Tuberías de Conducción e Impulsión	197
6.1.1.7. Aducción	198
6.1.1.8. Distribución	200
6.1.1.9. Válvulas	202
6.1.1.10. Cisternas de Almacenamiento	202
6.1.1.11. Estaciones de Bombeo de Agua Potable	202
6.1.2. Análisis de Vulnerabilidad del Sistema de Alcantarillado	204
6.1.2.1. Colectores primarios y Secundarios	206
6.1.2.2. Emisor	206
6.1.2.3. Estaciones de Bombeo de Desagües	207
6.1.2.4. Zona de Disposición Final	207
6.1.3. Drenaje Pluvial	208
6.1.3.1. Buzones de Entrada	209
6.1.3.2. Tuberías de Conducción	209

INDICE

	Pág.
6.2. Análisis de Riesgos de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado	209
6.2.1. Riesgo: Terremoto	210
6.2.2. Riesgo: Inundaciones	213
6.3. Medidas de Prevención.	214
6.3.1. Medidas a Adoptarse en caso de Sismos	215
6.3.2. Medidas en caso de Inundaciones	217
6.4. Efectos Adversos de los Desastres Naturales	219

VII

CAPITULO 7 PLANEAMIENTO PARA DESASTRES

7. Planes de Emergencia	224
7.1. Planes Operacionales de Emergencia	226
7.1.1. Comité de Emergencia	226
7.1.1.1. Comité central de Emergencia	228
7.1.1.2. Comités Operativos de Emergencia	230
7.1.1.2.1. Comité Operativo de Emergencia de Plantas de Tratamiento	231
7.1.1.2.2. Comité Operativo de Emergencia de Aguas Subterráneas	231
7.1.1.2.3. Comité Operativo de Emergencia de Redes.	232
7.1.1.2.4. Comité Operativo de Emergencia de las Administraciones Zonales	232
7.1.2. Centro de Operaciones de Emergencia	232
7.1.3. Funciones y Responsabilidades	233
7.2. Planes de Emergencia.	235
7.2.1. Planes Operacionales de Emergencia para Inundaciones	237
7.2.1.1. Declaratoria de Alerta y/o Emergencia	238
7.2.1.2. Medidas a adoptar durante un estado de Alerta y/o Emergencia	240
7.2.1.2.1. Activación de los Comités Operativos de Emergencia	241
7.2.1.2.2. Determinación de Recursos	241
7.2.1.2.3. Programa de Implementación de Acciones Previas	244
7.2.2. Planes Operacionales de Emergencia para Terremotos	244
7.2.2.1. Medidas de Preparación a Adoptar durante un Sismo	247

INDICE

	Pág.
7.3. Planes operativos de Emergencia	248

VIII

CAPITULO 8 ANALISIS DE VULNERABILIDAD DE LA EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EMAPATUMBES

8. Desempeño Global de EMAPATUMBES	251
8.1. Situación Actual	251
8.2. Diagnóstico de la Empresa	253
8.2.1. Finanzas	255
8.2.2. Sistema Operacional	257
8.2.3. Recursos Humanos	258
8.2.4. Comercial y Educación Sanitaria	259
8.2.5. Informática	261
8.2.6. Planificación	262
8.2.7. Administración de Recursos Materiales	264
8.3. Estructura Orgánica y Funcional	265
8.4. Medidas de Seguridad para la Planta de Tratamiento	268
8.4.1. Análisis de la Situación Actual	270
8.4.2. Control e Identificación de Personal y Vehículos	270
8.4.3. Sistema de Alarma	270
8.4.4. Medidas contra Incendios	270

IX

CAPITULO 9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9. Conclusiones y Recomendaciones	272
9.1. Conclusiones	272
9.1.1. Conclusiones de la Vulnerabilidad de la Empresa	272
9.1.1.1. Desempeño Global de la Empresa	272
9.1.1.2. Conclusiones al sistema de Finanzas	273
9.1.1.3. Conclusiones del Sistema Operacional	274

INDICE

	Pág.
9.1.1.4. Conclusiones de la Operación de los Sistemas	275
9.1.1.5. Conclusiones del Mantenimiento de los Sistemas	276
9.1.1.6. Conclusiones de los Recursos Humanos	277
9.1.1.7. Conclusiones del Sistema Comercial y Educación Sanitaria	277
9.1.1.8. Conclusiones del Sistema de Informática	278
9.1.1.9. Conclusiones al Sistema de Planificación	278
9.1.1.10. Conclusiones del Sistema de Logística	278
9.1.1.11. Conclusiones del Catastro	279
9.1.1.12. Conclusiones del Sistema de Facturación	279
9.1.1.13. Conclusiones del Sistema de Cobranzas	279
9.1.2. Conclusiones de la Vulnerabilidad de los Sistemas de Agua Potable y alcantarillado	280
9.2. Recomendaciones	281
9.2.1. Recomendaciones al Desempeño Global de la Empresa	281
9.2.2. Recomendaciones a la Estructura Orgánica y Funcional	281
9.2.3. Recomendaciones al Sistema de Finanzas	282
9.2.4. Recomendaciones al Sistema Operacional	282
9.2.5. Recomendaciones al Sistema de Recursos Humanos	284
9.2.6. Recomendaciones al Sistema Comercial y Educación Sanitaria	285
9.2.7. Recomendaciones al Sistema de Informática	286
9.2.8. Recomendaciones al Sistema de Planificación	286
9.2.9. Recomendaciones al Sistema de Drenaje Pluvial	287
9.2.10. recomendaciones a la Vulnerabilidad de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado	287
9.3. Fortalezas de la empresa de Agua Potable y Alcantarillado EMAPATUMBES	287

X

CAPITULO 10

BIBLIOGRAFIA

10. Referencias Bibliográficas	290-291
--------------------------------	---------

INDICE

Pág.

LISTA DE ILUSTRACIONES

Lámina 1. Mapa de Ubicación de la ciudad de Tumbes	20
Lámina 2. Mapa Topográfico de la ciudad de Tumbes	34
Lámina 3. Mapa Geológico de la ciudad de Tumbes	35
Lámina 4. Mapa de Geomorfología Departamental	41
Lámina 5. Rehabilitación de Redes y Colectores durante "El Niño" ciudad de Tumbes	110
Lámina 6. Estado Actual Colectores Principales Tumbes	126
Lámina 7. Alternativa Sistema de Desagües Tumbes	130
Lámina 8. Ubicación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado frente al fenómeno "El Niño"	137
Lámina 9. Red de Agua Potable frente al peligro del fenómeno "El Niño"	145
Lámina 10. Mapa de Isoyetas en la Cuenca del Río Puyango Tumbes	146
Lámina 11. Mapa de Ubicación de Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas en el Departamento de Tumbes	150
Lámina 12. Mapa de Efectos Sísmicos sobre los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado	158
Lámina 13. Redes de Agua Potable en Tumbes	174
Lámina 14. Red de Desagües en Tumbes	178
Lámina 15. Mapa Topográfico de la Ciudad de Tumbes	182
Lamina 16. Influencia de los suelos en los desastres Naturales Ciudad de Tumbes	184
Lámina 17. Esquema General del Proyecto Binacional Puyango Tumbes.	18
Lámina 18. Distribución de Gastos en la Red Matriz de Agua Potable de Tumbes	19
Lámina 19. Agua potable Tumbes Redes Matrices.	19
Lámina 20. Vulnerabilidad de las Redes de Alcantarillado	20
Lámina 21. Mejoramiento Institucional EMAPATUMBES.	25

INDICE

Pág.

LISTA DE GRAFICOS

GRAFICO N°1 Precipitación Total Anual	148
GRAFICON°2. Diagrama de Precipitaciones	149
GRAFICO N°3 Hidrograma de Avenidas del río Tumbes (Marzo- 1975-1983)	152
GRAFICO N°4 Hidrograma de Avenidas del río Tumbes (Enero-Junio 1975-1983)	153
GRAFICO N°5 Descargas Medias Anuales del río Tumbes.	154

ESQUEMAS

ESQUEMA 1. Estado Actual del Sistema de Agua Potable de Tumbes	47
ESQUEMA 2. Captación en río Tumbes- Puente Viejo	50
ESQUEMA 3. Planta de Tratamiento de Agua Potable Tumbes	52
ESQUEMA 4. Diagrama del Sistema de Producción de la Planta de Tratamiento Tumbes y Rebombeo La Cruz Zorritos	56
ESQUEMA 5. Localidad: La Cruz	58
ESQUEMA 6. Localidad: Zorritos	59
ESQUEMA 7. Etación de Bombeo y Cisternas de Almacenamiento Planta Nueva de Tumbes	62
ESQUEMA 8. Floculador Planta Convencional	63
ESQUEMA 9. Floculador Planta Nueva	65
ESQUEMA 10. Pre-sedimentadores Planta Nueva	66
ESQUEMA 11. Sedimentadores Planta Nueva	68
ESQUEMA 12. Sedimentadores y Filtros Planta Convencional	69
ESQUEMA 13. Planta Pulsator	71
ESQUEMA 14. Filtros Planta Antigua y Planta Nueva	72
ESQUEMA 15. Pozo "Puyango"	79
ESQUEMA 16. Pozo y Reservorio Lishner Tudela	81
ESQUEMA 17. Línea de Impulsión y Almacenamiento en Reservorio "El Tablazo"	83

INDICE

	Pág.
ESQUEMA 18. Bombeo y Almacenamiento en Reservoirio "El Tablazo"	87
ESQUEMA 19. Bombeo de Planta de Tratamiento de Tumbes a reservoirio Corrales	88 87
ESQUEMA 20. Bombeo de Planta de Tratamiento a Cisterna "La Cruz"	89
ESQUEMA 21. Sistema de Agua Potable y Redes Principales de Distribución	92
ESQUEMA 22. Alternativa N°1 de Agua Potable Tumbes	100
ESQUEMA 23. Alternativa N°2 de Agua Potable Tumbes	102
ESQUEMA 24. Alternativa de Agua Potable Tumbes y Corrales	104
ESQUEMA 25. Sistema de Alcantarillado de Tumbes	108
ESQUEMA 26. Sistema de Alcantarillado Tumbes Urbanización Andrés Araujo y Lishner Tudela	111
ESQUEMA 27. Disposición Final de Desagües al río Tumbes	119
ESQUEMA 28. Lagunas de Estabilización "Lishner Tudela"	122
ESQUEMA 29. Solución de los Desagües de la Ciudad de Tumbes	129

LISTA DE CUADROS

CUADRO N° 1.3.1. Distribución Porcentual de la Población total según Provincias: 1972.1981 y 1993	23
CUADRO N° 1.3.2. Distribución relativa de la población Nominalmente censada	24
CUADRO N° 1.3.1.1. Población Censada de 6 y más años por sexo según condición de Actividad 1993	26
CUADRO N°1.3.5.1. Diez principales Enfermedades Transmisibles según grupo de edad a nivel Sub-Región Tumbes año 1990	29
CUADRO N°1.3.5.2. Mortalidad General año 1991 (provincia Tumbes)	29
CUADRO N°1.3.5.3. Indicadores Demográficos del departamento de Tumbes	30
CUADRO N°1.3.6.1. Cuantificación Escolar según nivel Educativo año 1991	32

INDICE

	Pág.
CUADRO N°1.3.6.2. Sub-Región Tumbes: Provincia Tumbes, Zarumilla Contralmirante Villar según Niveles Educativos, Docentes y Profesionales año 1991	32
CUADRO N°2.1.1. Distribución de Agua de Tumbes período: Junio 1992	45
CUADRO N°2.1.2. Consumo de Agua Contabilizada m ³ /mes por Categorías (año 1991)	48
CUADRO N°2.2.2.1. Análisis Químico Bacteriológico del Agua Tratada de Tumbes	54
CUADRO N°2.2.2.2. Características del Floculador	54
CUADRO N°2.2.3.1. Producción de Agua Potable Departamento de Tumbes período Diciembre 1990.	60
CUADRO N°2.2.8.1. Promedios Mensuales de Eficiencias de Filtración (año 1993)	74
CUADRO N°2.2.10.1. Características del Agua Desinfectada	76
CUADRO N°2.7.1. Datos Técnicos de los equipos de bombeo de la Planta Antigua	91
CUADRO N°2.7.2. Datos Técnicos de los equipos de bombeo de la Planta Nueva	91
CUADRO N°2.8.1. Metrado de la red de Distribución	93
CUADRO N°2.9.1. Servicio de Agua Potable y Alcantarillado y cobertura de EMAPATUMBES año 1992	94
CUADRO N°2.9.2. Conexiones Domiciliarias de Agua Potable ejecutadas a Junio de 1992 en la Sub-Región Tumbes	95
CUADRO N°2.9.3. Inventario de Conexiones Totales	96
CUADRO N°2.9.4. Número de Conexiones de Agua Potable por categoría en el Dpto. de Tumbes año 1993	97
CUADRO N°3.1.2.1. Metrado de la Red de Recolección de la ciudad de Tumbes	113
CUADRO N°3.8.1. Número de conexiones de Alcantarillado por categorías año 1993	123
CUADRO N°3.8.2. Conexiones domiciliarias de Desagüe en el Dpto. de Tumbes (Junio 1992)	124
CUADRO N°3.9.1. Areas de Laguna para tratar los desagües de las principales localidades de Tumbes	127

INDICE

	Pág.
CUADRO N°4.2.1.2.1 Porcentaje de casos por tipo de Enfermedad	140
CUADRO N°4.2.2.1. Cuadro comparativo de Máximas Precipitaciones Pluviales en la Sub-Región Tumbes (años: 1925,1982 y 1992)	144
CUADRO N°4.2.3.1. Aforos de los Ríos y Quebradas en el Dpto. de Tumbes durante "El Niño" 1982-1983	144
CUADRO N°4.2.4.1. Aforos Promedios de los Ríos de Tumbes (1992) Máximos caudales por fechas de Mayor Precipitación(m ³ /seg)	155
CUADRO N°4.5.3.1. Determinación de Turbiedades (años: 1989, 1990,1991, 1992 y 1993)	163
CUADRO N°4.5.3.2. Determinación de Turbidez en Agua Cruda, Sedimentada y Filtrada en la Planta Nueva (Oct., Nov. y Dic. 1993)	164
CUADRO N°4.5.3.3. Promedios Diarios de Eficiencias de Filtración Octubre-Diciembre 1993.	165
CUADRO N°5.1.1.5.1. Producción agua Pozo Lishner Tudela año 1993-1994	176
CUADRO N°5.1.1.5.2. Producción agua Pozo Puyango año 1993	176
CUADRO N°7.2.1.1.1. Plan de Emergencia de Saneamiento Año 1992	242
CUADRO N°7.2.1.1.2. Ampliación de Recursos para Plan de Emergencia	243

LISTA DE TABLAS

TABLA N°1 Ocurrencia Relativa de Efectos Directos e Indirectos de los Terremotos sobre tuberías colocadas en camas de roca y sedimentos no consolidados	218
TABLA N°2 Intensidad Relativa de daños sobre Tuberías colocadas en camas de roca y sedimentos no consolidados	219

LISTA DE DIAGRAMAS

DIAGRAMA N°1. Estructura Organizacional de un servicio de Agua Potable y Alcantarillado y su relación con el Comité de Emergencia	225
---	-----

INDICE

	Pág.
DIAGRAMA N°2. Planificación para las Emergencias	227
DIAGRAMA N°3. Esquema de las Etapas en el Planeamiento de Emergencias	229
DIAGRAMA N°4. Plan de Emergencia Local	236
DIAGRAMA N°5. Diagnóstico de los Problemas principales de la Empresa EMAPATUMBES	254
DIAGRAMA N°6. Organigrama: Propuesta de la Reformulación de Estructura Orgánica	267

ANEXOS

ANEXO 1

1. Metodología General	294
1.1. Metodología de Análisis	294
1.2. Factores que Influyen en la Confiabilidad o Vulnerabilidad de un Sistema	295
1.3. Análisis de Riesgos	297
1.3.1. Análisis de Riesgo Sísmico	297
1.3.1.1. Métodos Utilizados en la Evaluación del Riesgo Sísmico	298
1.3.1.2. Planos de Riesgos Sísmicos	298
1.4. Grado de Confiabilidad de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Tumbes	299
1.5. Vulnerabilidad de la Planta de Tratamiento de Tumbes	300
1.6. Análisis de Vulnerabilidad a las Inundaciones	302
1.7. Posibles Efectos de un Desastre	305
1.7.1. Sismos	305
1.7.2. Efectos de las Inundaciones producidas por "El Niño" 1983	306
1.7.3. Estimación de Efectos	307
1.7.3.1. Efectos de los Sismos	307
1.8. Estimación del Impacto en el Sistema de Distribución de Agua Potable	307
1.8.1. Cuantificación de Daños	307
1.8.2. Matriz Impacto de un Sistema de Distribución	308

INDICE

	Pág.
1.9. Determinación del Grado de Confiabilidad	308
1.9.1. Grado de Confiabilidad de la Planta de Tratamiento de agua Potable	309
1.10. Teorías Usuales de Vulnerabilidad del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	311
1.11. Cronología de las Operaciones en Caso de Desastre	311
1.11.1. Cronología de las Etapas de un Desastre	311
1.12. Predicción de la Lluvia y Riesgo de Inundación	312
1.13. Análisis de Vulnerabilidad de Líneas de aducción, Reservorios y redes de Distribución.	312
1.13.1. Inundaciones.	313

ANEXO 2 Planeamiento para Emergencias

2.1. Integrantes de la Comisión de Emergencia	316
2.1.1. Integrantes de la Comisión a Nivel de la Empresa	316
2.1.2. Funciones y Atribuciones de la Comisión	317
2.2. Etapas para la Formulación e Implementación de un Plan de Emergencias	318
2.2.1. Contenido de un Plan de Acción para Emergencias	320
2.2.1.1. Plan de Abastecimiento de Agua para Emergencias	320
2.2.2. Evaluación de Daños	321
2.2.3. Información General de la Emergencia.	321
2.2.4. Comunicación dentro de la Empresa.	322
2.2.5. Organización para la Evaluación de Daños	322
2.2.6. Procedimiento para la Inspección.	322
2.2.7. Procedimientos de Seguridad en Estructuras	323
2.2.8. Planos de Ubicación de Daños	323
2.2.9. Matrices del Impacto, Capacidad Remanente y Necesidades por Zonas	323
2.2.10. Acciones Previas a un Posible Desastre	323

INDICE

Pág.

APENDICES

APENDICE A: Promedios Mensuales de Eficiencias de Filtración año 1989	329
APENDICE B: Promedios Mensuales de Eficiencias de Filtración año 1990	330
APENDICE C: Promedios Mensuales de Eficiencias de filtración año 1991	331
APENDICE D: Promedios Mensuales de Eficiencias de Filtración año 1992	332
APENDICE E: Volumen Captado y Desinfectado año 1992	333
APENDICE F: Volumen Captado y Desinfectado año 1993	334
APENDICE G: Organigrama N°1	3 35
APENDICE H: Organigrama N°2	336
APENDICE I: Organigrama N°3	337

LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA N°1. Sistema de Mezcla de la Planta Nueva.	339
FOTOGRAFIA N°2. Floculadores de la Planta Nueva.	339
FOTOGRAFIA N°3. Decantador Pulsator Planta Antigua	340
FOTOGRAFIA N°4. Pre-sedimentadores Planta Nueva	340
FOTOGRAFIA N°5. Sedimentadores Planta Nueva	341
FOTOGRAFIA N°6. Cloración Planta Antigua.	341
FOTOGRAFIA N° 7. Reservorio Apoyado "El Tablazo"	342
FOTOGRAFIA N°8. Reservorio Apoyado "Andrés Araujo"	342
FOTOGRAFIA N°9. Reservorio Elevado "Lishner Tudela"	343
FOTOGRAFIA N°10. Caseta de Bombeo y Pozo "Puyango"	343
FOTOGRAFIA N°11. Caseta de Bombeo y Pozo "Lishner Tudela"	344
FOTOGRAFIA N°12. Buzón de Inspección de Cámara de Bombeo N°1 de desagües	344
FOTOGRAFIA N°13. Cámara de Bombeo de Desagües N°2	345

INDICE

	Pág.
FOTOGRAFIA N°14. Tubería de Rebose y Grupo de Emergencia Cámara de Bombeo de desagües N°1	345
FOTOGRAFIA N°15. Tablero Eléctrico y Cámara Húmeda en Cámara de bombeo de desagües N°2	346
FOTOGRAFIA N°16 Tableros eléctricos en cámara de bombeo de desagües N°2	346
FOTOGRAFIA N°17. Emisor de Desagues de Tumbes	347
FOTOGRAFIA N°18 Quebrada "El Pedregal" y emisor de desgües	347
FOTOGRAFIA N°19. Laguna de Estabilización Primaria Lishner Tudela	348
FOTOGRAFIA N°20. Laguna de estabilización Secundaria	348
Lishner Tudela. FOTOGRAFIA N°21. Inundaciones 1992	349
FOTOGRAFIA N°22 Efectos del "Niño" sobre el Saneamiento y las Viviendas	349
FOTOGRAFIA N°23. Partes Bajas más afectadas por Inundaciones.	350
FOTOGRAFIA N°24. Barrio FONAVI recuperándose de las Inundaciones 1992	350
FOTOGRAFIA N°25. Efectos de las inundaciones sobre la Agricultura	351
FOTOGRAFIA N°26 Barrio San José después de las Inundaciones (Mayo 1992)	351
FOTOGRAFIA N°27. Efectos de las Mareas en Río Tumbes	352
FOTOGRAFIA N°28. Regreso a Cauce Antiguo Río Tumbes	352
FOTOGRAFIA N°29. Captación Puente Viejo	353
FOTOGRAFIA N°30 Colector del Barrio FONAVI	353
FOTOGRAFIA N°31. Canal "La Tuna"	354
FOTOGRAFIA N°32. Quebrada "pedregal".	354
FOTOGRAFIA N°33. Río Tumbes	355
FOTOGRAFIA N°34. Río Tumbes regreso a cauce a Planta de Tratamiento	355
FOTOGRAFIA N°35 Vista de daños producidos por el río Tumbes	356
FOTOGRAFIA N°36. Tubería de Succión Captación Puente Viejo	356
FOTOGRAFIA N°37. Filtros Aquazur Planta Antigua	357
FOTOGRAFIA N°38. Floculador Planta Antigua	357
FOTOGRAFIA N°39. Caseta de Válvulas reservorio "El tallazo"	358
FOTOGRAFIA N°40. Reservorio "El Recreo"	358

INDICE

	Pág.
FOTOGRAFIA N°41. Nueva Línea de Impulsión hacia Reservorio "El Tablazo"	359
FOTOGRAFIA N°42. Sala de Distribución Agua Potable Tumbes	359
FOTOGRAFIA N°43. Sala de Distribución Corrales, La Cruz y Zorritos	360
FOTOGRAFIA N°44. Estación de Bombeo Pozo "Puyango"	360
FOTOGRAFIA N°45 Cámara de Bombeo de desagües N°2	361
FOTOGRAFIA N°46. Colector calle 24 de Julio	361
FOTOGRAFIA N°47. Emisor de Desagües Tumbes	362
FOTOGRAFIA N°48. Rebose Cámara de Bombeo Desagües N°1	362
FOTOGRAFIA N°49. Tableros Eléctricos Cámara de Bombeo Desagües N°2	363
FOTOGRAFIA N°50. Sistema de Salida de Laguna Primaria Lishner Tudela	363
FOTOGRAFIA N°51. Sistema de Salida Laguna Secundaria Lishner Tudela	364
FOTOGRAFIA N°52. Emisor descarga por canal hacia Río Tumbes	364
FOTOGRAFIA N°53 Aguas servidas en quebrada "El Pedregal"	365
FOTOGRAFIA N°54 Cámara Húmeda en Cámara de Bombeo N°1	365
FOTOGRAFIA N°55 Cámara Húmeda en Cámara de Bombeo N°2	366
FOTOGRAFIA N°56. Cerco de la Planta de Tratamiento	366
FOTOGRAFIA N° 57 Vista Lateral de la Planta de Tratamiento	367
FOTOGRAFIA N°58 Floculadores y Sedimentadores sin Protección	367
FOTOGRAFIA N°59 Peligro de cortocircuito por sub-estación eléctrica	368

GLOSARIO DE TERMINOS

ABREVIATURAS TECNICAS, SINONIMOS, GLOSARIO

Abreviatura	Denominación Completa
mm cm m km	Medidas Lineales: Milímetro Centímetro Metro Kilómetro
mm ² m ² a ha, has plg ²	Medidas de Superficie(área) Milímetro cuadrado Metro cuadrado Area Hectárea, Hectáreas Pulgada cuadrada
1'415,270 2,322 4.13 S/. US\$	Sistema de Numeración Utilizado Millones Miles Centécimos Nuevos Soles U.S.A. Dólares
m ³ l, lt.	Medidas de Volumen (cúbicas) Metro cúbico Litro
mg. g kg t lb.	Pesos: Miligramo Gramo Kilogramo Tonelada Libra

Abreviatura	Denominación Completa
p hab. hp.(Horse Power) p.p.m.m. r.p.m. Q q ø" l/s m³/s W V KV m.s.n.m. Nº PH HDT NF	Otros Presión (kg/ cm²) Habitante Caballo fuerza Partes por millón Revoluciones por minuto Caudal (m³/s) (l/s) Diámetro Litros por segundo Metros cúbicos por segundo Watio Voltio Kilowatio Metros sobre el nivel del mar Número Valor que no tiene unidad Altura dinámica total Nivel freático
CSN AC FF PVC CR A.D.T G.E. N.D. PROF.	Sinónimos: Tubería de Concreto Simple Normalizado Tubería de Asbesto Cemento Tubería de Fierro Fundido Tubería de Cloruro de Polivinilo Tubería de Concreto Reforzado Altura Dinámica Total Grupo electrógeno Nivel Dinámico Profundidad

PROLOGO

La presente década ha sido declarada como la Década de los desastres Naturales, debido a que en forma continua, éstos vienen azotando a diversas zonas de nuestro país. Por ello se hace necesario realizar estudios encaminados a la Prevención y Mitigación de Desastres.

El presente proyecto, nace pues como una preocupación de la autora, por la respuesta que ofrecen los sistemas de saneamiento frente a los Desastres Naturales, y al aporte que debemos dar los egresados de la Universidad Nacional de Ingeniería, cuyas especialidades de una u otra forma están ligadas a los sistemas vitales y sobre todo los que tenemos que ver con la salud de la población.

Estudios que se relacionan con la Prevención y Mitigación de Desastres se venían desarrollando en la Región Grau, y en otras regiones del país, azotadas constantemente por las fuerzas destructivas de la naturaleza, colaborando así con su desarrollo.

En base a ello, se determinó la conveniencia de realizar un estudio de la vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado, por ser estos de primera prioridad en caso de una emergencia, para lo cual se eligió la ciudad de Tumbes. Este departamento ha sufrido en la última década, la ocurrencia de dos fenómenos naturales, que azotaron esta región con características de desastre, impactando en los servicios de agua potable y alcantarillado con grave peligro sanitario, debido a los efectos que produjeron las inundaciones sobre estos sistemas primordiales para la salud y nivel de vida de la población tumbesina.

El fenómeno "El Niño" ha sido el causante de pérdidas económicas y desmejoramiento en el status de vida de las personas, por las enfermedades que se producen como consecuencia de un mal abastecimiento de agua potable y mala disposición de las excretas; además de enfermedades transmitidas por vectores como la malaria y dengue, gastrointestinales como el cólera, y otras enfermedades como las respiratorias.

El efecto de estos desastres naturales se acrecienta debido a la carencia de Planes de Emergencia locales y regionales, sobre todo en lo que se refiere a los servicios de agua potable y alcantarillado, los cuales tienen una importancia

VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE TUMBES

fundamental en la salud de la población de la ciudad de Tumbes, antes, durante y después de ocurrido el desastre.

Por otro lado, por hallarse la región Grau dentro de una zona de alta actividad sísmica, se agrega al fenómeno "El Niño" el factor sísmico como desencadenante de desastres naturales en esta zona.

En el presente trabajo de tesis, se incluyen Planes de Emergencia para estos dos tipos de desastres naturales, ya que estos planes tienen como objetivo principal el conocimiento de los puntos débiles y fuertes de la la empresa de agua potable EMAPATUMBES, para realizar las correcciones necesarias y poder hacer de ésta, una empresa confiable que brinde seguridad en su servicio, antes, en y después de un desastre natural

SUMARIO

En estos últimos años los desastres naturales vienen afectando a la población de Tumbes, económica, social y ambientalmente. Es por ello que en este estudio se realiza el análisis de vulnerabilidad de los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Tumbes, además de otras causas que hacen de éstos, sistemas altamente vulnerables a los desastres naturales.

Mediante este estudio, se podrán determinar las áreas con mayor riesgo de ocurrencia de determinado fenómeno natural y en que medidas afectan a los sistemas.

Los mapas de riesgos contienen los componentes de los sistemas y se aprecian en ellos el área de influencia en que se pueden presentar.

Durante los nueve capítulos de que consta este proyecto, se han considerado los principales aspectos de saneamiento, que en caso de desastres naturales van a influir en la salud de la población de esta ciudad.

Los sistemas de saneamiento son estudiados en forma detallada; además se realiza un estudio de la vulnerabilidad de la empresa, como organismo encargado de prestar los servicios de saneamiento, de la organización de esta depende el funcionamiento de los sistemas y la calidad del servicio al usuario.

Otro aspecto es el de medidas de seguridad para la Planta de tratamiento de Agua Potable de Tumbes, de ella depende el abastecimiento de la mayor parte de la población tumbesina.

Un análisis de riesgos de cada uno de los desastres naturales que se producen en la zona de estudio, a los que están expuestas las instalaciones de saneamiento determinándose medidas preventivas y de mitigación.

Durante una emergencia como la que soportó el departamento de Tumbes el año 1992, se debería haber contado con Planes de Emergencia, que hubiesen atenuado la vulnerabilidad de los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado; pero al no ser así se sufrieron las consecuencias desastrosas de la falta de prevención por parte de la empresa de saneamiento EMAPATUMBES.

Por ello se hace un estudio de los Planes Operacionales de Emergencia con los que

debería contar Tumbes para estos servicios básicos, en cada una de las partes conformantes del sistema.

Motivo de este estudio también lo constituye el estado en que se encuentra la empresa de agua potable y alcantarillado, para poder conocer los puntos débiles y fortalezas del desempeño global de ésta, y la seguridad de la Planta de Tratamiento de Agua potable de Tumbes, actualmente abastece a una gran parte de la población de Tumbes; este sistema provee agua para Corrales, La Cruz y Zorritos; además de lo que corresponde a la ciudad antigua.

Las inundaciones ocurridas en 1983 y 1992 por la presencia del fenómeno "El Niño" fueron desastrosas, afectando además de las viviendas el sector agrícola, servicios vitales y salud, los servicios de agua potable y alcantarillado.

Estos sistemas se han ido deteriorando cada vez más con la ocurrencia de cada uno de ellos, agregándose la antigüedad y falta de programas de mantenimiento. Por esta razón surge la idea de realizar un proyecto de tesis que estudie la vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Tumbes, a cada uno de los desastres naturales producidos por sismos e inundaciones.

El objetivo de esta tesis es hallar el grado de vulnerabilidad de los sistemas de saneamiento, teniendo en cuenta cada uno de los desastres naturales, a los que la ciudad está expuesta; dar las recomendaciones pertinentes para poder estar preparado, mediante la elaboración de los planes de Emergencia y Medidas de Prevención y Mitigación para cada uno de los tipos de desastre, asegurando el abastecimiento de agua antes, durante y después de una Emergencia.

La ciudad de Tumbes está ubicada en el extremo norte de la costa del Perú, limita con el Ecuador y está formado por tres provincias: Tumbes, Contralmirante Villar y Zarumilla.

La ciudad de Tumbes se encuentra ubicada a orillas del río del mismo nombre, con una población de 74,601 habitantes según el último censo de población de 1993. La población tumbesina se dedica a actividades comerciales y de servicio (50.6%) y a los sectores agricultura, caza, silvicultura, pesca y explotación de minas y canteras (37%).

Los centros de producción agrícola del Departamento se encuentran distribuidos en aproximadamente 14,932 hectáreas ubicadas en la margen izquierda del río Tumbes.

Los servicios básicos vitales actualmente atraviesan por una etapa crítica, son

VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE TUMBES

deficitarios y restringidos a algunas horas del día y por sectores.

El sistema de desagües es deficiente, sobre todo en la zona baja, donde la población se ve afectada por inundaciones de desagües.

Las enfermedades más comunes que afectan a la salud de la población tumbesina son las respiratorias y gastrointestinales ocasionando las mayores tasas de mortalidad.

La ciudad de Tumbes tiene como característica principal la existencia de zonas altas, intermedias y bajas, lo que constituye un gran problema de drenaje en época de lluvias.

Los suelos que la conforman están compuestos de arcillas, arenas, gravas areniscas y lutitas del terciario.

Las características hidrológicas y climatológicas son diferentes al resto de la costa, gozando de un sol brillante y abrazador durante todos los meses del año, siendo los meses más húmedos son Febrero y Marzo.

Los suelos en la ciudad de Tumbes están dedicados a usos: residencial, comercial residencial, cívico comercial, institucional, recreacional, industrial, transportes y comunicaciones y especial según las actividades que se realizan en ellos.

El sistema de agua potable de la ciudad de Tumbes, tiene como fuente de abastecimiento al río Tumbes, cuyas aguas son captadas a la altura del puente antiguo para luego ser potabilizada en la Planta de Tratamiento de Tumbes.

El diagnóstico del sistema de agua potable de la ciudad de Tumbes, está comprendido por el estudio realizado en: la captación, unidades de tratamiento, almacenamiento, reservorios de distribución, redes y pozos. Cada uno de los componentes han sido analizados considerando su antigüedad, material de que fueron construidos y su operación y mantenimiento. También se ha verificado que en las zonas altas existe una mala distribución del abastecimiento de agua potable, ya que cuentan con agua sólo por espacio de dos horas diarias, y en las zonas bajas el abastecimiento llega de seis a ocho horas diarias.

Se han encontrado que muchas redes matrices de agua, constantemente sufren roturas debido a su antigüedad y a la falta de mantenimiento de éstas.

Las unidades de tratamiento de la planta antigua se encuentran trabajando en forma deficiente, dando como resultado agua de baja calidad, pues los filtros se ven sobrecargados, ya que las unidades de pre-tratamiento sólo sirven como unidades de paso, además que el lecho filtrante se pierde durante el lavado de los filtros, disminuyendo su eficiencia.

Cada una de las unidades de tratamiento fueron aforadas para conocer el caudal

VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE TUMBES

que se está tratando, además de conocer el estado de cada una éstas. Durante este trabajo se detectó una fuga considerable de agua filtrada en la planta de tratamiento, estimada en unos 14 lps.

En el capítulo 3 se estudia lo concerniente al estado actual en que se encuentra el sistema de alcantarillado de Tumbes y que actualmente atraviesa por una etapa en que se ha convertido en un sistema contaminador del ambiente, y responsable de enfermedades gastrointestinales y respiratorias. En la ciudad existen muchos colectores principales, que durante casi todo el año son los causantes de molestias a la población, debido a la colmatación de estos se producen aniegos de aguas servidas.

La disposición final de éstas aguas, constituye otro caso de contaminación, ya que en la ciudad antigua no existe tratamiento de los desagües, realizándose la descarga directamente al río Tumbes. Existe un emisor que descarga los desagües directamente a la quebrada "El Pedregal" produciéndose malos olores y presentando un aspecto desagradable.

La urbanización "Nuevo Tumbes" es la única que cuenta con un sistema de tratamiento de sus desagües, consta de dos lagunas de estabilización: una primaria y otra secundaria, a pesar de encontrarse funcionando sin problemas, tiene defectos de diseño en su sistema de ingreso y salida.

El estado que presentan las tuberías de las redes de alcantarillado es deficiente, la mayor parte de éstas han cumplido su período de diseño, y se encuentran trabajando sobrecargadas, necesitando el cambio de sus diámetros.

Agregado a lo anterior, encontramos que las cámaras de bombeo de desagües de la ciudad de Tumbes, al igual que las redes no cuentan con mantenimiento preventivo y necesitan ser reequipadas de unidades, tales como electrobombas.

En cuanto al sistema de drenaje pluvial de la avenida Teniente Vázquez, su funcionamiento es nulo, por ser de diseño inapropiado para el tipo de lluvias que se producen en esta ciudad. En la ciudad existen además otros drenes que ya casi no cumplen con su función, éstos se encuentran colmatados disminuyendo su área de evacuación.

En la calle Castilla, existe un dren que descarga las aguas pluviales directamente hacia el río Tumbes, cuando el caudal del río excede su límite normal, sus aguas ingresan a la ciudad inundando las calles.

La geomorfología dinámica que presenta la ciudad de Tumbes, hace de esta zona cuyas características físicas sean propicias para la ocurrencia de desastres naturales producidos por la naturaleza y ayudados por el hombre(ocupación de las quebradas, zonas

VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE TUMBES

inundables, falda de los cerros, etc.) produzcan efectos desastrosos.

La topografía bastante irregular de la ciudad de Tumbes, acompañada de grandes precipitaciones y aumento del caudal del río del mismo nombre, produce las condiciones propicias para la ocurrencia de un desastre por inundaciones, sobre todo en las zonas bajas que son las más afectadas, ya que además reciben el aporte de las partes altas.

A todo esto se suma la naturaleza de los suelos, y el hecho de contar con una napa freática superficial.

Desastres naturales producidos por fenómenos sísmicos también son estudiados en este lugar, por encontrarse la ciudad en una zona de alta sismicidad, como lo indican los estudios históricos estudiados.

Como consecuencia de los desastres naturales, los servicios de agua potable y alcantarillado se han visto afectados en esta última década en dos oportunidades: en 1983 y 1992, trayendo consigo el racionamiento y mala calidad del agua potable, por la rotura de las redes y el mal estado de conservación de las conexiones domiciliarias.

La erosión de los suelos y hundimientos del terreno, hacen que los sistemas de agua potable y alcantarillado colapsen en algunos tramos, produciendo contaminación por conexiones cruzadas.

Los fenómenos naturales que se han producido a través de los años en la ciudad de Tumbes, cada uno de ellos han tenido una característica diferente, determinando acciones destructivas en extensas zonas de la región, cuyos efectos son los siguientes:

- Afectación de los servicios públicos colectivos: agua , desagüe y luz.
- Destrucción o afectación a la propiedad pública y privada.
- Desarrollo de epidemias.
- Alteración de las actividades normales.

Las inundaciones que se producen en la ciudad se deben a dos causas: elevación del caudal del río Tumbes y el efecto de las mareas que se producen sobre este, haciendo que se eleve el fondo del lecho del río. La otra causa son las precipitaciones pluviales que acompañadas de la topografía tan accidentada de Tumbes, son factores predominantes para producir inundaciones considerables en las zonas planas bajas.

El fenómeno "El Niño" es la causa principal para que ocurran precipitaciones intensas, debido a las alteraciones climáticas que trae consigo.

Este fenómeno se caracteriza por estar acompañado de cambios bruscos que afectan notablemente las condiciones normales del mar y del clima, de una manera aleatoria y

VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE TUMBES

desastrosa, produciendo efectos o daños en los siguientes sectores: agricultura (el más afectado, transportes y comunicaciones, vivienda, educación, salud, ELECTRONOROESTE Y EMAPATUMBES). Las inundaciones producen sobre todo consecuencias sociales.

La microzonificación constituye una herramienta invaluable para estas zonas, ya que mediante ella se pueden prever daños futuros conociendo el peligro a que están expuestas cada una de las zonas de la ciudad.

Dentro de este estudio se mencionan las tres zonas en que se ha dividido a la ciudad como parte de la microzonificación por fenómeno el Niño.

También se realiza un análisis de las precipitaciones pluviales en cuadros comparativos a nivel de la Sub-región Tumbes desde el año 1925-1983 y 1992 para que se aprecie mejor el comportamiento de las lluvias.

Las variaciones del cauce del río como causa de las inundaciones también es estudiada mediante los aforos del río Tumbes.

Otro fenómeno causante de desastres naturales en la ciudad de Tumbes son los sismos, y se hace mención a la microzonificación por efectos sísmicos, atendiendo a los peligros y efectos que estos producen sobre las personas, grado de destrucción de las obras realizadas por el hombre y su efecto sobre la naturaleza.

Como consecuencia estos desastres naturales, se producen efectos en la salud ambiental como son: el deterioro de la salud de la población ya que recrudecieron: la epidemia del cólera y proliferación de enfermedades como la malaria dengue, acarosis, etc.. Otro efecto fue el desabastecimiento de agua que se produjo como consecuencia de la destrucción parcial de las redes y la interrupción del funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable y cámaras de bombeo de desagües, originándose rebalse de las aguas servidas e inundando las calles.

Los desastres naturales hacen sentir sus efectos destructivos con diferentes intensidades, los cuales al encontrar sistemas cuyas vidas útiles ya se han cumplido, y una deficiente operación y mantenimiento los convierten en sistemas vulnerables.

Los fenómenos naturales se producen de acuerdo a la ubicación geográfica de la ciudad y a sus características topográficas, geológicas y orográficas propias de la localidad.

Como es sabido la topografía que presenta el departamento de Tumbes es irregular, está formada por zonas altas, bajas y planas que las convierte en vulnerables a las inundaciones, además de los suelos deleznales en los cuales se produce la erosión y

VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE TUMBES

arrastre de sólidos, la napa freática superficial hace que las aguas provenientes de las lluvias no se infiltren, sino que se queden en la superficie e inunde la zona; suelos con sales hacen que las tuberías sean vulnerables a la corrosión, los suelos sueltos favorecen la amplificación de ondas, densificación y licuefacción de suelos haciendo de éstas zonas altamente vulnerables a los sismos.

Los terrenos llanos y estables presentan menor riesgo a los efectos de inundaciones, puesto que la fuerza erosiva de las aguas decrece en función de su menor velocidad de desplazamiento, pero puede generar problemas de permanencia o duración de los efectos de las inundaciones por falta de drenaje natural.

En este tipo de suelo dependiendo de la intensidad y característica del subsuelo, los efectos secundarios serán relativamente menores.

Los terrenos medianamente accidentados como los que conforman la ciudad de Tumbes, determinan condiciones dinámicas destructivas, agregando a los efectos de las mismas aguas, el de la erosión que estas producen como consecuencia de su mayor velocidad de desplazamiento, en caso de los sismos se suman potencialmente mayores riesgos de efectos secundarios propiciados por la topografía local.

De acuerdo a los peligros que presentan cada tipo de suelos, éstos han sido zonificados teniendo en cuenta que es una ciudad con un rápido crecimiento demográfico, centros poblados importantes que tienen problemas de seguridad física y la ubicación de obras importantes que se ejecutarán en un futuro cercano.

Para visualizar mejor el peligro de inundación que presentan los sistemas de agua potable y alcantarillado, se ha elaborado un mapa de peligro al fenómeno "El Niño" en donde se ubican éstos sistemas.

En este mapa se puede apreciar que algunos componentes se encuentran ubicados en zonas erosionables debido a las fuertes pendientes del terreno, produciéndose roturas en las líneas de agua y desagüe.

Un 75% de los terrenos donde se han construido los sistemas de agua potable y alcantarillado, se encuentran en terreno sin asfaltar, lo que significa que las tuberías se encuentran desprotegidas contra la erosión.

La ubicación de los reservorios de almacenamiento, es otro factor que favorece a los fenómenos naturales, ya que éstos no cuentan con la ubicación apropiada considerando la expansión urbana, constituyendo un peligro latente para la población, como es el caso del reservorio "El Recreo" que actualmente se encuentra pegado a las viviendas además de

VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE TUMBES

encontrarse ubicado en una calle donde la erosión pluvial es constante.

La captación de agua para el abastecimiento, se encuentra ubicada en un recodo que hace el río frente a lo que fuera el antiguo puente, que fue destruido durante la ocurrencia del Niño de 1893. Este punto es constantemente afectado por las crecientes del río, produciendo atoros en las canastillas de succión de las electrobombas en época de avenidas. La disminución del caudal es otro factor desfavorable que tiene en contra la captación.

Las grandes cantidades de sólidos que traen consigo las aguas durante las avenidas, afectan a las unidades de tratamiento que tienen que trabajar sobrecargadas, disminuyendo su eficiencia e incrementando el costo de tratamiento, o dejando de funcionar cuando la turbiedad es demasiado alta.

Esto perjudica a la población, pues se produce una restricción del servicio de agua potable sobre todo en las partes altas.

Las redes de agua potable y alcantarillado de la ciudad antigua, son las que sufren los mayores daños, debido a que su período de vida útil ya se ha cumplido.

El sistema de alcantarillado de la ciudad de Tumbes, se ha convertido en el más vulnerable de los sistemas a los dos tipos de desastres naturales estudiados en esta zona, debido a la antigüedad del sistema (45 años), muchos tramos son de fierro, otros de CSN con unión rígida, y tramos con una mezcla de ambos materiales, este sistema ha sido afectado por dos fenómenos en esta última década, deteriorándose cada vez más estas redes.

El sistema de bombeo, debido a los grandes caudales que tiene que soportar durante las inundaciones trabaja sobrecargado, además de recibir grandes cantidades de sólidos provenientes de las aguas de lluvia, deteriorando los equipos de bombeo, además de la inundación que se produce en toda esta zona, afectando también a los equipos eléctricos.

Además en este sistema sus tres cámaras de bombeo, ubicadas en zonas altamente vulnerables a las inundaciones, tanto por el río como del río y lluvias. Están sobre suelos sueltos con napa freática superficial, lo que las convierte también en vulnerables a los efectos sísmicos, pues estos terrenos favorecen la amplificación de ondas sísmicas.

Las lagunas de estabilización de Lishner Tudela, corren el peligro que de ocurrir fuertes precipitaciones pluviales, puedan quedar afectadas por las aguas pluviales provenientes de la quebrada Luay.

Debido a la falta de protección, el emisor de desagües de la ciudad de Tumbes está expuesto a las inundaciones que se producen por las avenidas.

VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE TUMBES

Para establecer la vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado se han tenido en cuenta las condiciones locales particulares de la ciudad de Tumbes como son:

- La ubicación geográfica de la ciudad, en relación a las zonas de normal incidencia de agentes naturales, causantes de catástrofes, teniendo en cuenta las inundaciones producidas por precipitaciones excepcionales y actividad sísmica de la ciudad .

- Las características topográficas, geológicas y orogénicas locales que hacen que en esta zona, los agentes naturales actúen con efectos devastadores.

- La calidad de los suelos y subsuelos de Tumbes, hacen que este no sea permeable, ya que la napa freática se encuentra superficial haciéndola inestable, sobre todo en las zonas bajas donde de producirse un sismo, los efectos serían desastrosos.

Actualmente la empresa de agua potable de la ciudad de Tumbes, no se encuentra preparada para enfrentar un desastre natural, ya que no cuenta con equipos ni personal suficiente para responder de manera adecuada.

La capacidad de respuesta que tendría EMAPATUMBES, ante este tipo de emergencia sería muy baja en la ciudad, y mala en los otros lugares al no existir programas de racionamiento de agua, ni respecto al sistema de reparto de agua por medio de cisternas.

Con el análisis de vulnerabilidad la empresa de agua potable y alcantarillado contará con la información necesaria, para elaborar un programa de implementación de medidas de prevención, que servirán para facilitar la ejecución de mejoras físicas y estructurales, así como la ubicación de las futuras estructuras y componentes del sistema en lugares que ofrezcan mayor seguridad, o utilizar técnicas y materiales que reduzcan los riesgos de colapso en un caso de desastre.

La operación y mantenimiento de los sistemas es importante dentro de un análisis de vulnerabilidad, para poder determinar el grado de vulnerabilidad de los componentes de un sistema y por lo tanto del sistema en general. Como se ha podido observar no existen programas de mantenimiento preventivo sino curativo.

El sistema de agua potable de la ciudad de Tumbes presenta una vulnerabilidad media ante los desastres naturales, la captación es la que presenta un alto riesgo de quedar fuera de servicio, debido al alejamiento del cauce del río. Las unidades de tratamiento, equipos, reservorios, pozos, redes matrices y domiciliarias, carecen de mantenimiento preventivo, incrementando su vulnerabilidad frente a los fenómenos naturales.

El estudio del río Tumbes es importante para la población de Tumbes, ya que es la

fuelle principal de abastecimiento de agua y riego de zonas agrícolas.

Es el único río navegable de nuestra costa, debido a su caudal regular durante todo el año, y también el causante de graves daños cuando se producen las grandes avenidas, ocasionando inundaciones de poblados y sembríos agrícolas, además del deterioro de la salud y el medio ambiente.

Constantemente el cauce de este río, se va elevando a causa de las grandes cantidades de sólidos que arrastran sus aguas y al efecto de las mareas.

La falta de una adecuada limpieza del cauce, colabora a que el nivel de este se vaya elevando, cambiando el cauce hacia la margen izquierda, que no cuenta con ningún tipo de protección contra la erosión de las aguas. El cambio del curso del río significaría para la ciudad un alto riesgo de quedar la captación de agua fuera de operación.

El río Tumbes presenta marcadas características de variabilidad de sus descargas, año a año y de estación en estación por lo que es necesario regular estas descargas por medio de embalses.

Existen una serie de alternativas para dar una posible solución a este riesgo, pero la más importante debido a sus alcances, es el control de esta cuenca, mediante la construcción de las presas que contempla el proyecto Binacional Puyango Tumbes, su manejo y conservación para el control de crecientes, flujos e inundaciones.

Para moderar los efectos de los desbordes del río Tumbes, uno de los medios quizás el único, es el de regular las descargas del río mediante la construcción de presas de embalse, que al mismo tiempo asegurarán una dotación permanente de agua para la agricultura y generación de energía eléctrica.

De cazaderos, en la cota 126.0 del río, se regularía el caudal necesario para el riego de una parte considerable del sector peruano; una toma servirá para la generación hidroeléctrica en una central subterránea, y el agua turbinada se regulará en la presa de Ucumares ubicada en la cota 70.0, desde donde se derivarán los caudales a Matapalo, Tumbes y Zarumilla. Recientemente se habla del sitio denominado El Guanábano como una alternativa para Ucumares.

El esquema contempla luego una toma y un túnel de 19 km. para distribuir las aguas a todas las tierras peruanas al este del río Tumbes.

La vulnerabilidad que producen las aguas del río Tumbes, es como consecuencia de lo errante del curso de este en su parte baja (desembocadura en el mar). La baja pendiente

que tiene en esta zona el río, hace que el escurrimiento ocasione grandes meandros que en circunstancias pueden alejar a distancia considerable el líquido elemento del área de captación, debido a las variaciones que sufre el cauce del río Tumbes, y a las grandes avenidas producidas por las precipitaciones pluviales, consecuencia del desorden climatológico que origina el fenómeno "El Niño".

La otra fuente de abastecimiento la constituye el agua subterránea, mediante pozos tubulares o anillados. Por la falta constante de energía su funcionamiento es irregular; además en casi todas las tuberías de impulsión de éstos pozos se produce el golpe de ariete, deteriorando la estructura de las casetas de bombeo, produciéndose rajaduras en los pisos y paredes de éstas.

Existe un desconocimiento del funcionamiento del manejo de las válvulas de alivio y purga, falta de mantenimiento de los equipos y no existe un control histórico del rendimiento de los pozos.

Los dos pozos ubicados en la ciudad de Tumbes, sobre todo el ubicado en el campamento del Proyecto Binacional Puyango Tumbes, corre el riesgo de contaminación al ingresar el agua de las lluvias, ya que se encuentra ubicado en una zona inundable por las lluvias.

La Planta de Tratamiento es medianamente vulnerable a los desastres naturales producidos por sismos y e inundaciones, la vulnerabilidad de esta es producida por el estado en que se encuentran las instalaciones de la Planta Antigua, falta de mantenimiento y la constante falta de energía que hace que los equipos se malogren, disminuyendo su vida útil y las grandes turbiedades con que viene el agua en época de lluvias y de grandes avenidas del río Tumbes.

Los reservorios de distribución de agua potable de la ciudad de Tumbes presentan problemas de permanencia de aguas de lluvia en sus alrededores por encontrarse en zonas planas. Ante los efectos de sismos, estos responderían favorablemente ya que sus estructuras no presentan daños actualmente.

La tubería de impulsión de agua potable que va hacia el reservorio "El Tablazo" realiza todo su recorrido (1,200 m.) por calles sin asfalto, con pendiente pronunciada, haciendo que en período de lluvias sean altamente vulnerables a la erosión y medianamente vulnerables a los desastres producidos por sismos.

Las redes de impulsión hacia Corrales, La Cruz y Zorritos que salen desde la Planta de Tratamiento sufren movimientos en su trayecto al encontrarse sobre terreno saturado

VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE TUMBES

de agua de los canales de irrigación de la zona.

El mal estado de las válvulas y el desconocimiento de sus ubicaciones, incrementa la vulnerabilidad del sistema de agua potable, ya que en caso de desastre natural no se pueden realizar las acciones con respecto al racionamiento y reparación de tramos afectados. Las cámaras de bombeo del sistema de agua potable están expuestas a cortes de energía eléctrica antes y durante un desastre natural.

El sistema de alcantarillado presenta una alta vulnerabilidad tanto a las inundaciones como a los sismos, la cámara principal de desagües está ubicada en una zona inundable, con napa freática superficial (0.50 m.), y suelo suelto que hace propicia la amplificación de ondas sísmicas, además de la antigüedad de las redes y colectores de desagüe del sistema que trabajan sobrecargados. Las inundaciones de 1992 han dejado colmatadas las redes, siendo esto un problema constante en la actualidad.

El emisor de desagües de la ciudad de Tumbes, se encuentra ubicado en una zona inundable por el río y lluvias; además esta zona es de alta sismicidad, el hecho de no encontrarse cubierto lo hace vulnerable a estos desastres naturales. Actualmente el emisor se encuentra dañado, habiéndose cortado un tramo del emisor al producirse las últimas inundaciones.

El sistema de drenaje pluvial en la ciudad, ya casi no cumple con su función por haber disminuido el tirante de recolección de aguas pluviales, por la gran cantidad de sólidos existentes en estos.

Los sistemas de agua potable y alcantarillado ubicados en la parte baja de la ciudad, presentan un alto riesgo a las inundaciones y a los sismos.

Otro de los aspectos que se estudian en este trabajo, es el referido al carácter del impacto que producen estos fenómenos, el impacto en el servicio y las estructuras expuestas; las medidas de prevención y medidas a adoptarse para cada caso son desarrolladas más ampliamente y los efectos adversos de estos desastres.

Toda empresa de saneamiento debe estar preparada para enfrentar fenómenos naturales que afectan a los servicios de agua potable y alcantarillado, mediante la preparación de Planes de Emergencia, de acuerdo a los desastres naturales que se han producido en la zona a través de los años.

La empresa EMAPATUMBES a pesar de que constantemente los servicios se ven afectados por fenómenos naturales, aún no ha elaborado los Planes de Emergencia para los servicios de agua potable y alcantarillado de Tumbes.

En el capítulo VII se hace el desarrollo de los planes de emergencia considerando desde la formación de los Comités de Emergencia, que son los encargados de realizar programas como respuesta a los riesgos, adoptando las medidas necesarias para el caso.

Los Comités de Emergencia estarán conformados por el comité Central de emergencia y los comités operativos, cada uno de ellos cumple con una función y responsabilidad determinada.

El comité central de Emergencia es el responsable de la Planificación, organización y Dirección para la Operación y Mantenimiento de todos los sistemas de agua potable y alcantarillado de la Empresa, en la preparación, respuesta y rehabilitación ante situaciones de desastre.

Los comités operativos de emergencia son órganos funcionales que asumen funciones y responsabilidades en la preparación, respuesta y rehabilitación ante situaciones de Emergencia y Desastre, en coordinación con el Comité Central de Emergencia, en las áreas operativas de la empresa encargadas de la producción de agua en la planta, extracción de aguas subterráneas, Distribución y recolección primaria de agua y desagüe y la operación y mantenimiento de los sistemas descentralizados de la empresa.

Son los que realizan el análisis de vulnerabilidad de los componentes del sistema en sus respectivos ámbitos de acción. Está formado por los comités operativos de Emergencia de Plantas de Tratamiento de Agua, de aguas Subterráneas, comité operativo de Redes y Comité Operativo de las Administraciones Zonales.

Los Planes de Emergencia para la ciudad de Tumbes deberán estar constituidos por planes de emergencia Operacionales para inundaciones, planes de emergencia operacionales para sismos, debe decir cuando y quien realiza la declaratoria de emergencia.

Los servicios básicos de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Tumbes fueron declarados en emergencia sanitaria, en el ámbito Sub-regional, por la crítica situación que atraviezan los sistemas sanitarios según una Resolución proveniente de la Gerencia General de EMAPATUMBES, en su preocupación debido a los cortes constantes de suministro de agua, aniegos y atoros y la obsolescencia y antigüedad de las redes, las cuales llegarían a colapsar si las lluvias recrudecieran o si ocurriera otro fenómeno "El Niño".

En este plan de emergencia se presenta un listado de las obras necesarias para rehabilitar el sistema, este fue presentado en el año 1992.

VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE TUMBES

Las medidas a adoptar durante un estado de alerta y/o emergencia que consiste en medidas de preparación antes del desastre haciendo una cuidadosa planificación que permita la acción rápida y eficaz cuando esto ocurra, permitiendo que los servicios sean restaurados lo más pronto posible.

La activación de los Comités de Emergencia, determinación de recursos, programación e implementación de acciones previas, planes operacionales y medidas a adoptarse tanto para inundaciones como para terremotos son incluidos.

Una descripción de los Planes Operativos de Emergencia que deben desarrollarse en situaciones operacionales que interrumpen el servicio de agua potable y alcantarillado tales como roturas de grandes redes matrices, colectores y otras.

El Plan operativo de Emergencia, define las funciones de las diferentes áreas de la Empresa, como consecuencia de evaluar los sistemas y plantear soluciones para los casos de emergencia.

La empresa EMAPATUMBES como empresa autónoma, se encuentra empeñada en llevar adelante un proceso de desarrollo y mejoramiento de los servicios de agua potable y alcantarillado, en todo el departamento de Tumbes.

Mediante el diagnóstico de la empresa se visualiza el estado de organización por el que atraviesa EMAPATUMBES como está organizada, su funcionamiento, normativas que sigue, personas que la conforman, problemas que atraviesa y como ve el usuario a esta Empresa. El personal con que cuenta EMAPATUMBES es de 150 trabajadores, de los cuales 116 son personal permanente y 34 contratados.

Se realiza un corto análisis del estado de las finanzas, para poder apreciar si la administración actual va encaminada hacia el mejoramiento de la empresa, con el consiguiente beneficio para el usuario tumbesino.

El sistema operacional de la empresa atraviesa por una serie de dificultades, en la conducción de este sistema que se ve reflejado en los bajos porcentajes de agua contabilizada (56.24%).

Actualmente la empresa carece de proyectos actualizados para nuevas obras, falta de planos actualizados tanto de las redes de agua potable como de alcantarillado construidos con la localización de válvulas y grifos contraincendios.

Existe una ausencia de datos estadísticos sobre el número de fugas y reparaciones; gran número de conexiones clandestinas que dificultan los programas de reducción de pérdidas.

VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE TUMBES

Se vienen llevando a cabo acciones para asegurar una mejor coordinación e integración de esfuerzos a todo nivel, para lo cual tiene interés en fortalecer las relaciones e informaciones verticales y horizontales con oficinas de las administraciones locales.

La situación Comercial y Educación Sanitaria que afronta EMAPATUMBES es descrita en forma más amplia, desde la prestación de servicios de agua potable y alcantarillado, situación en que se encuentran el número de conexiones, realización de facturación y cobranza, medición de consumos y las dificultades por las que atraviesa esta área tan importante para la empresa de la cual dependen los ingresos de esta. De una buena política del sistema comercial depende el futuro de esta; la empresa actualmente presenta una baja imagen de su desempeño global y carencia de programas de educación sanitaria.

La informática es un área importante en la empresa en el cual se pone en evidencia que EMAPATUMBES no tiene clara la importancia de lo que es un sistema de Información Gerencial, pues no se ha visualizado su implementación para el sistema operativo y para las administraciones zonales.

El área de planificación en la empresa no ha sido implementada, no existiendo ni a nivel de planes de desarrollo, operativos, financieros, así como cualquier otro tipo de programación.

La administración y cuidado de los recursos materiales de EMAPATUMBES están a cargo de la Sub-Gerencia de Logística de la Gerencia de Administración y Finanzas.

En el capítulo IX, se dan a conocer las conclusiones de este estudio, que inicialmente se realizó con visitas de campo al carecerse de la información escrita del estado de muchos de los componentes de los sistemas, para luego dar las recomendaciones pertinentes a los problemas hallados.

CAPITULO I

ANTECEDENTES GENERALES

CAPITULO

1

1. GENERALIDADES

1.1. Situación Geográfica y Política

El departamento de Tumbes se encuentra situado en el extremo norte de la costa del Perú, en su límite con el Ecuador, donde termina la permanente faja desértica costera del país, tiene una longitud de 115 Km; y un ancho máximo de 58 Km.

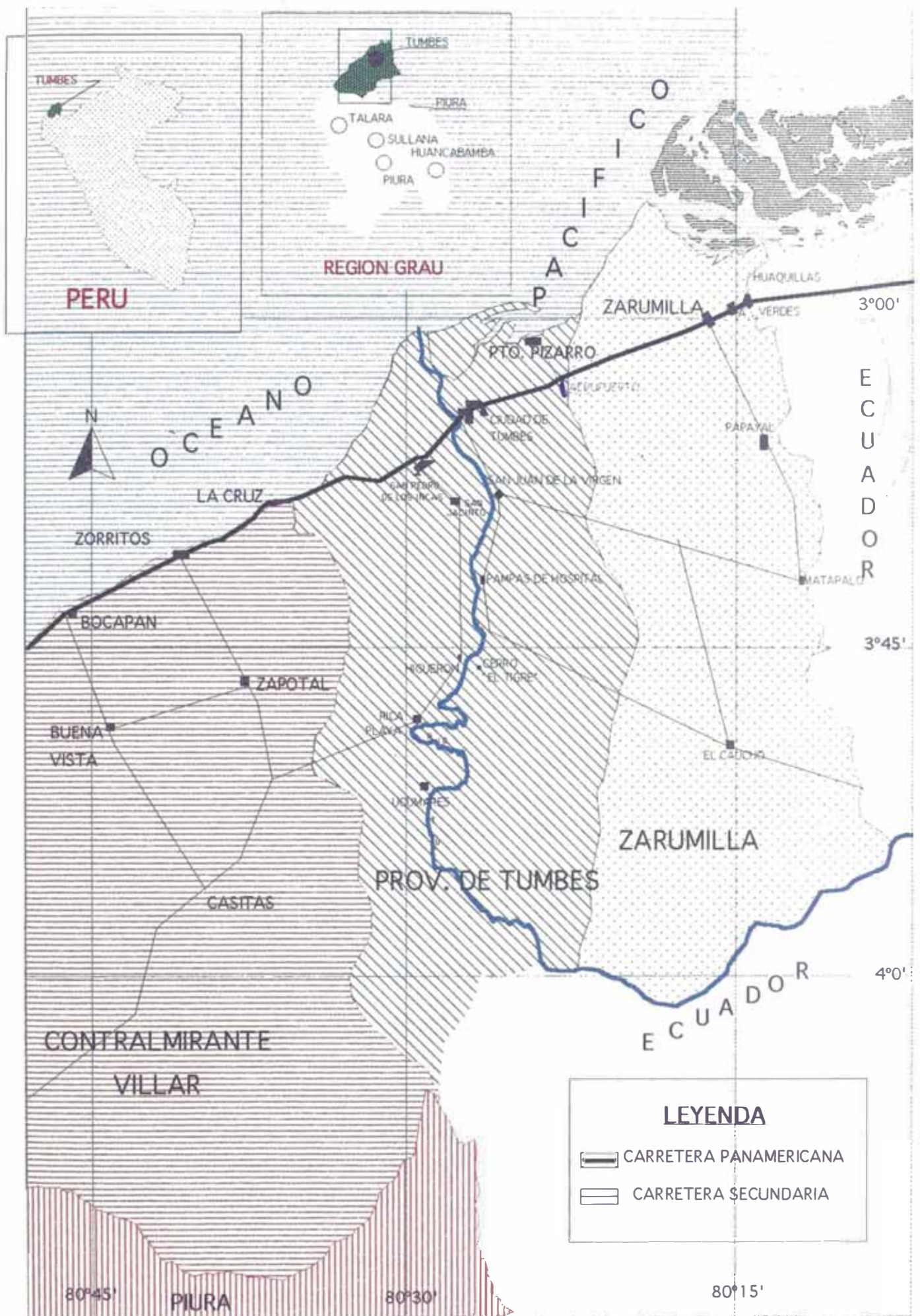
Tumbes es el único departamento costero del Perú que cuenta con un río navegable: el río Tumbes que tiene un caudal regular durante todo el año.

Este departamento está formado por tres provincias: Tumbes, su capital Tumbes, Zarumilla, su capital Zarumilla y Contralmirante Villar, su capital Zorritos.

La ciudad de Tumbes, refrescada por la suave brisa que se proyecta a la ciudad desde su amplio y caudaloso río, tiene un aspecto bastante sencillo. Su situación de ciudad fronteriza le da una importancia especial, por lo que muestra un notable crecimiento demográfico. Se distingue además por ser una de las ciudades más castigadas por los efectos de los desastres naturales, como sismos (1953 y 1970) y el fenómeno "El Niño" (1925, 1982-1983 y 1992-1993).

Tumbes, la ciudad capital del departamento de Tumbes; conformante de la Región Grau, es una de las ciudades más importantes de la zona Norte y por ello ha sido denominada como capital de la Sub-Región Tumbes, parte vital y estratégica de la Región Grau; está ubicada a 3°34" de latitud Sur y 80°27" de longitud Oeste y está situada a una altura promedio que varía entre los 4 y 40 metros de altura sobre el nivel del mar. La distancia entre la ciudad de Tumbes y Aguas Verdes, ciudad fronteriza del Ecuador, es aproximadamente 23 Km.

Su principal vía de acceso la constituye la carretera Panamericana Norte.



UBICACION DE LA CIUDAD DE TUMBES

LAMINA N°1

La lámina N°1 muestra el mapa de ubicación del departamento de Tumbes, en ella apreciamos las tres provincias que lo conforman y la ubicación de la ciudad de Tumbes, a orillas del río del mismo nombre.

1.2. Descripción de la Ciudad de Tumbes

La ciudad de Tumbes se encuentra ubicada a orillas del río del mismo nombre, el cual, en condiciones normales, es su principal fuente de supervivencia y desarrollo, pero cuando ocurre el fenómeno "El Niño", es el causante de grandes pérdidas físico-económicas, deteriorando enormemente el nivel de vida de su población.

Al Norte de Tumbes se encuentra el canal de irrigación "La Tuna" y la antigua vía del ferrocarril. Al noreste la ciudad limita con la quebrada Luay, por el Este y Sur Este con colinas de una altura de hasta 40 m.s.n.m y zonas militares como "El Tablazo", por el Sur con el área de expansión rural sobre la salida de la carretera a San Juan, por el Sur-Oeste con el río Tumbes y por el Oeste y noroeste con el canal de irrigación "La Tuna".

El área agrícola se extiende sobre la margen izquierda del río Tumbes, hasta el poblado de Corrales (al Sur-Oeste) y el área urbana se extiende sobre la margen derecha del río Tumbes, donde está ubicada la ciudad de Tumbes que es la más grande del departamento; y por lo tanto el principal polo de desarrollo de la Sub-Región; otro de los centros poblados cercanos a la ciudad es Zarumilla al noreste.

Esta ciudad sufre un rápido proceso de urbanización, debido al crecimiento demográfico. Para el año 1992, se estimó la población de la Sub-Región Tumbes en unos 152,470 habitantes, en el año 1993 según el censo nacional de población cuenta con una población de 155,521 habitantes.

Los indicadores demográficos, confirman la concentración poblacional en el área urbana (76.4%), principalmente en los distritos de Tumbes, 6.8% en Contralmirante Villar y 16.8 % en Zarumilla, así como el despoblamiento del área rural (58.6%) de la provincia de Tumbes.

La ubicación geográfica de la Sub-Región condiciona el clima de la misma, caracterizado por temperaturas muy cálidas y grandes lluvias y la presencia del fenómeno "El Niño", que en el año 1992 se volvió a repetir después de 9 años, de manera imprevisible. De las ciudades que constituyen la Región Grau; Tumbes ha sido y es la más castigada por este fenómeno, que produce grandes inundaciones de poblados y sembríos; trayendo consigo pérdidas económicas y daños a la salud de la población tumbesina.

Las costas de Tumbes están bañadas por un mar abundante y rico en variedad de peces y langostinos. Aquí podemos observar ciertos movimientos de marea que no se presentan tan nítidamente en otros lugares del litoral.

Como ciudad fronteriza Tumbes mantiene un intercambio de tipo económico, social, comercial, cultural, educativo, etc. con el vecino país, no siempre en condiciones de igualdad y reciprocidad que a la postre afectan toda el área de influencia, principalmente los centros poblados de línea de frontera.

1.3. Características de la Población

La ciudad de Tumbes se caracteriza por tener casi un 60% de la población flotante; pues el proceso de migración es casi constante siendo una ciudad capital fronteriza, además se agrega a esto el permanente proceso de urbanización generado por la migración del campo y también de las ciudades más chicas como Corrales y Zarumilla.

En el cuadro N°1.3.1 se puede apreciar como se distribuye la población en cada una de las respectivas provincias. En el Departamento de Tumbes, existe una desigual distribución de población entre sus divisiones Político-Administrativas. La provincia de Tumbes alberga al 74.3% de la población total del departamento.

La población de la provincia de Tumbes es 3 veces mayor que la provincia de Zarumilla, que por su tamaño poblacional ocupa el segundo lugar en importancia con 17.2%.

La población de Contralmirante Villar, ha disminuido en importancia poblacional, de 9.3% en 1981 a 8.5% en 1993. Por el contrario en la provincia de Zarumilla cuya población en 1981 representó el 14.4% del total departamental se incrementó en 2.8 puntos porcentuales en 1993.

En el año 1993, la ciudad de Tumbes contaba con una población de 74,601 habitantes, con un ligero predominio de la población masculina sobre la femenina. En el año 1987 el porcentaje de población masculina fue del 120.6% y en 1990 de 112.9%.

Por grupos de edad los menores de 15 años para estos mismos años fue de 40.1% y 38.0% evidenciando una gran población joven, probablemente debido a la presencia de guarniciones militares en la ciudad, con su correspondiente población de jóvenes miembros de las fuerzas armadas. A nivel departamental se empadronaron 82,426 varones (53%) y 73,095 mujeres (47%) en 1993 y el índice de Masculinidad es del 112.8 % es decir que existen 113 hombres por cada 100 mujeres.

La distribución relativa de la población nominalmente censada por sexo y según grupos de edad. es presentada en el Cuadro N°1.3.2.

De mantenerse el ritmo de crecimiento de la población (tasa media anual de crecimiento), 3.2% en 1993, se prevé que la población del distrito en el año 2000 será de 92,080 habitantes.

CUADRO N°1.3.1

DEPARTAMENTO DE TUMBES: DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA POBLACION TOTAL,
SEGUN PROVINCIAS: 1972, 1981 Y 1993

DEPARTAMENTO Y PROVINCIAS	1972	1981	1993
DEPARTAMENTO DE TUMBES	100.00 (70,348)	100.00 (108,064)	100.00 (158,582)
TUMBES	75.70	76.30	74.30
CONTRALMIRANTE VILLAR	11.00	9.30	8.50
ZARUMILLA	13.30	14.40	17.20

FUENTE: INEI-Censos Nacionales 1972, 1981 y 1993

CUADRO N° 1.3.2

DEPARTAMENTO DE TUMBES: DISTRIBUCION RELATIVA DE LA POBLACION

NOMINALMENTE CENSADA POR SEXO, SEGUN GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD:

1981 Y 1993 (Por ciento)

GRUPOS DE EDAD	1981			1993		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
	100.00 (103,839)	100.00 (55,465)	100.00 (48,374)	100.00 (155,521)	100.00 (82,426)	100.00 (73,095)
0-4	15.00	14.30	15.90	12.40	12.00	12.80
5-9	14.00	13.30	14.80	12.70	12.60	12.90
10-14	12.60	12.00	13.20	12.20	11.70	12.80
15-19	13.20	14.70	11.40	12.10	13.30	10.90
20-24	10.70	10.90	10.40	10.70	10.70	10.70
25-29	7.50	7.30	7.60	8.50	8.30	8.80
30-34	5.70	5.70	5.70	7.70	7.60	7.80
35-39	4.50	4.40	4.60	6.10	6.00	6.10
40-44	3.80	3.80	3.70	4.30	4.40	4.20
45-49	3.40	3.40	3.30	3.20	3.30	3.20
50-54	2.70	2.90	2.50	2.50	2.60	2.50
55-59	1.90	1.90	1.80	2.10	2.10	2.10
60-64	1.60	1.70	1.50	1.90	2.00	1.70
65 y más	3.40	3.70	3.60	63.60	3.40	3.50

FUENTE: INEI-Censos Nacionales 1972, 1981 y 1993

1.3.1. Aspecto Socio - Económico

En 1993 la población del departamento de Tumbes asciende a 158,582 habitantes y la población censada de 6 años y más por sexo, según condición de actividad en 1993 (como se muestra en el cuadro N°1.3.1.1) al analizar la Población Económicamente No Activa según sexo, se observa que en la población masculina el mayor porcentaje corresponde a estudiantes (31.8%) y en el caso de las mujeres, la mayor proporción se encuentra en las dedicadas al cuidado del hogar (80.6%). En ambos sexos, la menor proporción corresponde a los rentistas.

La agricultura, pesca, comercio y servicios comunales y sociales, son las principales actividades económicas de la Sub-Región y en conjunto ocupan más o menos el 80.6% de su población económicamente activa. Tales actividades, por diferentes causas como la falta de orientación técnica, limitaciones de crédito, plagas o epidemias, dificultades en la comercialización, etc. no permiten que se desarrollen adecuadamente.

Según el INE, desde 1940 la actividad de servicios se viene incrementando; mientras la agricultura tiene altibajos dependiendo de la política-económica del sector.

El Censo del 11 de Julio de 1993, indica como valor comparable de la PEA en el departamento de Tumbes el 50.4%, y el mayor porcentaje de PEA corresponde al Sector Comercio y Servicios (50.6%). A los sectores agricultura, caza y silvicultura, pesca, explotación de minas y canteras (37%).

En la PEA de la ciudad de Tumbes, se debe tener en cuenta como principales sectores: servicios, comercio, agricultura y pesca. Se estima que la PEA de la actividad de servicios crece con una tasa de 4% anual y la de comercio con una tasa del 5% anual.

1.3.2. Principales Sectores de Producción

Con algunas excepciones, la agricultura, pesca, ganadería y comercio, se desarrollan utilizando tecnología tradicional artesanal o empírica, imposibilitando mejorar los índices de producción y productividad.

Los centros de producción agrícola del departamento se encuentran distribuidos en aproximadamente 14,932 hectáreas, ubicadas en la margen izquierda del río Tumbes. El riego de éstas áreas se realiza por gravedad.

Actualmente el cultivo de arroz ha desplazado los cultivos tradicionales (tabaco, plátano). La forma de riego de los cultivos de arroz hace que existan sub-sectores de terrenos que no alcanzan a cubrir las necesidades de agua para sus cultivos. Esto significa que existe un mal aprovechamiento de las áreas de cultivo por una deficiencia en la estructura de riego.

CUADRO Nº 1.3.1.1

DEPARTAMENTO DE TUMBES: POBLACION CENSADA DE 6 Y MAS AÑOS

POR SEXO, SEGUN CONDICION DE ACTIVIDAD 1993

(Por ciento)

CONDICION DE ACTIVIDAD	TOTAL %	HOMBRES %	MUJERES %
POBLACION DE 6 Y MAS AÑOS	100.0 (132393)	100.0 (70575)	100.0 (61818)
PEA	38.3	56.3	17.7
NO PEA	61.7	43.7	82.3
PEA	100.0	100.0	100.0
OCUPADA	91.3	92.7	86.0
DESOCUPADA	8.7	7.3	14.0
POBLACION NO ACTIVA	100.0	100.0	100.0
CUIDADO DEL HOGAR	45.0	20.6	59.8
ESTUDIANTE	38.7	51.5	31.0
JUBILADO/PENSIONISTA	1.5	2.5	0.9
RENTISTA	0.6	0.8	0.5
OTRO	14.2	24.6	7.8
POBLACION DE 15 y MAS AÑOS	100.0 (97557)	100.0 (52581)	100.0 (44976)
PEA	50.4	73.3	23.7
NO PEA	49.6	26.7	76.3
PEA	100.0	100.0	100.0
OCUPADA	91.0	92.7	86.3
DESOCUPADA	8.7	7.3	13.7
POBLACION NO ACTIVA	100.0	100.0	100.0
CUIDADO DEL HOGAR	65.2	27.6	80.6
ESTUDIANTE	19.0	31.8	13.8
JUBILADO/PENSIONISTA	2.6	5.4	1.4
RENTISTA	1.0	1.7	0.7
OTRO	12.2	33.5	3.5

FUENTE: INEI -Censos Nacionales de Población 1993

Los factores que hacen que la producción agrícola sea deficiente son: la forma de explotar las tierras agrícolas en minifundios, un gran porcentaje de unidades agrarias, pertenecen a arrendatarios, la existencia de plagas que atacan a la mayoría de cultivos; también la salinidad es un factor en contra, al cual debe de aplicársele un adecuado drenaje.

La pesca es una actividad que se lleva a cabo en forma tradicional en el litoral del departamento. Se realiza en las afueras de la ciudad, caracterizándose por la producción de insumos para la industria (envase y congelado) y para consumo (fresco y salado).

En el sector industrial predomina la actividad manufacturera principalmente de productos alimenticios, envase y conservación de productos marinos (langostinos) y la pila de arroz.

1.3.3. Vivienda

En la ciudad de Tumbes la vivienda puede considerarse como una de las más caras de la costa peruana, por su ubicación fronteriza.

Otro de los factores que encarece la vivienda son los materiales, pues estos hay que traerlos desde afuera de la región elevando su costo; también la mano de obra influye pues esta tiene que ser traída desde fuera del departamento (Piura, Talara, Sullana, etc.).

Actualmente algunos sectores de la ciudad, tienden a la tugurización ahondando los problemas de tenencia de tierras.

1.3.4. Servicios Vitales

Los servicios básicos o vitales: electricidad, agua potable y desagüe, transporte urbano, baja policía, atraviesan por una etapa crítica, son deficitarios o de baja calidad, y restringidos al área urbana, en desmedro de las zonas urbano marginales y áreas rurales.

La infraestructura disponible está fuera del alcance de la mayoría. El servicio de agua potable es restringido a algunas horas del día y por sectores, agudizándose este problema en épocas de avenidas debido a la turbiedad del agua del río.

El sistema de desagües es deficiente, sobre todo en la zona baja, donde la población se ve afectada por inundaciones de desagües, a consecuencia de la rotura de tuberías o la sobrecarga que sufre la red de alcantarillado, en épocas de lluvias donde el problema se agudiza aún más.

Como no existe un adecuado sistema de drenaje pluvial, los pobladores abren las tapas de los buzones para que discurra el agua de lluvia, produciéndose atoros debido a

los sólidos que traen consigo las inundaciones, con lo cual se agrava la situación sanitaria y económica de esta zona; además de haber ciertas deficiencias en la construcción de algunos tramos de la red.

El área servida por el sistema de alcantarillado, es la llamada "Ciudad Vieja".

Las zonas de expansión urbana (A.A.H.Hs) no cuentan con este servicio; y las que disponen de él, tienen una mala disposición final de sus desagües, produciendo un alto peligro de epidemias debido a estos focos infecciosos; el emisor principal de la ciudad descarga directamente al río Tumbes sin ningún tratamiento.

Existe otro emisor de menor diámetro cuyo punto final de descarga es la llamada quebrada "Pedregal", hacia donde descargan las aguas negras provenientes de los A.A.H.H "Mafalda Lama" y una parte del A.A.H.H "El Bosque".

El servicio de agua potable llega al 67% de la población Sub-regional y el servicio de alcantarillado sólo se brinda al 33% de la población total, debido a que las redes y conexiones domiciliarias no llegan a todas las localidades.

El déficit mayormente se observa en las zonas rurales, zonas urbano marginales y áreas de frontera. En la ciudad de Tumbes, el principal problema es la limitada capacidad de la planta de tratamiento de Agua Potable y la obsolescencia de las redes de agua potable y desagüe en algunas calles principales.

La cobertura por energía eléctrica, ha disminuido notablemente y la población se ve racionada del fluido eléctrico. Esto aumenta la carencia del líquido elemento, pues al faltar la energía eléctrica la planta de agua potable y las cámaras de bombeo de desagües quedan inutilizadas y para superar este inconveniente se recurre al petróleo que encarece los costos de operación, pues éste es traído desde Piura.

Cuando por la falta de presupuesto, EMAPATUMBES no puede adquirir el petróleo y hay corte de energía eléctrica, la planta de tratamiento de agua potable no funciona y por lo tanto no hay agua. En el caso de las cámaras de bombeo de desagües al no poder funcionar las bombas entonces las cámaras de bombeo sufren inundaciones de la cámara seca, deteriorando los equipos eléctricos.

La recolección y disposición final de los residuos sólidos, no cuenta con un adecuado sistema de recolección. En la parte central de la ciudad se realiza mediante un camión recolector pero en las zonas urbano marginales la basura es amontonada cerca de las viviendas y luego es recolectada en triciclos. Otra de las formas, que realiza la población para deshacerse de la basura, es arrojándola a las orillas del río.

Tumbes no cuenta con un relleno sanitario, los residuos sólidos son llevados a un botadero Municipal en las afueras de la ciudad, donde son quemados.

CUADRO Nº 1.3.5.1

**DIEZ PRINCIPALES ENFERMEDADES TRANSMISIBLES SEGUN GRUPO
DE EDAD, A NIVEL SUB-REGION TUMBES
(AÑO 1990)**

ENFERMEDAD	GRUPO DE EDAD (AÑOS)								
	TOTA	0 - 1	1 - 4	5 - 14	15 - 24	25 - 44	45 - 64	65 -	ED.IG
ENFERM.RESPIRAT.AGUD	3 093	861	28	526	213	289	90	66	20
GASTROENTEROCOLITS	2 637	825	894	260	207	292	86	45	28
COLERA	1 972	24	144	235	595	607	234	104	29
RESFRIO COMUN	1 230	505	448	145	46	44	20	17	5
PARASITOSIS	442	33	132	160	55	43	12	6	1
INTOXICACION ALIMENTA	142	3	18	40	33	29	13	5	1
NEUMONIA,BRONCONEUM.	109	43	40	9	7	4	4	2	- -
SALMONELLOSIS	77	3	18	22	18	13	2	---	1
TUBERCULOSIS	74	--	--	2	19	35	17	1	- -
PALUDISMO	46	--	--	10	20	10	6	--	- -
TODAS LAS DEMAS	231	30	33	42	77	38	7	7	3

FUENTE:OFICINA DE ESTADISTICA -UDES TUMBES

CUADRO Nº 1.3.5.2

MORTALIDAD GENERAL AÑO 1991
(Provincia de Tumbes)

DAÑOS	Nº DE CASOS
ENFERMEDADES DE LAS VIAS RESPIRATORIAS	93
ENFERMEDADES INFECCIOSAS INTESTINALES	31
ENFERMEDADES ISQUENICAS DEL CORAZON	26
ENFERMEDADES CEREBRO VASCULAR	25
TODAS LAS DEMAS ENFERMEDADES	264
TOTAL	458

FUENTE:: OFICINA DE ESTADISTICA-UDES TUMBES

CUADRO Nº 1.3.5.3

INDICADORES DEMOGRAFICOS DEL DEPARTAMENTO DE TUMBES

(AÑO 1990)

DISTRITOS Y PROVINCIAS				TASA DE MORTALIDAD				
	Nº NACI MIEN	TASA TASA X1000	GENE RAL	INFAN- TIL	MATE RNA	GENE RAL	INFAN TIL x 1,000	MATER NAx 10000 NAC.VIV
DEPART. TUMBES	3578	24.81	566	124	8	3.93	34.66	22.23
PROVINCIA TUMBES	2859	25.68	463	108	6	4.16	37.67	20.98
DISTRITO TUMBES	2096	29.76	316	87	4	4.48	41.50	19.08
CORRALES	292	18.21	58	6	1	3.61	20.54	34.25
LA CRUZ	157	21.54	26	7	--	3.56	44.58	--
SAN J. DE LA VIRG.	66	18.67	21	1	--	5.94	15.15	--
SAN JACINTO	147	16.36	27	5	--	3.00	34.01	--
P. DE HOSPITAL	101	19.98	15	2	1	2.96	19.80	99.00
PROV.CONT.VILLAR	229	20.15	31	4	1	2.72	17.46	43.66
ZORRITOS	189	22.59	22	3	--	2.63	15.87	--
CASITAS	40	13.35	9	1	1	3.00	25.00	25.00
PROV. ZARUMILLA	490	22.77	72	12	1	3.34	24.54	20.40
ZARUMILLA	300	23.49	59	11	1	4.62	36.66	33.33
AGUAS VERDES	75	18.76	3	--	--	1.00	----	--
PAPAYAL	98	22.86	9	1	--	2.09	10.20	--
MATAPALO	17	36.48	1	--	--	2.14	----	--

FUENTE: OFICINA DE ESTADISTICA UDES-TUMBES

1.3.5. SALUD

Las enfermedades del aparato respiratorio y las enfermedades gastrointestinales son las que ocasionan las mayores tasas de mortalidad en general, o infantil en particular, acentuándose en características de epidemias en la época de verano. En el cuadro N°1.3.5.1. se observan las 10 enfermedades que más afectan la salud de la población tumbesina y su incidencia por grupos de edades.

El deficiente saneamiento del medio y la presencia de vectores, favorecen la incidencia de enfermedades transmisibles como malaria, dengue, fiebre amarilla, rabia, etc.

Se observa una escasa participación de la comunidad en acciones de prevención y lucha contra las epidemias (cólera y malaria).

Hasta Setiembre de 1992 se han producido en toda la Sub-región 2,301 casos de malaria (benigno y maligno) de los cuales en la provincia de Tumbes se han producido 1,599 casos y dentro del distrito de Tumbes 352 casos.

La atención a la salud en el marco Sub-regional se brinda de acuerdo a las posibilidades del sector, en todos los centros de salud y postas médicas.

Los servicios de salud apenas si se han incrementado desde el año 1986, manteniéndose casi invariables el número de establecimientos hospitalarios, de camas y de servicios de salud, lo que permite puntualizar la situación de emergencia por la que se encuentra atravesando la salud de la Sub-Región. Cabe mencionar que los datos detallados a continuación, en los cuadros correspondientes a mortalidad general año 1991 (Cuadro N°1.3.5.2) y de indicadores demográficos (Cuadro N°1.3.5.3) posibilitan observar el nivel de atención, según rubro o caso de análisis, muestran el número de nacimientos, las tasas de natalidad y mortalidad en varias ciudades del departamento.

1.3.6. Educación

El nivel educativo de la población de Tumbes, estimado al año 1990 es de casi 08 grados o sea aproximadamente 2° grado de Educación secundaria, nivel que se considera aceptable comparado con las otras regiones, pero que aún es insuficiente para considerarlo como indicador positivo de desarrollo.

En 1990, la población estudiantil ascendió a 56,264 educandos, lo cual implica un crecimiento de 2.0% en relación al nivel del año 1989.

La población escolar se incrementó en 2.4% notándose que los niveles de mayor demanda educativa corresponde a la educación primaria, y secundaria de menores, con el 47.9 y 22.5% del total.

La educación no escolarizada ha disminuido con respecto al año anterior la

CUADRO Nº 1.3.6.1

**CUANTIFICACION DE POBLACION ESCOLAR SEGUN EL NIVEL
EDUCATIVO AÑO 1991**

NIVEL EDUCATIVO	TUMBES	ZARUMILLA	CONTRALM. VILLAR
TOTAL GENERAL	33 076	8 202	8 980
I) ESCOLARIZADO	29 391	7 845	7 918
EDUCACION INICIAL	4 621	1 096	927
EDUCACION PRIMARIA	19 025	4 218	4 811
EDUCACION SECUNDARIA	1 696	2 182	2 160
EDUCAC.SUP. NO UNIVERSIT.	2 172	200	---
OTRAS MODALIDADES	1 877	149	20
II) NO ESCOLARIZADA	3 685	1 057	1 062

FUENTE: INEI Tumbes

CUADRO Nº 1.3.6.2

**SUBREGION TUMBES: PROVINCIA TUMBES, ZARUMILLA Y CONTRALMIRANTE VILLAR
SEGUN NIVELES EDUCATIVOS DOCENTES Y PROFESIONALES AÑO 1991**

NIVEL EDUCATIVO	TUMBES	ZARUMILLA	CONTRAL VILLAR
TOTAL GENERAL	6 203	516	401
I) ESCOLARIZADO	2 542	496	381
EDUCACION INICIAL	309	70	53
EDUCACION PRIMARIA	1 149	242	181
EDUCACION SECUNDARIA	826	166	147
EDUC.SUP. NO UNIVERSITARIA	107	10	--
EDUC. SUP. UNIVERSITARIA	107	--	--
II) OTRAS MODALIDADES	49	8	--
II) NO ESCOLARIZADA	61	20	20

FUENTE: INEI Tumbes

población analfabeta es de 1,198 personas. Los cuadros N°1.3.6.1 y N°1.3.6.2. muestran la situación por la que atravesaba el sector educativo a nivel departamental y distrital de la ciudad de Tumbes durante el año 1991.

1.4. TOPOGRAFIA Y GEOLOGIA

1.4.1. Topografía

La característica principal que se observa en la ciudad de Tumbes es la existencia de zonas altas, intermedias y bajas. Esta topografía es un factor que limita el desarrollo de la ciudad, pues los costos de los servicios vitales son muy altos. Además, estas irregularidades del terreno, crean problemas de drenaje en épocas de lluvia. Puede decirse que la topografía del departamento de Tumbes es variable ya que las grandes lluvias que se producen lavan y erosionan suelos y promontorios haciendo que la topografía cambie.

La "Ciudad Vieja" está formada por una parte baja a la izquierda de la avenida Panamericana y la parte alta situada a la derecha de la misma avenida.

La parte baja de la ciudad es prácticamente plana, a 5 m.s.n.m. La margen derecha de la Panamericana tiene dos sectores planos: el de la plaza de Armas a 6 m.s.n.m y el sector del antiguo puente Viejo.

En la zona de Pampagrande, a la derecha de la calle Alfonso Ugarte, limitando con las parcelas agrícolas del río, tenemos un sector plano (8 m.s.n.m). La ciudad de Tumbes se encuentra asentada sobre una topografía totalmente accidentada, como se aprecia en la Lámina N°2.

1.4.2. Geología

La ciudad de Tumbes es casi un punto de concurrencia de estratos de rocas de tres tipos:

A orillas del río se encuentran depósitos aluviales tales como arcillas arenas y gravas.

El centro de la ciudad está constituido por arenas y gravas del cuaternario.

En la parte baja y ondulada se encuentran también areniscas y lutitas del terciario.

En la geología de la parte baja y alta de la ciudad existen marcadas diferencias. La superficie de la parte alta está constituida mayormente por relleno de material transportado, tanto de la parte alta como del río.

En la avenida Panamericana se han encontrado algunos depósitos marinos, a 3

metros de profundidad, lo que nos hace ver que el mar ha llegado hasta esta zona hace un par de siglos.

La parte alta presenta un mayor porcentaje de estratos arcillosos, que tienen un buzamiento de 10 a 30° cuya dirección sigue las depresiones topográficas. Sobresalen también estratos del mioceno superior los cuales conforman la formación de Tumbes.

En la lámina N°3 se muestra el mapa geológico, con la clasificación de las formaciones que conforman esta zona del territorio peruano.

1.5. Catastro

En la actualidad Tumbes, abarca una extensión aproximada de 600 hectáreas (6 km²). Alcanzando una densidad promedio (densidad bruta) de 120 habitantes por hectárea (se considera también las áreas de los cuarteles militares y las áreas de recreación).

La ciudad está consolidada sobre dos ejes de desarrollo, constituidos por la carretera Panamericana por el noreste y por la vía de salida a San Juan de la Virgen al Sur Este de la ciudad.

Los barrios están ubicados en sectores, clasificados de acuerdo a su topografía y consolidación en:

- "Ciudad Vieja": formada por los barrios San José, Pacífico, El Recreo, Buenos Aires, Bellavista, El Milagro, Las Mercedes, Pampagrande y los Asentamientos Humanos San Nicolás y Santa Rosa.
- "Ciudad Intermedia": constituida por los A.A.H.H. Las Malvinas, 7 de Junio, Salamanca, Los Ficus.
- "Nuevo Tumbes": lo conforma el conjunto habitacional Andrés Broujo, dividido en 4 sectores; Lishner Tudela además de los asentamientos humanos Miguel Grau y El Bosque.

Las áreas de transición y en expansión no han crecido mayormente, y en ellas se han efectuado únicamente obras de regularización vial.

El patrón estacionario, conformado por viviendas precarias es el que más ha crecido, debido a la escasa dinámica económica, en razón al bajo poder económico de la población, falta de títulos de propiedad, insuficiente servicio eléctrico y de agua potable y deficiencia en el sistema de desagüe.

Tumbes no cuenta con un Plan Regulador actualizado, ni con su infraestructura de servicios; se nota una carencia casi total de áreas adecuadas para su expansión urbana.

Los terrenos ubicados al Norte y Noreste presentan características no propicias para su ocupación a corto y mediano plazo; tales como: alta salinidad del suelo, nivel freático superficial, son terrenos inundables en épocas de lluvias y avenidas y tienen

por lo tanto un alto costo de habilitación.

1.6. Usos del Suelo

El presente estudio contiene sólo la clasificación de los usos del suelo, y su ubicación dentro de la ciudad, pues no existen Planes Directores de Desarrollo Urbano, ni Perfil Económico. Sólo existe un Plan Regulador, elaborado en 1968 dentro del cual existen los planos correspondientes a Vías y Zonificación graficada con el uso del suelo.

En la actualidad existen poblaciones que en ese entonces no estaban consideradas dentro del Plan Regulador. Para la elaboración del Plan Maestro Preliminar realizado por SANIPLAN-AMSA, se ha podido establecer un valor, que puede tomarse como densidad poblacional estimada en 275 hab/ha .

En cuanto al uso de las áreas, se han identificado crecimientos no previstos. Por ejemplo, la zona industrial de la ciudad de Tumbes, según el Plano Regulador debió establecerse en la parte Sur-este del casco urbano. Ello no ocurre y el crecimiento industrial se ubica al costado de la Panamericana, entre el Puente y la localidad de La Cruz.

La zona de comercio se ha desplazado sin tener en cuenta el Plano Regulador y se ha establecido en la Av. Teniente Vásquez, Zona Centro y Zona Noreste de la ciudad antigua. De las ciudades que conforman el departamento de Tumbes sólo el distrito de Tumbes, cuenta con este tipo de documentación.

Se hace necesario que la ciudad de Tumbes, cuente a la brevedad posible con un Plan Director y el Perfil Económico, documentación imprescindible que evitará crecimientos desorganizados que dificulten el establecimiento de los servicios básicos, y encarezcan el costo de su construcción, derivando en una deficiente implementación de la infraestructura urbana.

El área urbana determinada en base al Plano regulador fue de 271 has. en el año 1968, incluyéndose Asentamientos Humanos , inicialmente reconocidos como Pueblos Jóvenes. A esta área se agrega aquella ocupada desde 1968 a 1993 por Asentamientos Humanos que, a la fecha con una baja densidad, cuentan en algunos casos con servicios de agua y desagüe. La superficie ocupada en estas condiciones es de 298 has., además se toma en cuenta la Zona de Expansión de 323 has, que figura en el Plano Regulador y por indicación del Alcalde de Tumbes.

La tendencia del crecimiento de Tumbes es en dirección Noreste. Se calcula que en el año 2013 el área albergará 133,000 habitantes alcanzando una densidad promedio de 235 hab/ha. según resultados de las proyecciones de población.

Para clasificar los usos del suelo de la ciudad de Tumbes , se ha tomado en cuenta, el estudio de Usos del Suelo 1990, realizados por la Municipalidad de Tumbes y es el siguiente:

1.6.1. Uso Residencial

Los ejes de crecimiento urbano de la ciudad son la Av. Teniente Vásquez, que a su vez es la carretera Panamericana y el camino a San Juan de la Virgen. Ambos se desplazan por superficies planas. En lo referente al uso residencial, el mayor crecimiento se ha producido en las laderas de los cerros, ubicados al Sur-este de la ciudad. Este uso está referido al conjunto de viviendas independientes y colectivas, las cuales ocupan la mayor área urbana.

Casi un 80% de las viviendas ubicadas al Este y Sur del cementerio y al Norte y Sur de la quebrada, sobre las laderas de las colinas adyacentes, son precarias.

La zona "Intermedia" está formada sólo por Asentamientos Humanos, soportados en vías precarias que se dirigen hacia la avenida Panamericana.

Prácticamente la única urbanización residencial que ha crecido regularmente en estos últimos años, ha sido la Villa Naval sobre la Av. Teniente Vásquez. "Nuevo Tumbes", es atravesado en toda su zona central, por una gran avenida que va de un extremo a otro.

Dentro de los barrios la comunicación vial es deficiente, debido a la topografía accidentada y por la configuración irregular de sus manzanas, haciendo que muchas de las calles sean estrechas y formen líneas quebradas, las cuáles van desde los 5 mts. hasta los 300 mts.

En cuanto al uso del suelo, la principal superficie del área de asentamiento de la ciudad, está ocupada por el uso residencial con 157 Has.

1.6.2. Uso Comercial Residencial

En esta área se realizan actividades comerciales en mayor porcentaje, existiendo también el uso residencial, como el caso de hoteles ó comercio vecinal compartido con el residencial. Esta extensión se ubica sobre la "Ciudad Vieja" en la zona central consolidada.

La actividad comercial se desarrolla sobre el polo constituido por el mercado (actividad intensiva en sus alrededores) ubicado en la Avenida Mariscal Castilla. Otro polo lo constituye la Plaza de Armas, proyectándose sobre los ejes que son la calle Bolívar y la Av. Teniente Vásquez.

Los hoteles y bancos, se encuentran ubicados cerca a la Plaza de Armas. Además existen vías comerciales de tipo vecinal, desde el mercado hacia la prolongación de la calle Piura y hacia el "Tablazo". Las áreas de uso comercial llegan a sólo 7 Has.

1.6.3. Uso cívico Comercial

Esta zona se encuentra ubicada alrededor de la Plaza de Armas, dentro de la parte central de la "Ciudad Vieja". Aquí se ubican las dependencias del Estado (Municipalidad, EMAPATUMBES, Centro Cívico), bancos estatales y privados, Hotel de Turistas, la Catedral, dependencias policiales, áreas de recreación y comercio central.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la Sub -Región están ubicadas en las afueras de la "Ciudad Vieja" descentralizando de alguna forma esta actividad.

1.6.4. Uso Institucional

Este sector está comprendido por las instituciones educativas, proyectos especiales como el del Proyecto Binacional Puyango-Tumbes, Ministerio de Agricultura, el Hospital Central de Tumbes y el de Apoyo del IPSS.

1.6.5. Uso Recreacional

Existen pocas áreas verdes destinadas a zonas de recreación dentro de la ciudad, y en los sectores marginales sus ubicaciones se encuentran completamente dispersas, abarcando una superficie de 3.3 Has.

Las actividades recreacionales son realizadas en el coliseo "Tumpis", cerca a la Panamericana en la salida de la "Ciudad Vieja", el único cine se encuentra a 100 mts. de la Plaza de Armas y un estadio en la "Ciudad Intermedia".

El parque más importante de la ciudad es la Plaza de Armas, existiendo algunos pequeños en la zona central y en Pampagrande.

En la zona Baja de la "Ciudad Vieja", la Av. Arica se comporta como área recreacional por ser área verde entre las dos calles que la componen.

En "Nuevo Tumbes" no existen áreas recreacionales.

1.6.6. Uso Industrial

El área industrial sólo llega a 2.7 Has., reflejando el escaso desarrollo que presenta esta actividad en Tumbes.

Estas áreas se ubican generalmente en la periferia, y son muy restringidas. Están comprendidas por los molinos de arroz ubicados en la "Ciudad Intermedia" y "Nuevo Tumbes".

También cabe mencionar algunas pequeñas fábricas de tuberías de desagüe en Pampagrande y talleres mecánicos distribuidos en la periferia de la ciudad.

1.6.7. Uso de Transportes y Comunicaciones

Los terminales de transporte terrestre se encuentran ubicados a lo largo de la Av. Teniente Vásquez y antes del Puente Nuevo.

Sobre las colinas a espaldas del cementerio existen áreas destinadas a las comunicaciones, donde se encuentran ubicadas las antenas de radio y televisión, dentro de la ciudad (al costado del mercado y en la "Ciudad Intermedia").

1.6.8. Uso Especial

Es la zona destinada al uso militar, debido a la condición de zona fronteriza. Estos suelos, ocupados por las Fuerzas Armadas, condicionan el desarrollo de la ciudad, pues determinan el sentido de la expansión ó la detienen, como en el caso del cuartel Coloma.

Las superficies destinadas a usos especiales, alcanzan actualmente 12 Has.

1.7. Características Meteorológicas, Hidrológicas y Clima

La ciudad de Tumbes está considerada como un pedazo de selva en el litoral peruano debido a las características hidrológicas y climatológicas, tan diferentes del resto de la costa, gozando de un sol brillante y abrazador durante todos los meses del año, lo que hace que las aguas de sus extensas playas sean tibias, también durante todo el año.

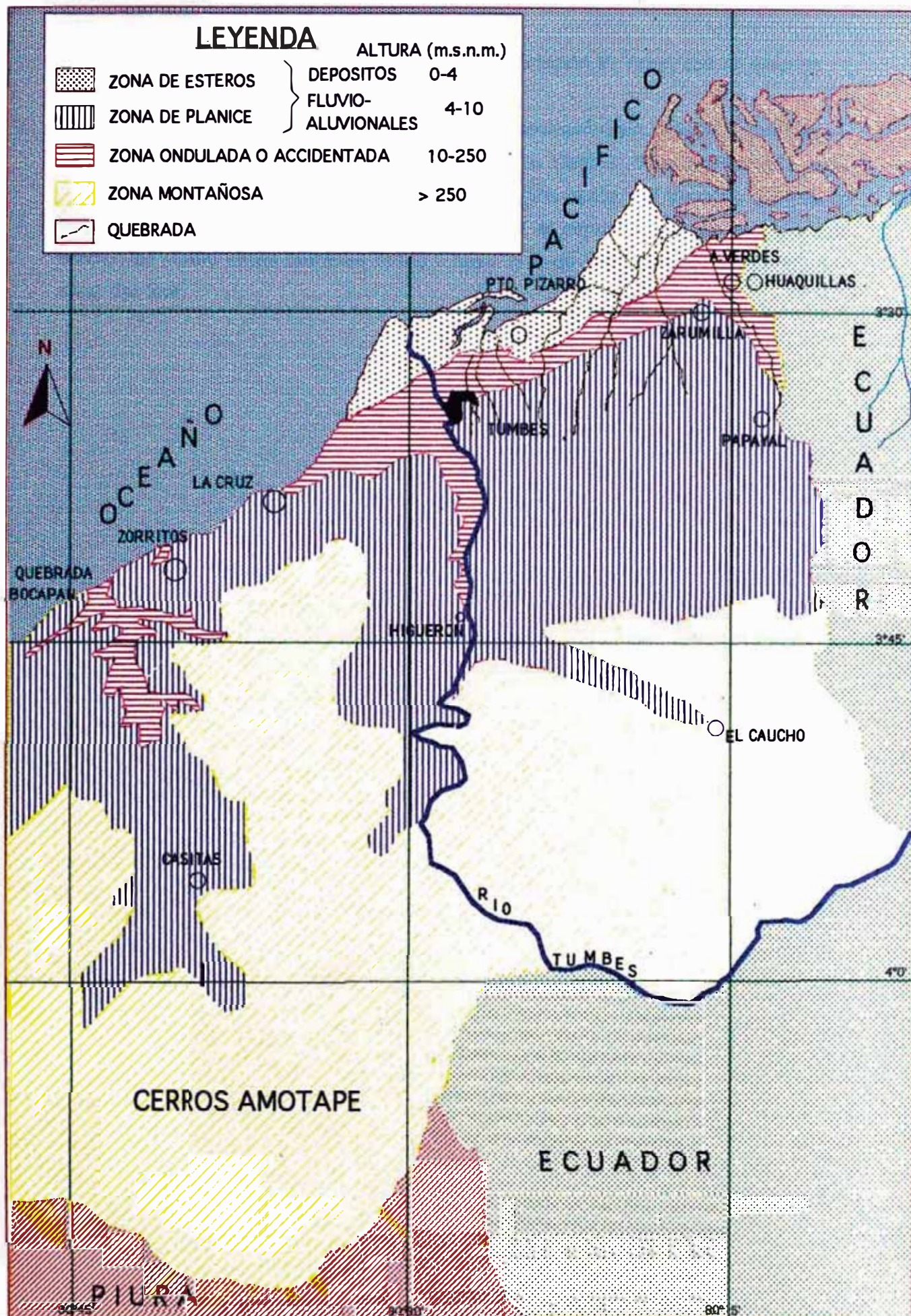
El clima de la cuenca del río Tumbes, es árido en zonas planas y monzón tropical en las áreas montañosas; generalmente influenciado por la zona de Convergencia Intertropical (CIT) y la Corriente de Humboldt.

La CIT es una continuidad entre las masas de aire tropical de los hemisferios Norte y Sur. En la vecindad de la CIT ocurre una fuerte precipitación, debido a que el aire que converge desde ambos lados de la zona, hace elevarse a las masas de aire.

Las temperaturas son moderadas a través del año, con predominio alrededor de 25°C en las llanuras y 22°C en las zonas montañosas. La evaporación anual Piché, alcanza los 1,200 mm. en la estación El Tigre.

Las precipitaciones varían grandemente con respecto al tiempo, aproximadamente el 95% de la precipitación anual ocurre durante el período Enero-Abril, siendo los meses más húmedos Febrero y Marzo. La precipitación media varía drásticamente desde los 2,600 mm. en la cuenca alta del Puyango, hasta los 200 mm. en el litoral de Tumbes a Zarumilla.

El río Tumbes es la única fuente permanente de agua superficial, con una



MAPA DE GEOMORFOLOGIA DEPARTAMENTAL-TUMBES

descarga anual de 94 m³/seg. (1963-1981) en la Estación El Tigre, con un área de cuenca controlada de 4,380 km²

El departamento de Tumbes presenta una geomorfología variada. Cuenta con 5 zonas definidas como: zona de los esteros, zona de planicie, zona accidentada, zona montañosa y quebradas; cada una de estas zonas varía desde una altura de 0 a más de 250 m.s.n.m. Como se observa en la lámina N°4 el departamento de Tumbes está dividido en cuatro zonas ubicadas desde 0 hasta más de 250 metros de altura sobre el nivel del mar.

CAPITULO II

EVALUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

CAPITULO

2

2. SISTEMA DE AGUA POTABLE

2.1. Servicios Existentes de Agua Potable

EMAPATUMBES administra los servicios de las localidades de Tumbes, Corrales, La Cruz, Zorritos, San Juan de la Virgen, Pampas de Hospital, Papayal, Puerto Pizarro, Pocitos y Aguas Verdes con un total de 19,288 conexiones domiciliarias de agua potable; de los cuales 15,890 (82.4%) se hallan en situación de activas y 3,398 (17.6%) en situación de cerradas durante el año 1993 y en Junio de 1992 la situación de la distribución de agua en Tumbes fue la mostrada en el cuadro N°2.1.1 .

Se estima que a nivel de EMAPATUMBES, existen alrededor de 2,000 conexiones clandestinas.

El servicio de agua potable en el distrito de Tumbes, es abastecido por la Planta de Tratamiento por dos pozos tubulares (para la urbanización Andrés Araujo y Lishner Tudela), y mediante piletas; además la planta abastece a Corrales, La Cruz y Zorritos.

Este sistema cuenta con un reservorio principal ("El Tablazo") que distribuye el agua a algunas zonas de la ciudad antigua y partes altas del Tablazo; mientras que lo restante de la población se abastece directamente de la planta de tratamiento.

Los otros 2 reservorios existentes, "El Recreo" sirve como reservorio flotante para la zona del barrio el Recreo y "El Hualtaco" está fuera de uso, debido a las malas condiciones físicas en que se encuentra. Cabe mencionar que además de estos reservorios existe otro llamado "Militares" de 430 m³, que es abastecido con agua de la Planta de Tratamiento; pero es de uso exclusivo de los cuarteles del Ejército.

El reservorio "El Tablazo" con una capacidad de 2,500 m³, es alimentado directamente desde la planta de tratamiento, mediante una tubería de impulsión de 16"

CUADRO N° 2.1.1

DISTRIBUCION DE AGUA DE TUMBES

PERIODO: JUNIO 1992

LOCALIDAD	NUMERO DE CONEXIONES						NUMERO DE MEDIDORES		RED DE DISTRIBU		NO REPA- RADAS		CLORO RESIDUAL		VOLUMEN (M) ³		
	ACTIVAS		INACTIVAS		INST.PER												
	CONEX. DOMIC.	PILET. PUB.	CONEX. DOMIC.	PILET. PUB	CONEX. DOMIC	PILET. PUB.	OPERATI	INOPE- RATIV	INST. PERIO	CAPA. INST.	INST. PERL.	EN RED	EN CONEX	PRO PUN INI	PROM. PUNT. FINAL	MEDID	FACTURADO
TUMBES	8710	14	796				3046					18		1.5	0.5	94	240,000
CORRALES	1146	10	601			30						1		2.0	0.8		27,000
ZARUMILLA	1511	7	339			18								1.2	0.8		35,000
ZORRITOS	719	21	827									1		2.0	0.4		27,000
S.J.VIRGEN	424		25									2		1.0	0.4		9,000
P.DE HOSPIT.	505	13	97									3		1.0	0.5		11,000
PAPAYAL	282		18											1.0	0.5		6,000
SAN JACINTO	378		22		8									1.0	0.5		8,000
PTO.PIZARR			194														----
POCITOS	31		6											1.0	0.8		1,000
A.VERDES	682	5	84		3									1.2	0.4		18,000
TOTALES	14388	70	3014		59		3046					25				94	377,000

FUENTE: INFORMACION TECNICA SISTEMA OPERACIONAL EMAPATUMBES

de diámetro.

Las zonas altas de la ciudad como la zona de "El Tablazo" ubicadas en la cota 33 m.s.n.m, a pesar de contar con conexiones domiciliarias, sufren por deficiente abastecimiento; ya que la presión del agua no es suficiente para llegar hasta éstas para prestar el servicio necesario. Sólo cuando el reservorio alcanza una altura mínima de 2.50 m esta zona es abastecida por espacio de dos horas diarias aproximadamente.

Para el abastecimiento de agua potable, la población de "Nuevo Tumbes" cuenta sistemas independientes de la Planta de Tratamiento, utilizando el agua subterránea mediante pozos profundos, que almacenan el agua en dos reservorios: un reservorio apoyado de 550 m³, para la Urbanización Andrés Araujo y el reservorio elevado de 1,000 m³ de capacidad de reciente construcción, para la urbanización Lishner Tudela.

En el esquema E-1 se puede observar el estado actual del Sistema de Agua Potable de la ciudad de Tumbes.

A pesar de todo, muchos pueblos jóvenes del distrito no cuentan con servicio de agua potable, y tienen que ser abastecidos por camiones cisternas del ejército, que llevan el agua desde la planta de tratamiento.

En el primer trimestre de 1992, en el distrito de Tumbes se ejecutaron 36 conexiones domiciliarias de agua potable, y habiendo en existencia 9,689 conexiones hacen un total de 9,725 conexiones domiciliarias. Por lo tanto la población servida a Marzo de 1992, es de 58,350 habitantes entre la ciudad antigua y "Nuevo Tumbes" y hasta Diciembre de 1993 la cobertura de Agua Potable es de 67%.

El número de conexiones domiciliarias actuales en el distrito de Tumbes es de 10,625. El consumo de agua se controla mediante medidores, existiendo un total de 2,498 medidores instalados de los cuales sólo 946 están operativos. El sistema de cobros de este servicio se hace a través de siete tarifas diferentes: Social 15, Doméstico 20, Comercial 50, comercial 30, Industrial 100, Estatal 50 y Estatal 100.

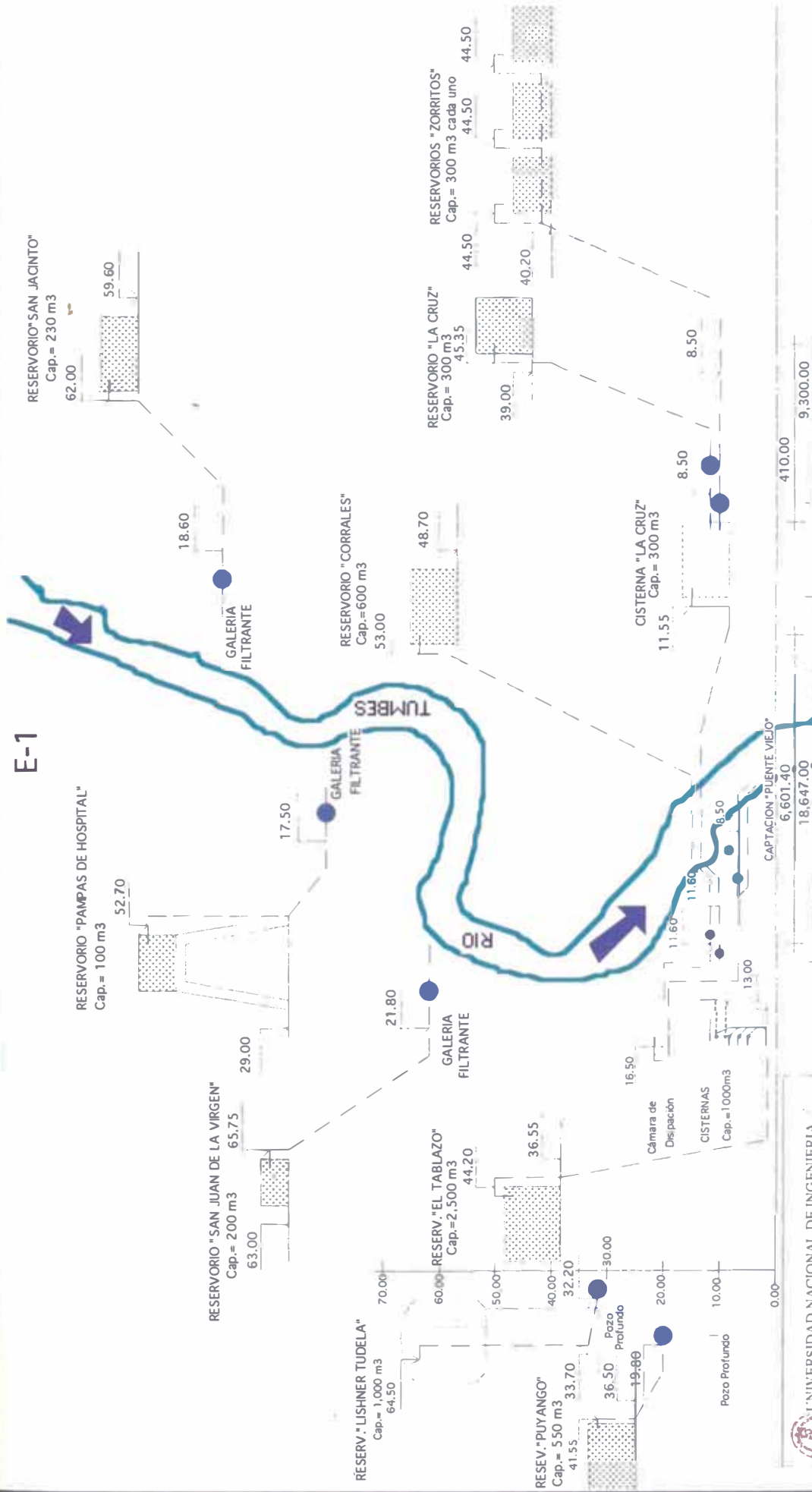
El siguiente cuadro N° 2.1.2 nos da a conocer como se encontraba el consumo de agua por categorías durante el año 1991.

La tarifa social corresponde a usuarios domésticos, cuyos servicios son tendidos mediante piletas públicas, a los concejos provinciales de Tumbes, Contralmirante Villar y Zarumilla, por uso en los mercados, centros de abastos, parques y jardines.

2.2. Estado de las Instalaciones.

Puede decirse en líneas generales que el estado actual de las instalaciones de agua potable y debido a ello se viene brindando un agua de muy mala calidad y el abastecimiento no se realiza en forma continua. Se necesita de una buena política de la Empresa para mejorar los servicios al usuario, aunque se están realizando una serie

E-1



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
CISMID - DPMD

TESIS : VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES DE LOS ESQUEMA:
SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANT. DE TUMBES

1

PLANO ESTADO ACTUAL SISTEMA
AGUA POTABLE TUMBES

TESISTA :
BACH OLINDA MARTINEZ M

ASESOR :
Ing CESAR MANZUR

FECHA
NOV 1994

CUADRO N° 2.1.2

CONSUMO DE AGUA CONTABILIZADA M3/MES POR CATEGORIAS

(AÑO 1991)

MES	DOMESTICO	COMERCIAL 50	INDUSTRIAL	COMERCIAL 30	SOCIAL	TOTAL
ENERO	155,878	61,693	13,550	14,848		245,967
FEBRERO	157,135	62,932	13,850	25,441		249,358
MARZO	159,580	61,635	12,950	15,518		249,683
ABRIL	161,449	60,862	12,950	15,437		250,698
MAYO	160,986	61,082	12,950	15,914		250,032
JUNIO	161,123	59,203	12,850	16,093		249,269
JULIO	162,036	59,680	5,000	16,517	180	243,413
AGOSTO	163,100	68,466	5,300	16,842	300	254,008
SEPTIEMBRE	162,268	62,097	2,000	16,822	1,640	247,227
OCTUBRE	164,172	61,170	5,000	16,456	1,640	248,438
NOVIEMBRE	162,425	57,641	5,200	15,995	3,304	244,565
DICIEMBRE	162,758	57,835	4,700	15,985	3,484	244,762
TOTAL ANUAL	1932,910	734,296	106,300	191,866	10,548	
PROM.MENSU	161,075.83	61,191.33	8,858.3	15,988.83	1,758	

FUENTE: GERENCIA OPERACIONAL EMAPATUMBES

de obras de rehabilitación del sistema en todas las ciudades del departamento que a corto plazo mejorarán el servicio a nivel departamental.

A continuación se detalla el estado en que se encuentran cada uno de los componentes de este sistema.

2.2.1. Captación

La fuente de agua es el río Tumbes, cuya característica es la alta turbidez, llegando hasta las 1,330 Unidades Jackson en los meses de Enero a Mayo.

La captación del agua superficial del río Tumbes, es común a las tres plantas de tratamiento de agua de Tumbes. Se capta por medio de electrobombas, que entregan su caudal mediante una tubería de 20" de diámetro y 600 m. de longitud aproximada, a una cámara rompe presión y distribuye el agua cruda captada de la siguiente forma: a la Planta Nueva 250 l.p.s y a la Planta Antigua que comprende la Planta Pulsator y Convencional 70 l.p.s. aproximadamente. Para mayor detalle ver el esquema E-2 del sistema de captación de agua potable de Tumbes, de como está formado este sistema, equipos tuberías y accesorios en la caseta. Estas plantas atienden el servicio de Corrales, Caleta La Cruz y Zorritos.

Antes de la ocurrencia de las grandes lluvias del año 1992, se contaba con dos estaciones para la captación del agua cruda para la planta de tratamiento, una era para la planta antigua y la otra para la planta nueva. La captación correspondiente a la planta antigua, ubicada cerca del canal aductor, actualmente no se encuentra operativa, debido a que el cauce del río después de las mencionadas lluvias se alejó, dejando aislado este sistema de captación, quedando abandonadas las dos estaciones de bombeo de agua cruda de la Planta Antigua, en una estación funcionaban 2 electrobombas que abastecían al sistema de La Cruz y Corrales y en la otra una electrobomba para la planta nueva.

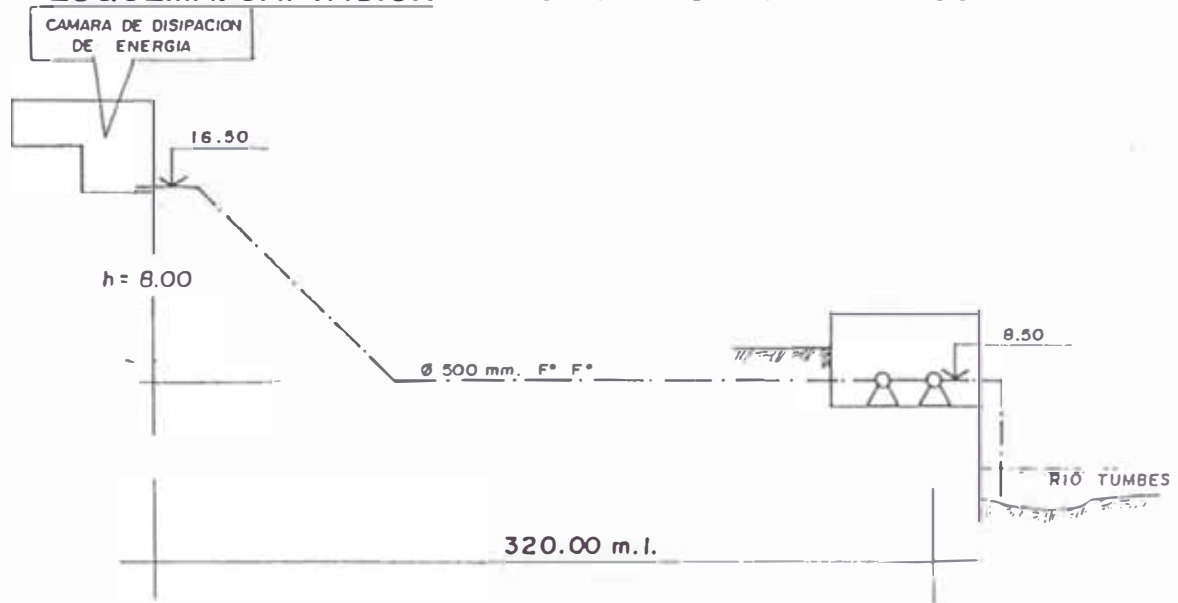
La captación del Puente Viejo se encuentra ubicada en la margen derecha del río Tumbes, frente a lo que fue el puente antiguo. Esta estación tiene dos niveles: en el primer nivel se encuentran 2 electrobombas de captación para ambas plantas, de eje horizontal de 150 Hp, 1,760 R.P.M. marca Delcrosa que capta 230 l.p.s. El agua cruda es llevada hasta las unidades de tratamiento mediante una tubería de impulsión $\varnothing$ 24" de fierro, que es impulsada por el motor de una bomba de eje horizontal.

En el segundo nivel se encuentra el tablero eléctrico y un generador eléctrico en muy buen estado.

En esta estación se presenta un serio problema, debido a las variaciones del caudal del río, pues las tuberías de succión de agua cruda son de fierro, por lo tanto no se pueden dirigir a diferentes profundidades, cada vez que baja el caudal se tiene que agregar un anillo de fierro para que la bomba no succione aire y se malogre el equipo de bombeo. La tubería de succión debe estar a un nivel mínimo de 1.48 m. y siendo el nivel

E-2

ESQUEMA: CAPTACION EN RIO TUMBES "PUENTE VIEJO"

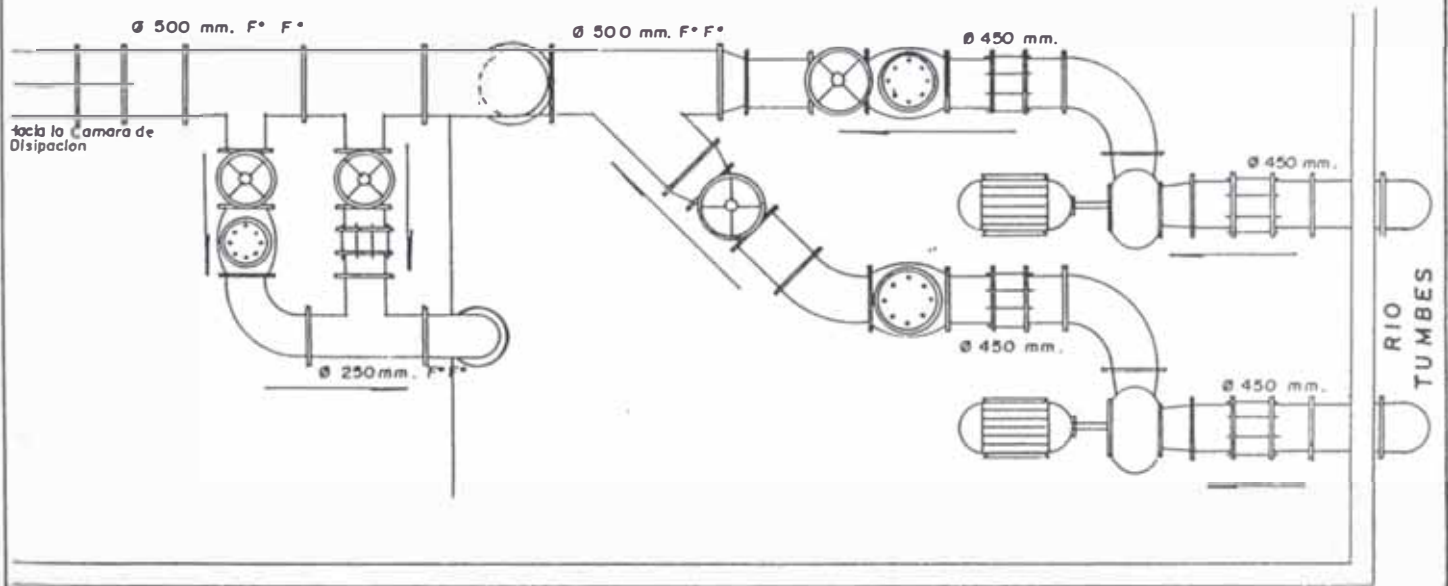


EQUIPOS

MOTOR		BOMBA	
H P	V	Q lts./seg.	A.D.T. m.
1- 150		230	27
1- 150		230	27

TUBERIA Y ACCESORIOS EN CASETA

TUBERIA		VALVULAS			CONTROL	
MATERIAL	Ø mm.	Compuer.	Check	Alivio	Medidor	Manome.
Fierro Fundido		4	3	1	—	1



máximo normal 5.70 m.(en el río).

2.2.2. Planta de Tratamiento

La planta de tratamiento está construida sobre un terreno que vá desde la cota 8 m. (captación) hasta la cota 18 m. y cuenta con unidades para el tratamiento de agua potable y estaciones de captación y de bombeo de agua tratada, para llevarla directamente a la red o al reservorio de almacenamiento; también cuenta con cisternas de almacenamiento dentro de la planta y estaciones de control de las unidades de tratamiento. Está conformada por dos plantas de tratamiento: la Planta Antigua y la Planta Nueva. Ver esquema E- 3.

La Planta de Tratamiento existente tiene una capacidad total de 320 lps., actualmente da servicio a Tumbes, Corrales, La Cruz y Zorritos. Anteriormente también abastecía a Puerto Pizarro.

La planta cuenta con dos estaciones de captación una para la planta antigua y otra para la Planta Nueva y también para la ampliación.

La captación de la Planta Antigua, hasta 1993 contaba con dos estaciones de bombeo. Una de ellas fue abandonada debido a que el río se había retirado y el canal aductor quedó completamente obstruido. La otra estación que llevaba el agua cruda a la Planta Antigua, estaba operativa hasta fines de 1993. su estado era bastante aceptable, sólo faltaba reparar una válvula de salida que tenía una pequeña fuga de agua, los controles eléctricos necesitaban mantenimiento. El equipo de bombeo se encuentra en perfectas condiciones. Esta estación actualmente (1994) está inoperativa, requiriéndose su rehabilitación..

La Planta Nueva cuenta con una estación de bombeo ubicada cerca a lo que fue el puente viejo a orillas del río Tumbes, en la margen derecha de este. Desde aquí se realiza la captación del agua cruda para toda la planta de tratamiento y también se ha instalando otra bomba y su motor para captar agua para la ampliación.

La Planta Antigua fue construida en 1945 y puesta en funcionamiento en 1946; la misma que hasta la fecha sigue funcionando abasteciendo a la localidad de Corrales, La Cruz y Zorritos, encontrándose en estos momentos en disminución de su rendimiento. Está formada por un floculador hidráulico, 3 sedimentadores estáticos, un decantador pulsator, 2 baterías de filtros de arena convencionales y aquazur; la capacidad de la planta antigua es de 60 lps.

Esta planta tiene deficiencias en la operación y mantenimiento de sus unidades, la caseta de cloración es sumamente pequeña e incómoda para su operación, no cuenta con puerta.

Esta planta cuenta con dosificadores de cal y sulfato, en la actualidad se encuentra operativo el dosificador de sulfato de alúmina y el de cal.

La dosificación de reactivos químicos presenta deficiencias por la forma en que se hace la mezcla rápida antes del floculador.

Las otras unidades que presentan deficiencias son los filtros, los cuales al efectuarse el lavado (agua y aire) pierden medio filtrante no siendo repuesto este; además de que el agua que ingresa a los filtros es sumamente turbia obligando a estos a trabajar sobrecargados.

El agua proveniente de la filtración va a almacenarse en dos cisternas de 280 m³ cada una ; pero antes el agua es clorada. La calidad del agua que proviene de esta planta deja mucho que desear pues el agua muestra aún turbiedad. En el cuadro N° 2.2.2.1 vemos el resultado del análisis del agua tratada de la planta de Tratamiento Nueva analizada diariamente.

La Planta Nueva, que viene funcionando desde 1980, ha sido ampliada y consta de 2 unidades de pre-sedimentación, una cámara de mezcla tipo mecánico accionado por paletas, 2 floculadores hidráulicos, 2 sedimentadores y 8 unidades de filtración rápida de medio filtrante mixto. La capacidad de esta planta es de 250 lps.

Con respecto al estado de las instalaciones de la planta, se puede decir que las estructuras de las unidades de tratamiento no muestran daños físicos debido a lo reciente de su construcción. El problema aquí es que en la planta nueva no se cumple con cubrir la capacidad para la que fue diseñada, por presentarse un represamiento debido al deficiente sistema de entradas y salidas que afecta el funcionamiento normal del conjunto: pre-sedimentadores, mezclador, floculadores, decantadores y filtros.

Esta situación se ha visto agravada en época de lluvias por el elevado consumo de sulfato de alúmina que es utilizado para preservar al filtro de la alta turbidez.

Para solucionar este problema se han realizado obras de mejoramiento, que permiten al sistema quedar preparado para la ampliación de las unidades existentes.

En esta Planta se observaba a simple vista el mal funcionamiento de la unidad de mezcla, ya que en la época de lluvias aquí se realizaba la mezcla de coagulantes, en forma manual pues el mezclador mecánico se encontraba fuera de servicio.

Las obras de mejoramiento que se han efectuado son: La caja de ingreso incluye 2 vertederos de medición para fines de distribución de agua cruda de la planta antigua (70 lps) y a la planta nueva (320 lps con la ampliación).

En los pre-sedimentadores se ha construido un nuevo canal de ingreso además de modificarse las 2 entradas existentes por 12 aberturas de 0.40 m x 0.40 m. El muro perimetral ha sido elevado en 0.60 m. Se ha construido una nueva pantalla reductora de velocidad y tres canales interiores para recolección de agua sedimentada, y el ensanchamiento del canal de salida hacia la cámara de mezcla.

En la cámara de mezcla (Ver fotografía N°1) se efectúa la reducción del volumen efectivo a fin de obtener una gradiente de 1,500 seg⁻¹. Elevación del muro perimetral y adecuación de la tubería de desagüe al nuevo fondo del tanque de mezcla.

CUADRO N° 2.2.2.1

ANALISIS FISICO QUIMICO BACTERIOLOGICO

DETERMINACIONES	PLANTA DE TRATAMIENTO	OPS / OMS
SABOR	INOBJETABLE	INOBJETABLE
OLOR	INOBJETABLE	INOBJETABLE
COLOR	2 - 5	5
TURBIEDAD NTU	4 - 9	10
T°C	25 - 27	-
PH	7.4 - 7.7	6 - 9.5
ALCALINIDAD TOTAL PPM	36 - 70	250 - 400
DUREZA TOTAL PPM	68 - 85	100 - 500
DUREZA CALCICA PPM	54 - 72	75 - 200
DUREZA MAGNESICA PPM	10 - 18	-
CLORUROS PPM	12 - 28	200 - 600
ACIDEZ TOTAL PPM	3 - 8	-
CO ₂ LIBRE PPM	3 - 6	-
FERRO PPM	0.020 - 0.085	-
CLORO RESIDUAL PPM	1.3 - 2.0	-
SULFATOS PPM	- - -	200 - 400

FUENTE: LABORATORIO CENTRAL EMAPATUMBES

CUADRO N° 2.2.2.2

CARACTERISTICAS DEL FLOCULADOR

COMPARTIMENTO	TIEMPO DE RETENCION	GRADIENTE
N°1	7.6 minutos	59.4 seg-1
N°2	7.8 minutos	42.9 seg-1
N°3	7.9 minutos	29.3 seg-1

FUENTE: Memoria Descriptiva Ampliación Planta de Tratamiento de Tumbes.

Los floculadores mecánicos, han sido transformados a hidráulicos con pantallas de flujo vertical, obra que incluye la construcción de 2 paredes longitudinales interiores para colocación de las tres hileras de tabiques de madera que conforman el floculador, siendo sus características las que se muestran en el cuadro N° 2.2.2.2.

Cada una de las unidades que componen las plantas serán descritas en la parte correspondiente a unidades de tratamiento, con mayor detalle.

Las pantallas son de madera Pino Oregón estructurales, a excepción de aquellas que por razones estructurales son de concreto armado.

El canal de ingreso ha sido ensanchado y las aberturas de ingreso modificadas cambiando su ubicación. El muro perimetral será elevado en 0.30 m.

Los dosificadores de sulfato y cal existentes son del tipo volumétrico con una capacidad nominal de 100 lbs\hora, por ello se está instalando otros dos equipos de características similares a las existentes, que servirán para cuando esté completa la ampliación. Estas unidades han sido instaladas adyacentes a los equipos existentes.

Además se adecuó la tubería de salida de $\varnothing$ 2" de los dosificadores hacia el tanque de mezcla, de tal modo que su recorrido es directo, a fin de obtenerse una óptima dosificación.

En los decantadores de placas, se ha construido una caja de salida; nivelación de las canaletas de salida, y la construcción de una nueva canaleta.

En los filtros rápidos se ha profundizado el canal de desagüe, lo que implica bajar la tubería de $\varnothing$ 16" de salida, así como la construcción de un nuevo buzón de inspección. Retiro de todo el equipo de lavado superficial, sistema que nunca pudo entrar en funcionamiento por falta de personal especializado.

2.2.3. Salas de Distribución de Agua Potable de la Planta de Tratamiento

La distribución del agua potable se realiza mediante dos salas de distribución: una para distribuir el agua tratada proveniente de la Planta Nueva y la otra para llevar el agua proveniente de la Planta Antigua para impulsarla hacia los sistemas de Corrales, La Cruz y Zorritos.

En la Planta de Tratamiento Antigua de la ciudad de Tumbes se produce un caudal de 70 l.p.s., el cual se almacena inicialmente en dos cisternas de 280 m³ cada una, ubicado en la planta y mediante tres equipos de bombeo ubicados en la sala de distribución.

Para La Cruz se bombea un caudal de 48 l.p.s., a través de una línea de impulsión de $\varnothing$ 8" la cual tiene una longitud de 18,647 metros, llegando a la cisterna de La Cruz un caudal de 12 l.p.s., ya que en su recorrido las poblaciones aledañas como: Pueblo Nuevo, Miramar, San Isidro, Pampa de la Gallina, Los Cedros, etc. han efectuado

empalmes a esta línea, de la cual obtienen un promedio de 36 l.p.s. para su abastecimiento de agua potable, este trayecto se muestra esquemáticamente en el esquema E-4.

La fuente de abastecimiento actual del servicio público de agua potable de la localidad de La Cruz, es el agua superficial, la cual es bombeada por medio de un equipo de bombeo de la Planta Antigua hasta una cisterna de 300 m³ de capacidad ubicada en la localidad de La Cruz, realizándose el proceso de tratamiento en la Planta Antigua de Tumbes

El sistema La Cruz Zorritos cuenta con dos equipos de bombeo ubicados en la Planta de Tratamiento Antigua de Tumbes, desde donde se bombea el agua para la cisterna de La Cruz, desde aquí se impulsa agua hacia el reservorio de la Cruz de 300 m³, y mediante un equipo de bombeo se hace llegar hasta los tres reservorios apoyados de 300 m³ cada uno, ubicados en la localidad de Zorritos.

Para Corrales se cuenta con un equipo de bombeo, el cual bombea un caudal de 34 l.p.s. a través de una línea de impulsión de 10" la cual tiene una longitud de 7,172 metros, este caudal es llevado hasta el reservorio apoyado de Corrales de 600 m³ de capacidad y 31 l.p.s.

La población de Corrales cuenta con un abastecimiento de agua potable de 4 horas en forma diaria y con una presión de servicio de 100 lb/pulg². Las localidades que son abastecidas por este sistema son: Cabeza de vaca, Tablazo, Realengal, Malval, Nueva Esperanza y Buena Vista.

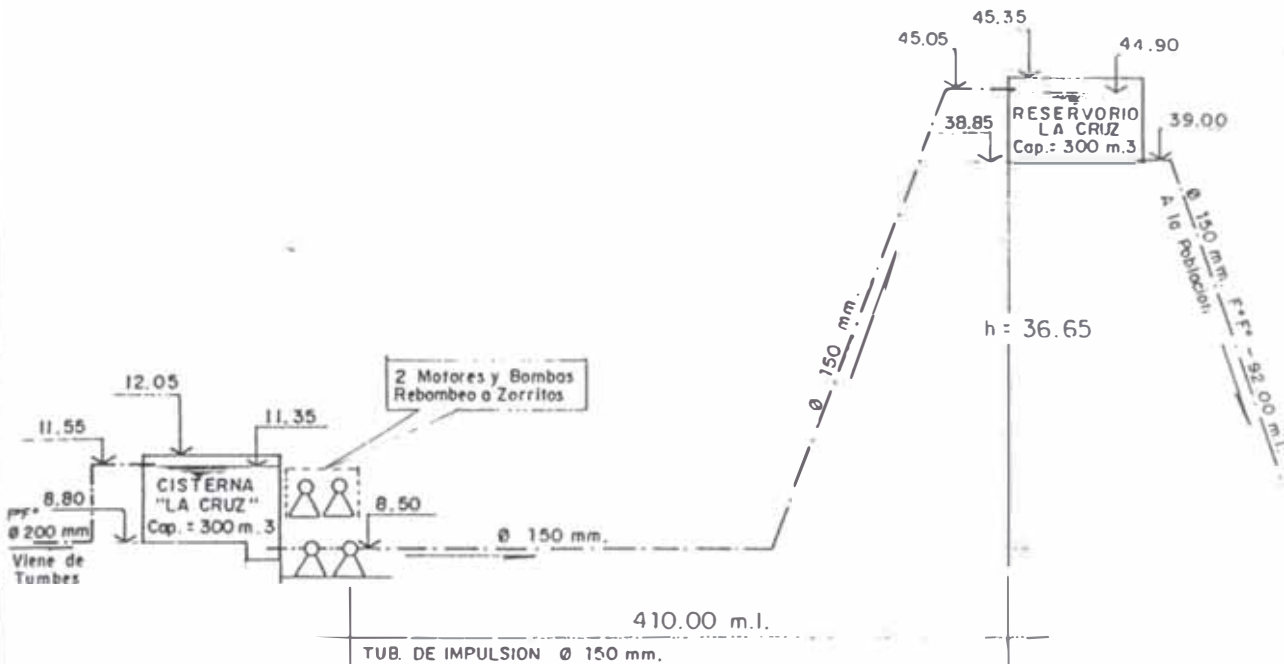
Una de las válvulas que viene de la línea de impulsión de La Cruz necesita cambio de empaquetadura para evitar la fuga de agua.

El agua tratada es conducida hacia Corrales por medio de una tubería de 8" que va paralela al malecón Benavides y la que va hacia La Cruz (todo este sistema, con sus respectivos equipos, tuberías y accesorios en caseta, cisterna y reservorio se pueden apreciar en el esquema E-5) y Zorritos (para visualizar el funcionamiento de este sistema ver esquema E-6) y es de ø10" de 7,172 metros de tubería también va paralela al río.

La sala de distribución de agua potable para Tumbes, produce un caudal de 250 l.p.s, la cual se almacena inicialmente en dos cisternas de 1,000 m³ cada una, ubicado en la planta, mediante 5 equipos de bombeo ubicados en la sala de distribución al costado de las cisternas, se bombea un caudal de 220 l.p.s a través de una línea de impulsión de ø 16" hacia el reservorio apoyado "El Tablazo", desde donde se distribuye a la población. Cuenta con 5 equipos de bombeo, los cuales serán descritos en el acápite equipos de bombeo.

Para el año 1990, la producción de agua potable en el departamento de Tumbes es la que aparece en el cuadro N°2.2.3.1, en cada uno de los distritos y provincias de Tumbes, además del volumen captado en cada uno de los sistemas y los consumos reales

E-5
ESQUEMA: LOCALIDAD LA CRUZ



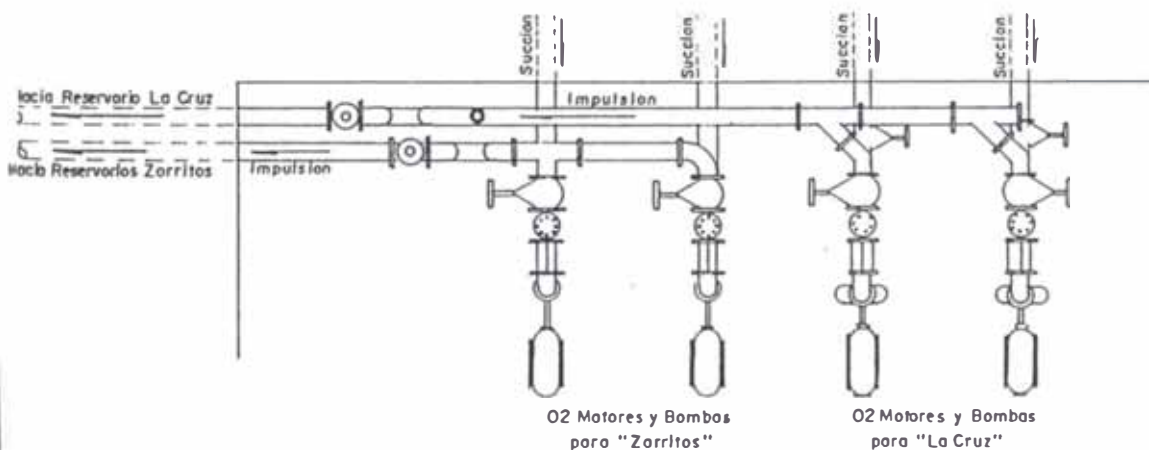
EQUIPOS

MOTOR		BOMBA	
H P	V	Q lts. / seg.	A.D.T. m.
(2) 30	2 20	28	45

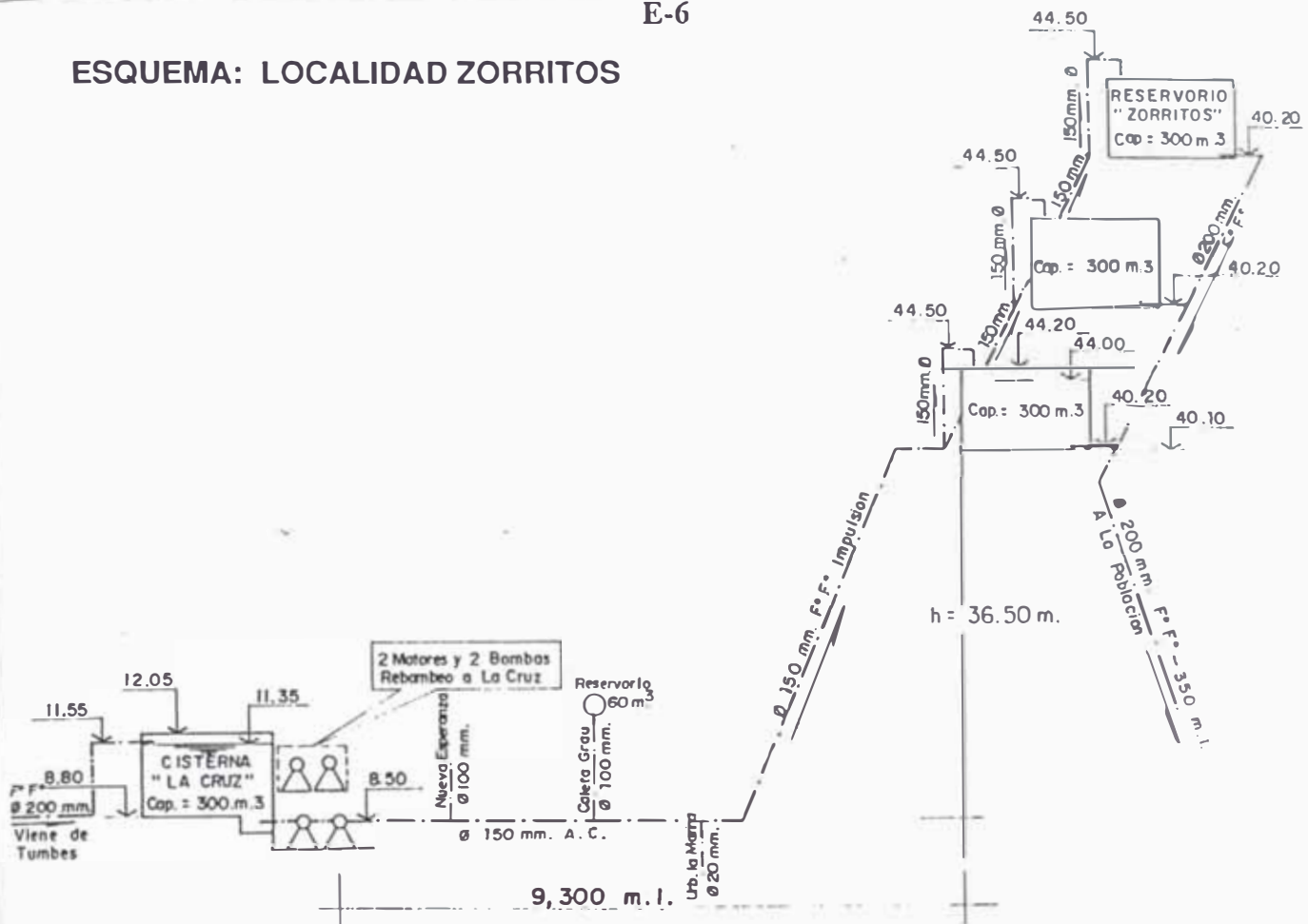
TUBERIA Y ACCESORIOS EN CASETA

TUBERIA		VALVULAS			CONTROL	
MATERIAL	Ø mm.	Compuer.	Check	Allivio	Medidor	Manome.
Fierro Fundido	Succ.-200mm Imp.-150 mm.	5	2	—	1 Mologrado	1 Bueno

CISTERNA "LA CRUZ"



ESQUEMA: LOCALIDAD ZORRITOS

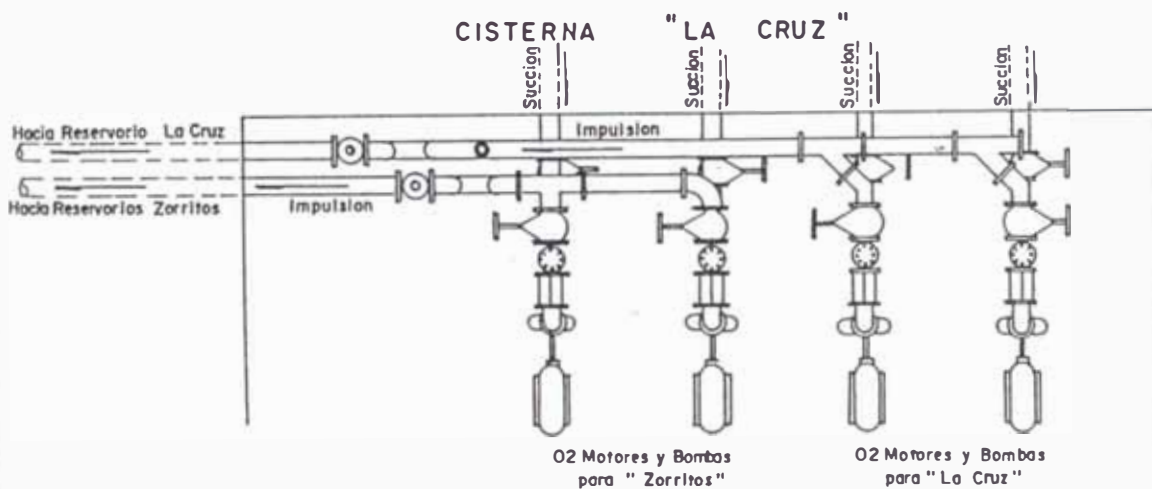


EQUIPOS

MOTOR		BOMBA	
H P	V	Q lts. / seg.	A. D. T. m.
(2) 48	2 20	20	58

TUBERIA Y ACCESORIOS EN CASETA

TUBERIA		VALVULAS			CONTROL	
MATERIAL	Ø mm.	Compuer.	Check	Alivio	Medidor	Manome.
Hierro Fundido	Succ.- 200 mm. Imp.- 150 mm.	5	2	1	1	1



CUADRO N° 2.2.3.1

PRODUCCION DE AGUA POTABLE DEL DEPARTAMENTO DE TUMBES

PERIODO: DICIEMBRE DE 1990

CONSUMOS REALES															
LOCALIDAD	TIPO UNIDAD DE	NOMB UNIDAD DE	VOLUMEN REAL (MIL)		HORAS TRABAJADA	PRODUCTOS QUIMICOS					ENERGIA				
			PRODUCCIO	CAPTADADO		PRODUCIIDO	SULFATO DE ALUMINIO	CAL	CLORO		OTRO	ELECTRICA	PETR.(GAL)	OTRO	
									GAS	HIPOCLORIT					
TUMBES	P.T	ANTIGU	105063	104945	539.59			215.2					18783		
TUMBES		NUEVA	286551		541.51			206.6	69				28175		
TOTAL PLANTAS T			391614					421.8	69				46958		
ZARUMILLA	P.TUB	A.ARAU	14601.7	14601.7	255.5								5718		
ZARUMILLA	P.TUB	Nº2													
TOTAL PARCIAL	P.TUB	Nº3													
POZOS TUBULARES	P.ANIL	14601.7	14601.7										5718		
PAPAYAL		Nº1													
TOTAL PARCIAL															
POZOS ANILLA	GALER	Nº1	22902.9	22902.9	353.44								9492		
SJ DE LA VIRGE															
PAMPAS DE HOS	GALER	Nº1	20088	20088	310								6937.8		
SAN JACINTO	GALER	Nº1	12700.8	12700.8	196								5263.8		
POCITOS	GALER	Nº1													
TOTAL PARCIAL			6569.7	55691.7									21693.6		
GALERIAS			461907.4	461599.7				421.8	69				74369.6		
TOTAL GENERAL															

FUENTE: Gerencia : Sistema Operacional

Sub Gerencia: Operacional EMAPATUMBES

de productos químicos utilizados y energía.

2.2.4. Cisternas de Almacenamiento en la Planta de Tratamiento

Para almacenar el agua tratada se cuenta con cuatro cisternas, 2 de ellas ubicadas en la planta antigua y con 280 m³ de capacidad para Corrales, La Cruz y Zorritos y las otras 2 de 1,000 m³ de capacidad que sirven para almacenar el agua que será distribuida a la población de Tumbes en forma directa y para almacenarla en el reservorio de 2,500 m³ y abastecer a las partes altas de la ciudad.

El estado en que éstas se encuentran es aceptable. Una de las cisternas de 1,000 m³ correspondiente a la planta nueva, carece de tapa sanitaria para evitar el ingreso de agua de lluvia cuando ocurren las precipitaciones pluviales, pues esta se encuentra a nivel del suelo.

La cisterna para la ampliación, se encuentra ubicada contigua a la caseta de distribución de la planta nueva; ya se encuentra en funcionamiento, su capacidad es de 1,000 m³ y ha sido construida teniendo en cuenta que en esta zona llueve en grandes cantidades y estas pueden hacer su ingreso a este.

En el esquema E-7 se aprecia la estación de bombeo y cisternas de almacenamiento de la Planta Nueva de Tumbes con sus respectivos equipos, que servirán para llevar el agua tratada para la población de Tumbes y hacia el reservorio "El tablazo" mediante una tubería de ø 16" de diámetro.

2.2.5. Floculadores

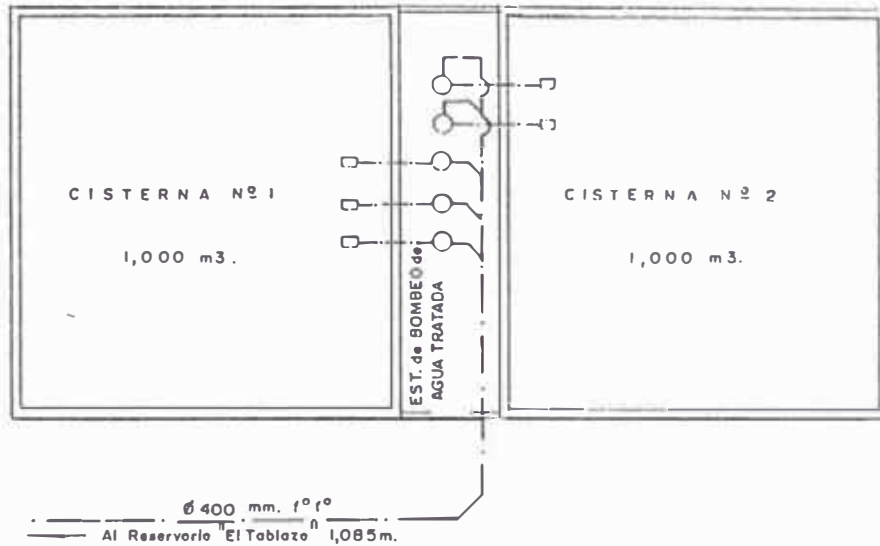
En la Planta Antigua existe un solo floculador del tipo hidráulico (Este aparece en el esquema E-8 donde aparecen además 2 cámaras de mezcla y vertedero, donde se produce el salto hidráulico para la mezcla de coagulantes.) cuya operación y mantenimiento son deficientes, no funcionando adecuadamente, dado que los reactivos químicos (cal y sulfato de alúmina) no caen en el lugar adecuado para producir la mezcla correcta, necesitando un mayor tiempo para la formación de los micro-flóculos y flocs posteriormente.

Este floculador está conformado por canales, en donde por disminución de velocidad se producen los flocs. Al ingreso de este floculador, a la altura del vertedero, se produce la mezcla rápida en un trayecto muy corto, cuyo tiempo de recorrido es de aproximadamente 10 segundos para tal efecto.

El estado de este floculador es de deterioro, observándose a simple vista la rotura de las pantallas debido al tiempo de servicio. En la Planta Nueva los Floculadores (Ver fotografía N°2) son unidades de flujo vertical y están acondicionadas en dos

E-7

ESQUEMA: ESTACION DE BOMBEO Y CISTERNAS DE ALMACENAMIENTO PLANTA NUEVA DE TUMBES

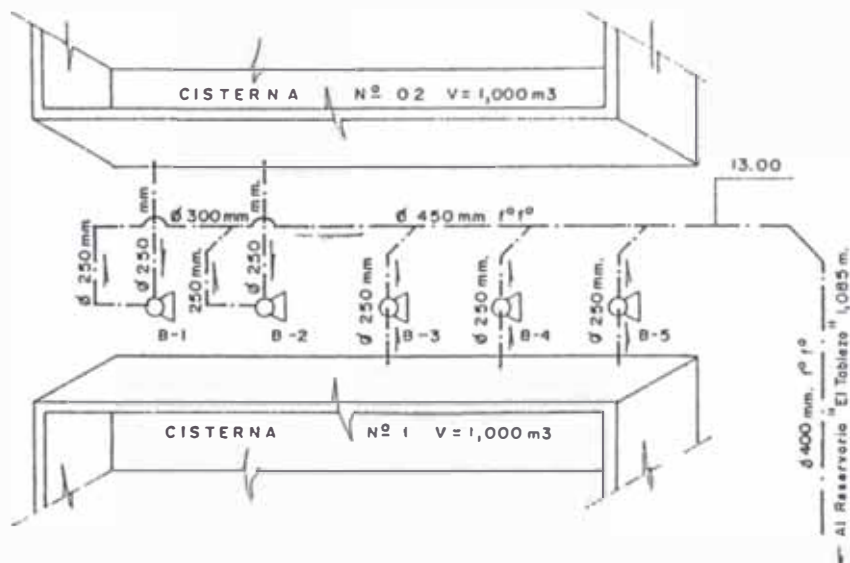


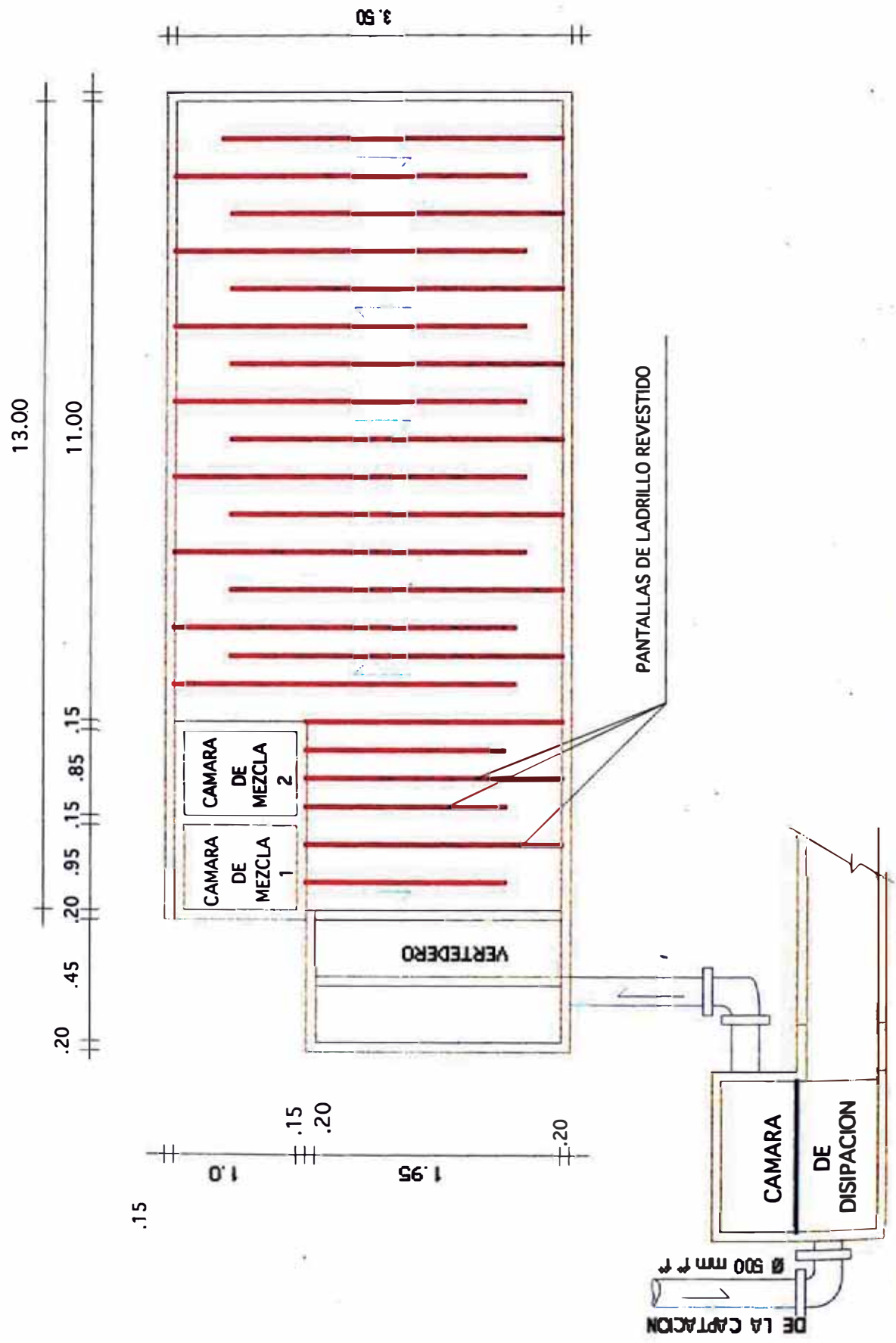
EQUIPOS

MOTOR		BOMBA	
H P	V	Q lts /seg.	A.D.T. m.
(2) 90	440	80 - 80	50
(3) 100	460	50-50-60	

TUBERIA Y ACCESORIOS EN CASETA

TUBERIA		VALVULAS			CONTROL	
MATERIAL	Ø mm.	Compuert	Check.	Alivio	Medidor	Monomet.
Hierro Fundido	200	10	5	1	1	4





secciones de 4 floculadores cada una, en el primer tramo tiene 8 pantallas de concreto, 9 pantallas (Bufflers) de madera y completando este tramo 16 pantallas de madera de las mismas dimensiones que las 9 anteriores, pero de menor altura.

El tramo 2 tiene 7 pantallas de concreto y 7 de madera, a ello se agregan 14 pantallas de madera más pequeñas, el tramo 3 tiene 4 pantallas de concreto, 7 pantallas de madera grandes y 7 pantallas de madera chicas. En esta sección se completa la formación de flocs llegando a sedimentar. Su funcionamiento actual es eficiente.

Anteriormente los floculadores eran del tipo mecánico, y su funcionamiento ha sido defectuoso por ello se ha cambiado al sistema hidráulico. Ver esquema E-9 donde se ha esquematizado para mayor detalle los floculadores de la Planta nueva, además un corte de este.

2.2.6. Decantadores

La Planta Antigua cuenta con un Decantador Pulsator (Ver fotografía N°3), y en estas unidades se recibe parte del agua sedimentada para ser nuevamente tratada, en caso de alta turbidez. El agua llega desde el centro de la unidad a una campana y por medio de una canaleta de eternit, se distribuye uniformemente en la superficie inferior al floc decantado, llegando luego a los concentradores de fangos, de los que son evacuados por medio de válvulas de purga automáticas.

En estas zonas inferiores se forma el lecho de fango de altura definida, evitándose que los lodos se suspendan. Esta unidad no funciona eficientemente y origina un menor recorrido de filtros; por lo que se hace un gasto adicional para el lavado de los filtros. Esta unidad actualmente solo cumple funciones de depósito. La tasa de decantación de esta unidad es de $20 \text{ M}^3/\text{M}^2/\text{Día}$, día de 18 horas.

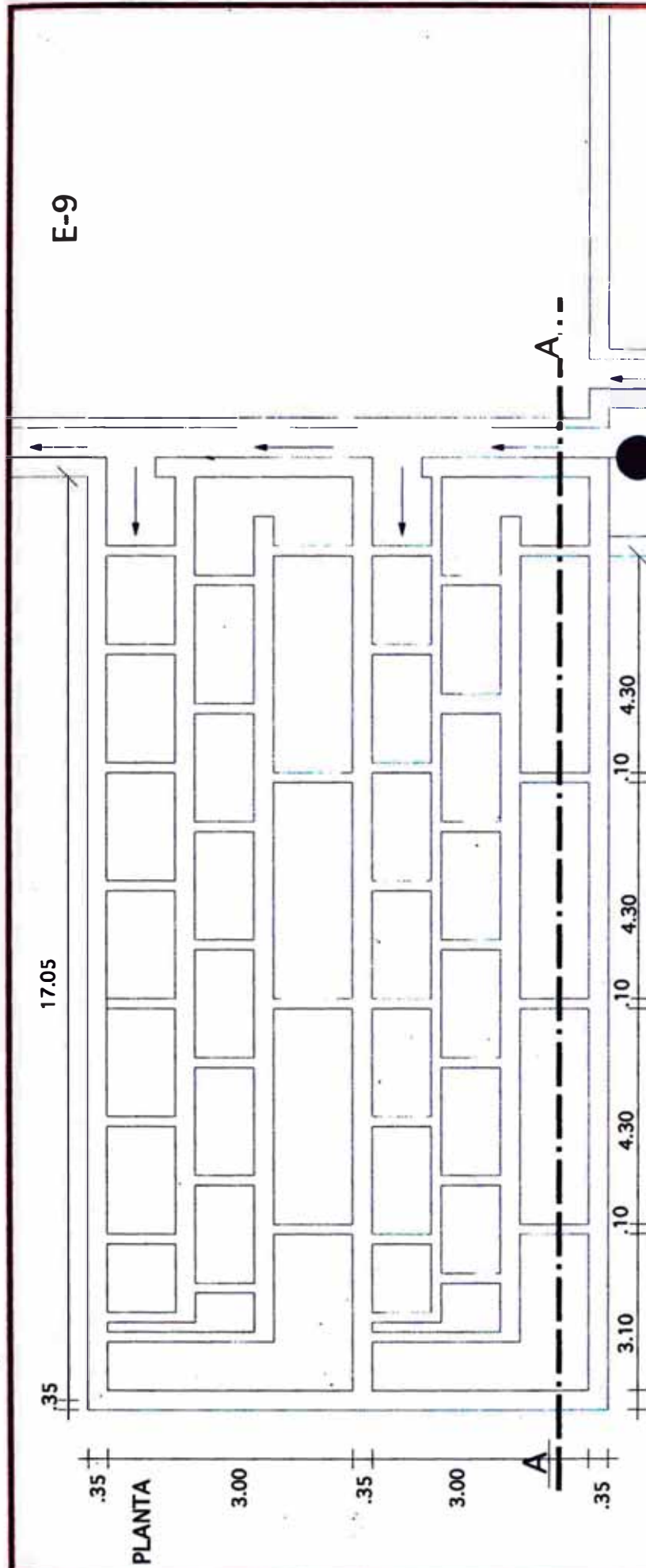
La eficiencia de estas unidades es baja debido a las condiciones en que trabajan.

2.2.7. Sedimentadores

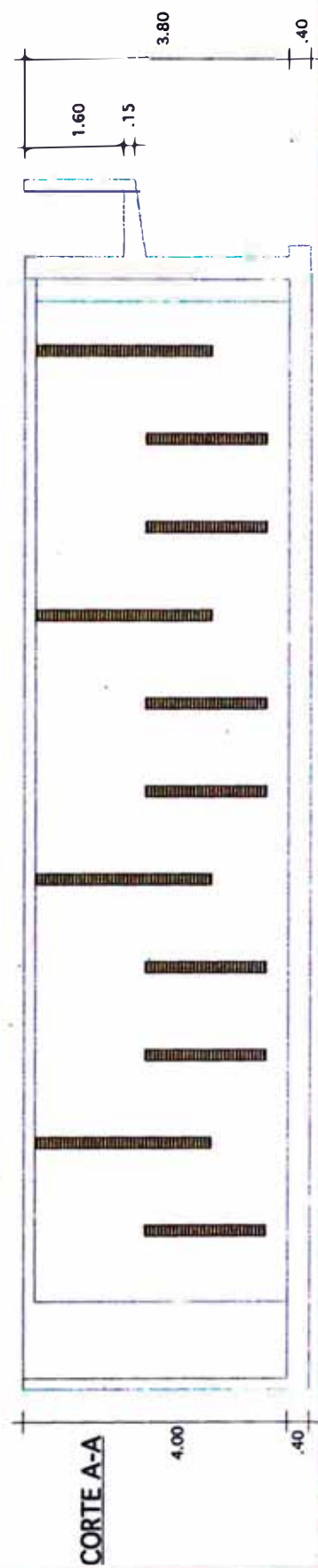
A la Planta Nueva (Ver fotografía N°4), el agua llega de la cámara rompe presión y distribución a un canal que por compuertas reguladas, dá pase al agua a los dos pre-sedimentadores (En el esquema E-10 vemos como el agua cruda que viene de la captación Puente Viejo, por medio de una tubería de fierro de 500 mm llega a la cámara de disipación para luego mediante 12 compuertas ubicadas en un canal de distribución, llevar el agua a los 2 pre-sedimentadores por medio de 6 compuertas cada uno) de iguales características, con pantallas de retención de flujo, en donde se depositan las arenas y flocs pesados y el agua pre-sedimentada, cuenta con sus respectivas válvulas de purga.

La carga estimada es de $30 \text{ M}^3/\text{M}^2/\text{Día}$. Estas unidades están preparadas con

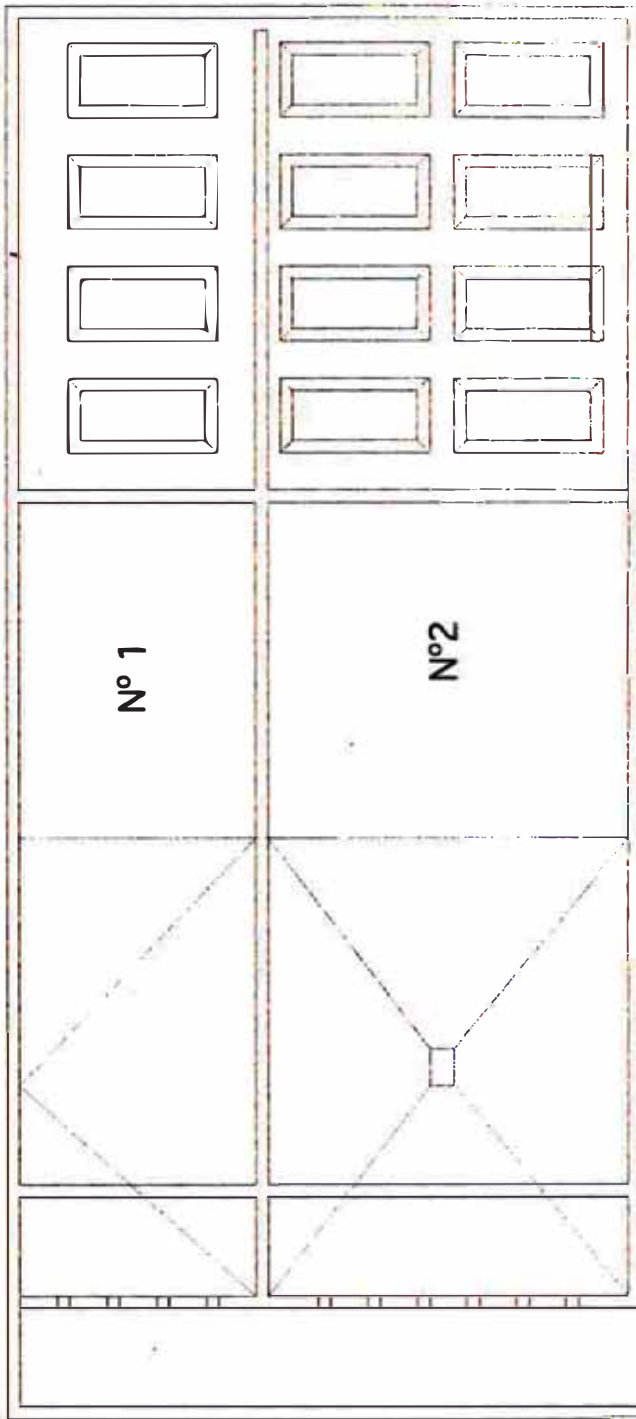
17.05



ESQUEMA: FLOCULADORES PLANTA NUEVA



E-10



fondo de retención, mamparas y canaletas de recolección. Su funcionamiento es eficiente.

Además cuenta con 4 sedimentadores (Ver fotografía N°5), que están implementados con pantallas que permiten la sedimentación vertical. El agua sedimentada es recolectada mediante tuberías de $\varnothing$ 8", aparte de los canales o artesas de recolección de que están implementados. Están divididos en 2 partes de 2 sedimentadores cada uno.

El agua sedimentada, se recolecta mediante un canal que va a una tubería de $\varnothing$ 20" y 50 metros de largo para la primera y 60 metros para la segunda, las que hacen la conducción del agua sedimentada hacia los filtros. Estos sedimentadores se pueden ver en detalle en el esquema E-11; además de que se ha realizado un corte de estos para visualizar mejor estas unidades.

La eliminación de los lodos, se hace mediante purgas de fondo y válvulas de compuerta. La carga estimada de estas unidades es de $1 \text{ M}^3/\text{M}^2/\text{Día}$ y su sistema de recolección está formado por canaletas y tuberías reforzadas de $\varnothing$ 6" de A.C.

El ingreso del agua a estas unidades, se realiza con la finalidad que al inicio de la unidad se queden todas las arenas que trae el agua cruda, quedando las arenas en la mitad de la unidad y en la otra mitad quedan los lodos, disminuyendo la turbiedad del agua aproximadamente hasta 480 unidades de turbiedad, y de allí esta agua sedimentada pasará al sistema de dosificación, que se hace por medio del sistema de tolvas.

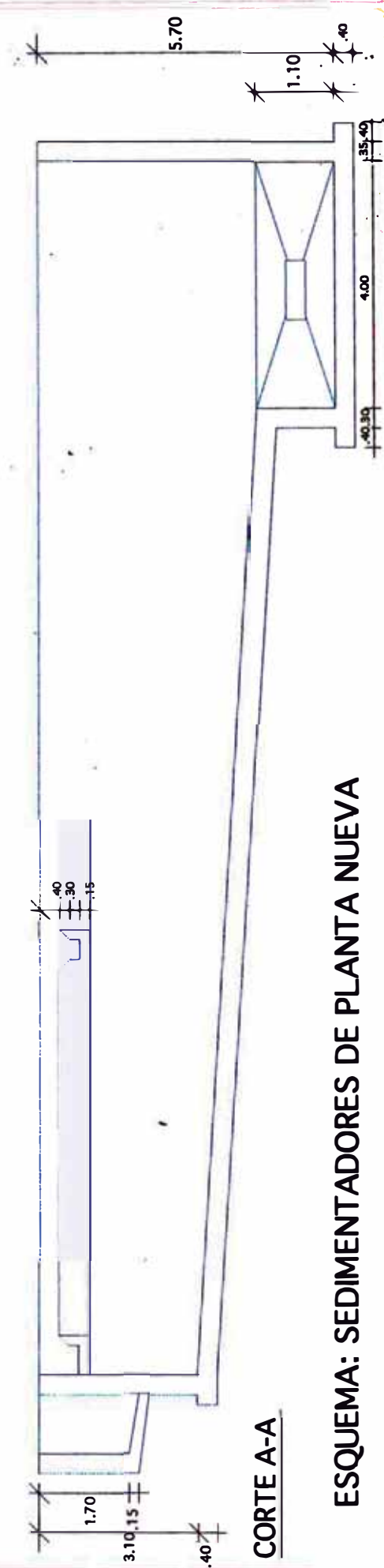
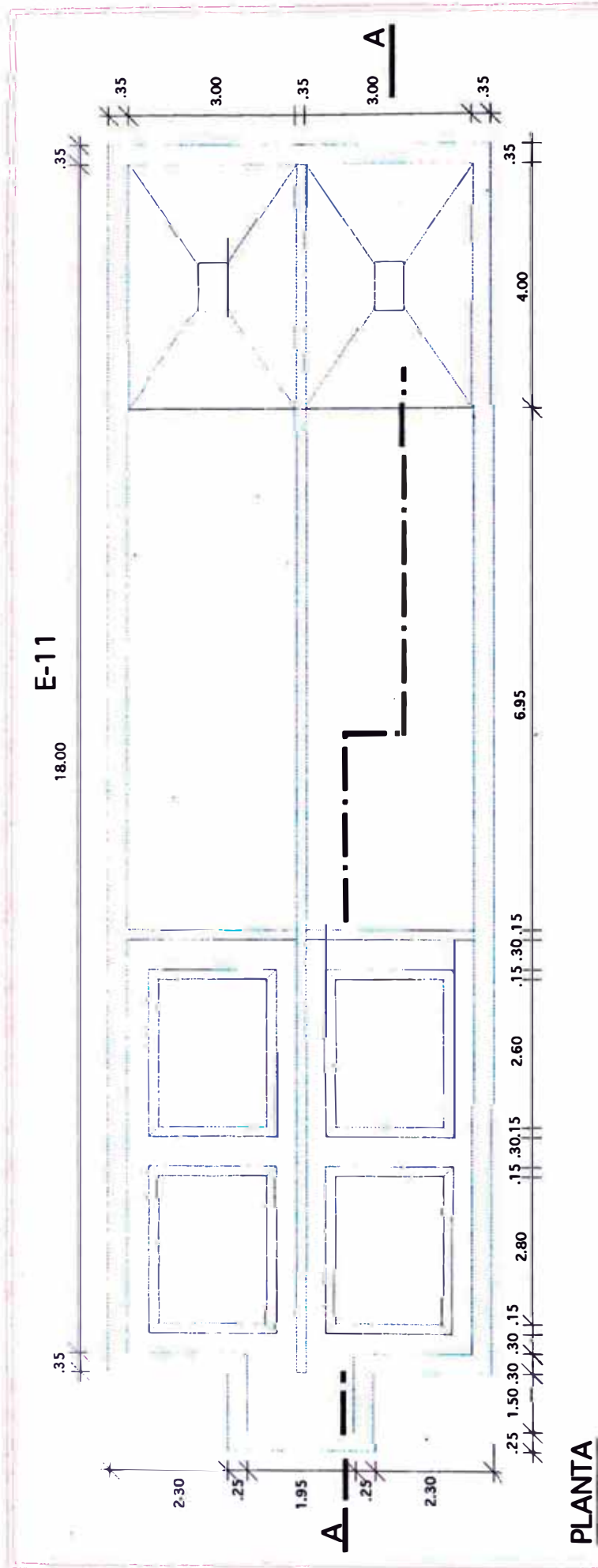
La Planta Antigua tiene 2 sedimentadores (Ver Esquema E-12), cuya finalidad es la retención del floc que en su trayecto arrastra las partículas en suspensión. Los lodos se purgan mediante válvulas manuales de desagüe, se encuentran funcionando; pero su estado de mantenimiento no es muy bueno, cada sedimentador cuenta con dos válvulas de control del canal de ingreso del agua, de los cuales una de ellas se encuentra malograda.

El sedimentador N° 2 tiene malograda la válvula de entrada de agua; y la válvula de desagüe del sedimentador N°1 está atorada. La tasa de sedimentación de la Planta Convencional es de $14 \text{ M}^3/\text{M}^2/\text{Día}$, día de 18 horas.

El control de sedimentación se efectúa midiendo al ingreso la turbidez en unidades Jackson y su salida en UNT. La estimación de su eficiencia es de 50%.

2.2.8. Filtros.

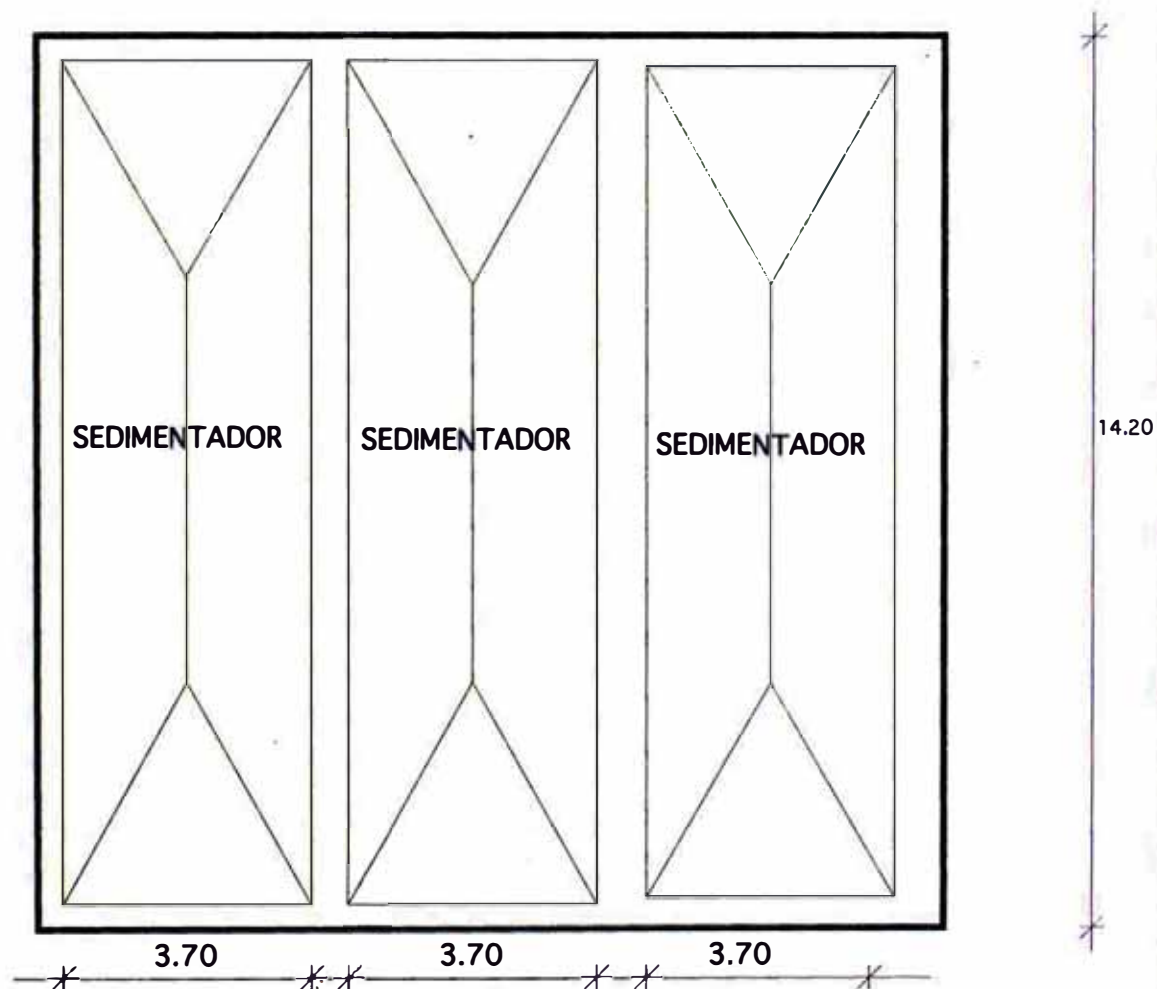
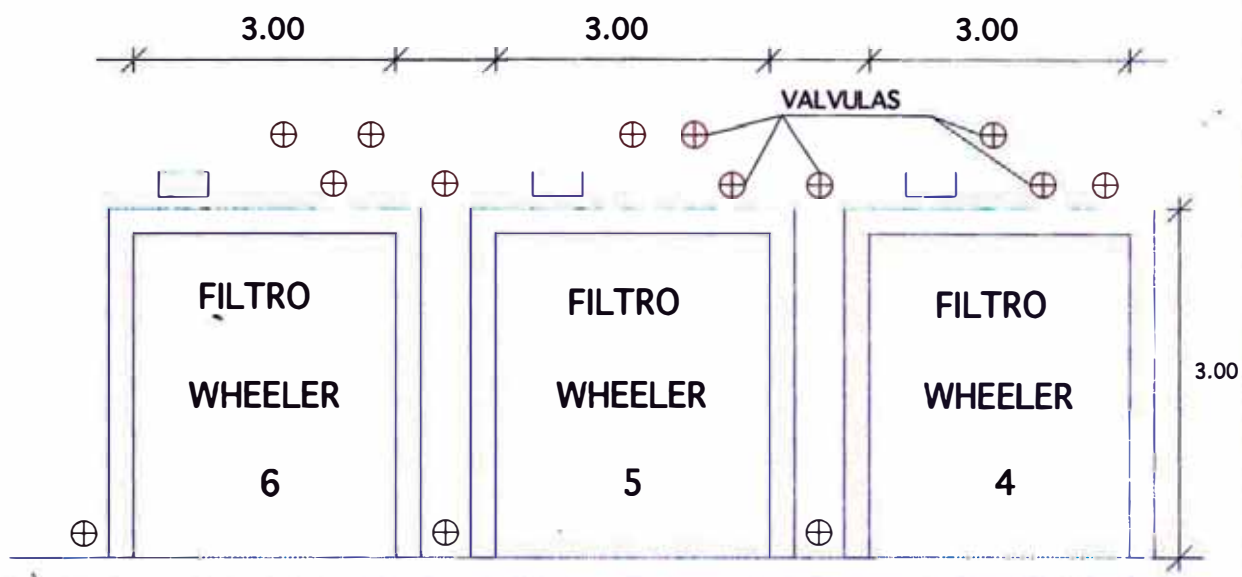
En la Planta Antigua existen 2 baterías de 3 filtros cada una; 3 filtros Aquazur y 3 filtros Wheeler debido a que el agua a ser filtrada proviene del decantador Pulsator y sedimentadores, la planta antigua ha sido dividida en Planta Convencional y Planta Pulsator. Los 3 filtros convencionales o Wheeler filtran el agua que viene de los sedimentadores; y 3 filtros Aquazur quienes van a filtrar el agua del decantador



ESQUEMA: SEDIMENTADORES DE PLANTA NUEVA

E-12

ESQUEMA: SEDIMENTADORES Y FILTROS PLANTA CONVENCIONAL



Pulsator.

En el esquema E-13 se aprecia en forma detallada como el agua que proviene de los Decantadores Pulsator, pasa a las canaletas de recolección, y de allí a través de 3 compuertas a los filtros Aquazur que tienen una capacidad de 29 m^3 de agua filtrada por hora, y su lecho filtrante está formado por arena de diámetro equivalente a la malla N°20 de la serie TILLER.

El lavado se efectúa mediante retrolavado, con agua y aire a presión por las boquillas completando con el lavado superficial. La tasa de filtración de estos filtros es de $43 \text{ M}^3/\text{M}^2/\text{Día}$.

La eficiencia es baja y el volumen tratado es insuficiente para atender a las localidades de Corrales, La Cruz y Zorritos.

Actualmente se mantiene el mismo nivel de agua sobre sedimentador y filtro (este sedimenta y filtra).

Su estado actual es de fuerte deterioro, por disminución del espesor del lecho filtrante a través del tiempo de servicio, al que hay que agregar el deterioro de las válvulas.

La otra batería consta de 3 filtros (convencionales), cuya característica es su fondo Wheeler, presentando deterioro por pérdida de lecho filtrante y rotura de las toberas de fondo. Estos filtros son lavados con agua y aire a presión o retrolavado. La tasa de filtración es de $96 \text{ M}^3/\text{M}^2/\text{Día}$

Estas unidades trabajan sobrecargadas de turbiedad, y además se observa que el lecho filtrante durante el lavado de estos filtros se pierde debido a la velocidad de salida del aire. Como este lecho no es repuesto, se deduce que estas unidades están sometidas a una alta turbiedad y la eficiencia de filtración es menor debido a que la capa fina es menor que la de diseño.

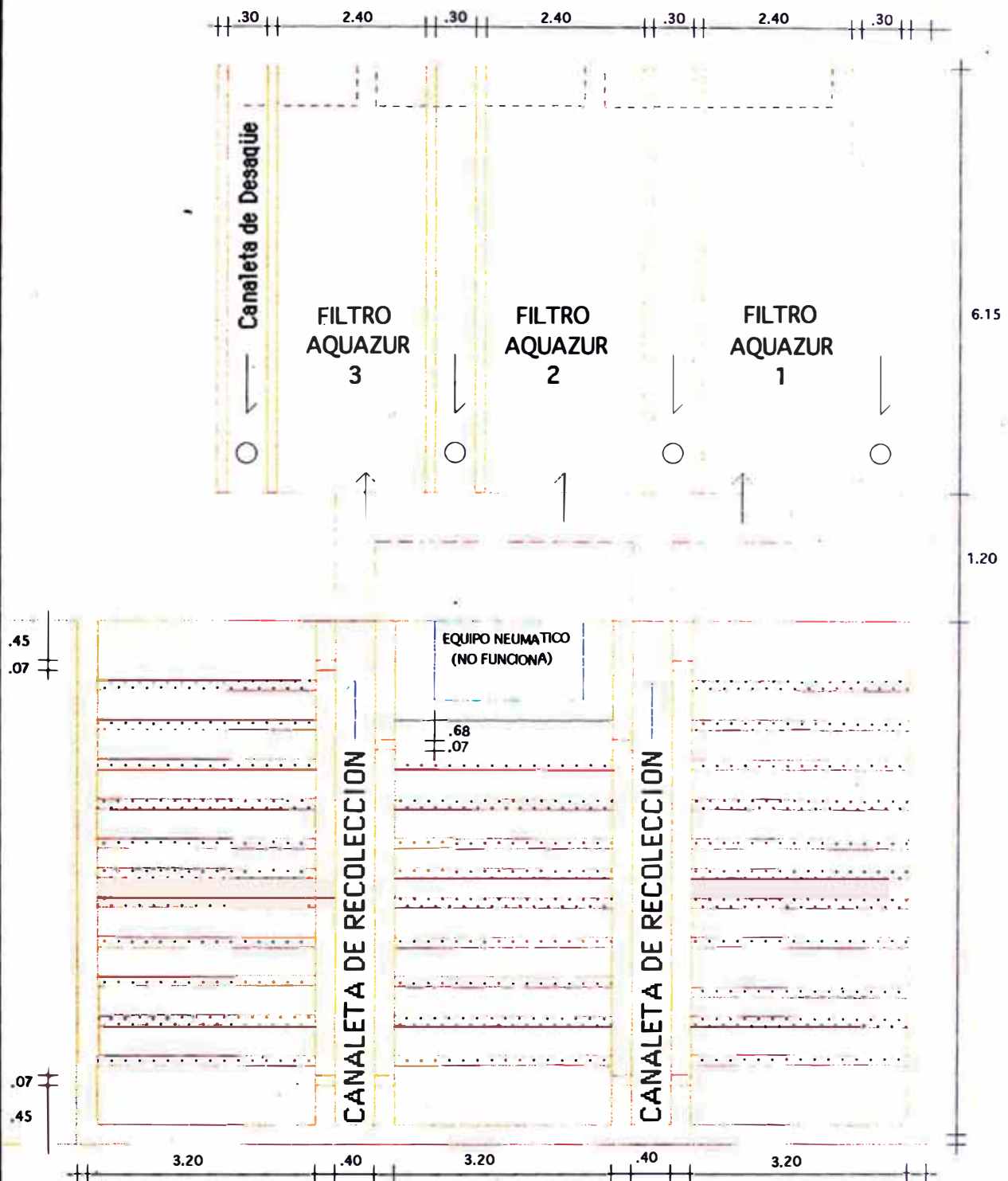
En la Planta Nueva, para el filtrado del agua procedente de los sedimentadores se dispone de 8 filtros con su lecho de sustentación de grava y filtración de arena. Los 8 filtros son de las mismas características cuyas tasas de filtración son de $180 \text{ M}^3/\text{M}^2/\text{día}$. Cuatro existentes y cuatro que fueron ampliados y que actualmente se encuentran en operación.

Cuatro de ellos, los N°s: 7,8,9 y 10, disponen de fondo Wheeler y los 4 restantes N°s: 11, 12, 13 y 14 tienen un fondo de viguetas prefabricadas.

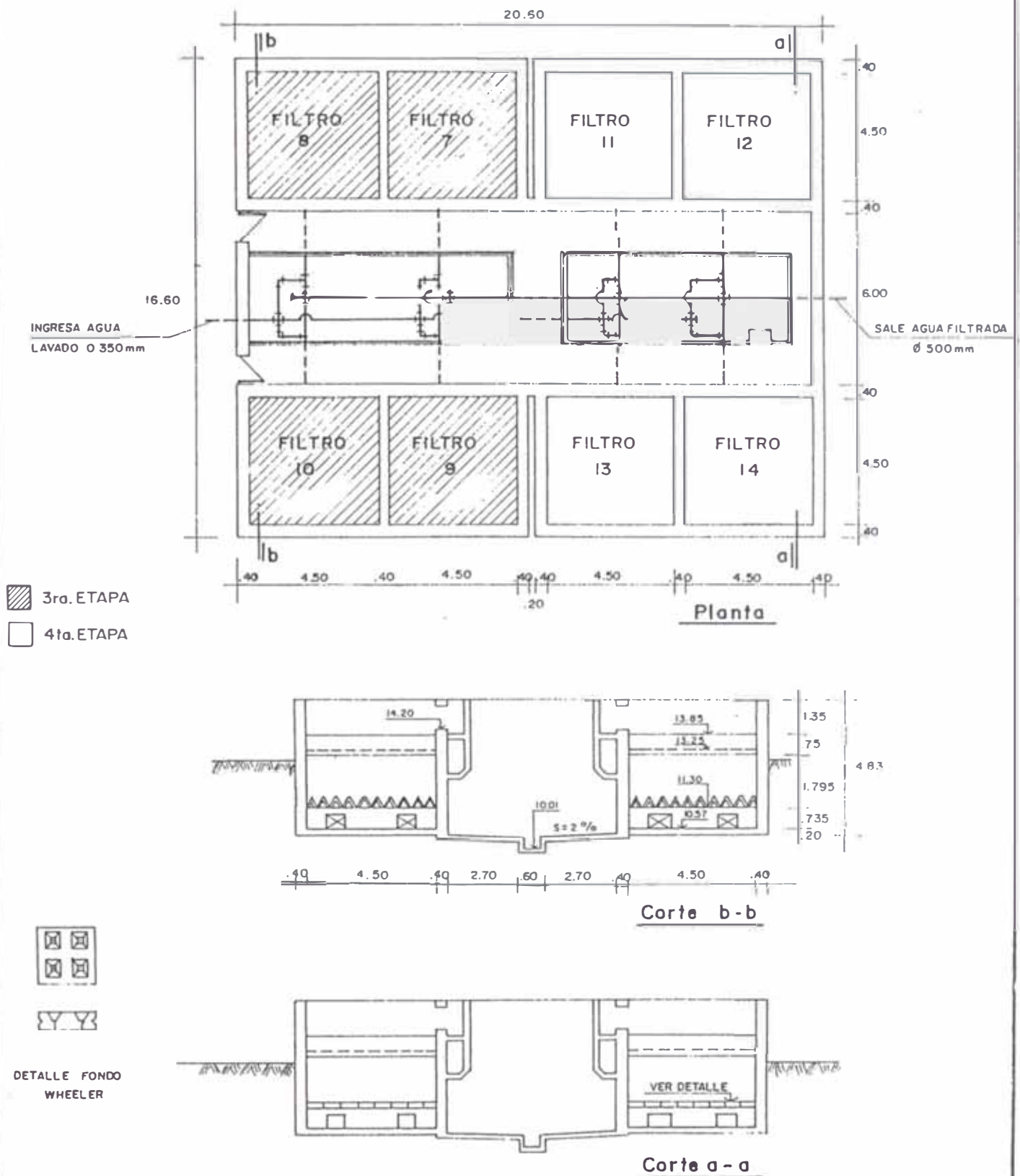
Las tasas de filtración de los filtros N°s: 11, 12 y 13 son las siguientes: $240.0 \text{ M}^3/\text{M}^2/\text{día}$, $249.3 \text{ M}^3/\text{M}^2/\text{día}$ y $261.0 \text{ M}^3/\text{M}^2/\text{día}$. Habiéndose efectuado la prueba en el filtro N°8 que representa a las unidades con fuga puntual a nivel de agua sedimentada y a filtrar, se ha obtenido una tasa de $204.36 \text{ M}^3/\text{M}^2/\text{día}$. En el esquema E-14 se aprecian los filtros de la Planta Nueva y Antigua (filtros Wheeler) o convencional en planta y su respectivo corte para apreciar los detalles de estas unidades de tratamiento.

E-13

ESQUEMA : PLANTA PULSATOR



E-14 ESQUEMA: FILTROS PLANTA ANTIGUA Y NUEVA



En los filtros existentes se ha modificado el fondo del canal de evacuación de agua de lavado de los filtros de la cota 14.10 m. a 12.50 m., el vertedero de ingreso a los filtros de la cota 14.50 m. a 14.20 m. y la canaleta de recolección de agua de lavado de 13.70 m. a 13.85 m.

El ingreso de agua de lavado de los filtros se efectúa por medio de una tubería de $\varnothing 14"$, y cuenta con un medidor controlador de gasto de agua de lavado; además cuenta con una bomba de $3\frac{1}{4}$ HP de potencia, tipo sumergible para drenaje eventual de la galería. La pendiente del fondo de drenaje es de 2%.

En la cota 14.20 m. se encuentra ubicado un vertedero de ingreso a los filtros. El agua sedimentada ingresa a un buzón de $\varnothing 20"$ y de allí por una tubería de $\varnothing 10"$ se dirige hacia los filtros donde a la salida de estos por medio de una tubería de $\varnothing 1"$ se realiza la cloración del agua filtrada, la que sale por una tubería de $\varnothing 20"$ para depositarse en la cisterna de 1,000 m³ existente.

El agua ingresa a estos filtros por medio de cuatro válvulas de ingreso. Los filtros cuentan con una tubería de desagüe de $\varnothing 16"$.

Cada filtro cuenta con su respectiva canaleta de recolección de agua de lavado.

El lavado de los mismos se efectúa con agua a presión. El agua filtrada pasa a través de una tubería de recolección de $\varnothing 20"$, para luego conducirse a las 2 cisternas de 1,000 m³ de capacidad cada una, por medio de un empalme en la tubería de $\varnothing 20"$ y 4 metros de longitud; para luego ser impulsada en parte directamente a la población y la otra al reservorio principal de la ciudad mediante electrobombas.

Al realizarse la evaluación de los filtros se hizo la comprobación de la eficiencia de estos con información proporcionada por el Laboratorio Central de EMAPATUMBES, y se obtuvieron los resultados que se muestran en el Cuadro N° 2.2.8.1.

Los Apéndices A, B, C y D dan una información más amplia durante los años 1989 hasta 1992; estos resultados son obtenidos durante años anteriores a la ampliación de la Planta Nueva.

En la zona de los filtros de la Planta Nueva existe una fuga evidente de agua filtrada de aproximadamente 10 lts/ seg.

2.2.9. Sala de Control de Filtros.

Las estructuras de la sala de control de filtros de la planta antigua, tanto de la Planta Pulsator como de la Convencional, no muestran daños en sus estructuras pero no cuentan con puertas de seguridad y las ventanas se encuentran sin lunas, lo que hace ver el estado de abandono en que se encuentran estas salas ubicadas una adyacente a la otra.

Las tuberías de agua de lavado para los filtros de la planta antigua, se encuentran muy deterioradas y con algunas fugas.

CUADRO N° 2.2.8.1

PROMEDIOS MENSUALES DE EFICIENCIAS DE FILTRACION

(AÑO 1993)

MES	Ua	Ue	Ef
ENERO	20.0	4.3	78.5
FEBRERO	20.0	6.5	67.5
MARZO	26.9	6.0	77.7
ABRIL	29.0	6.3	78.3
MAYO	22.9	8.1	64.6
JUNIO	24.6	9.2	37.0
JULIO	11.9	5.3	55.5
AGOSTO	12.1	5.8	52.1
SETIEMBRE	13.8	5.2	62.3
OCTUBRE	12.6	4.6	63.5
NOVIEMBRE	- - - -	- - - -	- - - -
DICIEMBRE	- - - -	- - - -	- - - -

FORMULA : $Ef = \frac{Ua - Ue}{Ua} \times 100$

Con :

Ef = Eficiencia en (%)

Ua = Unidades de Turbidez Nefelométricas

Ue = Unidades de Turbidez Nefelométricas

FUENTE: Laboratorio Central EMAPATUMBES

Existen además dos salas de válvulas de los filtros: una para la planta Pulsator que cuenta con 3 válvulas de control para filtros Aquazur y la Planta Convencional cuenta con 3 válvulas para controlar los filtros Wheler.

La sala de operación de los filtros, se encuentra en regular estado pues le faltan marcos a las ventanas y sus respectivas lunas.

En el área de lavado de los filtros, los tres primeros filtros son lavados con agua y aire y los otros tres es en contralavado. El control del trabajo de los 6 filtros es de 60 horas, luego de las cuales se realiza el lavado (5 minutos aire y 15 minutos de agua), utilizándose 54 m³ de agua para los primeros y 36 m³ para los filtros Wheler.

En la sala de filtros existen dos indicadores de colmatación, uno de ellos no funciona. La caja de control de mando, se encuentra en estado regular, sólo funciona el compresor de lavado, el amperímetro no funciona.

En la sala de filtros Aquazur no funcionan los medidores de pérdidas de carga, cuando los filtros cumplen 60 horas de trabajo se realiza el lavado. El agua que llega a estas unidades es completamente turbia, tal parece que no hubiese pasado por ningún tratamiento anterior.

La sala de control de filtros de la Planta Nueva, está compuesta de 8 válvulas de control de filtros cuatro para los filtros existentes y cuatro para los de la ampliación, los filtros 5,6,7 y 8 son lavados sólo con agua.

En la Galería de Filtros de la Planta Nueva ningún instrumento de control funciona, las válvulas de control de agua filtrada necesitan de un cambio de volantes, pues varias ya no funcionan. El aspecto de esta galería es bueno; en esta galería fueron instalados controladores de pérdida de carga que nunca funcionaron y que no se sabe hacia adonde llegan.

2.2.10. Desinfección

El sistema de tratamiento de potabilización del agua proveniente de las unidades de la Planta Antigua (Planta Convencional y Pulsator), se realiza por medio de inyección de cloro gas, que se efectúa a la salida del agua filtrada mediante cloradores ADVANCE de 50 litros en 24 horas; y para casos de emergencia mediante un dosificador manual de hipoclorito de calcio.

El ambiente destinado al sistema de cloración presenta un estado inadecuado, pues no cuenta con el espacio suficiente para la colocación de los balones de gas, los cuales permanecen en el jardín a la intemperie; además carece de una puerta de seguridad. Ver fotografía N°6.

Mediante la desinfección se eliminan las bacterias que quedan en el agua filtrada, luego de lo cual el agua es almacenada en una cisterna de 280 m³, desde donde es impulsada al reservorio de la ciudad de Corrales y a la cámara de bombeo de Caleta

CUADRO N° 2.2.10.1

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DESINFECTADA

DETERMINACIONES	RESULTADOS
SABOR	INOJETABLE
OLOR	INOJETABLE
COLOR	2 - 5
TURBIEDAD N.T.U.	4 - 9
T°C	25 - 27
PH	7.4 - 7.7
ALCALINIDAD TOTAL P.P.M.	36 - 70
DUREZA TOTAL P.P.M.	68 - 85
DUREZA CALCICA P.P.M.	54 - 72
DUREZA MAGNESICA P.P.M.	10 - 18
CLORUROS P.P.M.	12 - 28
ACIDEZ TOTAL P.P.M	3 - 8
CO ₂ LIBRE P.P.M.	3 - 6
FIERRO P.P.M.	0.020 - 0.025
COLOR RESIDUAL P.P.M.	1.3 - 2.0
SULFATOS	-----

FUENTE: Laboratorio Central EMAPATUMBES

La Cruz, para de allí repartirla a La Cruz y Zorritos.

La desinfección para la Planta Nueva se realiza en la tubería de agua filtrada, mediante la inyección de cloro gas por medio de cloradores SONIX.100 de 0-100 lbs/24 horas, potabilizando de esta manera el agua filtrada que servirá para abastecer a la ciudad de Tumbes. Para certificar la eficiencia de la desinfección se realizó el análisis de esta agua, obteniéndose los resultados que nos muestra el cuadro N°2.2.10.1

En los Apéndices E y F se presenta información sobre volúmenes captados y desinfectados durante cada mes de los años 1992 y 1993 .

2.2.11. Dosificadores de Reactivos Químicos.

Cerca de los Filtros Aquazur (Planta Pulsator) existe un sistema de dosificación de sulfato de alúmina y cal, y dos pozas de dosificación de emergencia.

El agua de la cámara rompe presión y distribución llega a una cámara de mezcla mediante un by pass. En el vertedero de esta cámara se aplican los reactivos de sulfato de alúmina en seco y cal hidratada, ello mediante el dosificador correspondiente y cilindro de mezcla.

Estos reactivos se aplican de acuerdo a las turbideces que en el laboratorio se determinan. Los equipos mencionados no cumplen sus funciones óptimamente debido a su antigüedad y deterioro visible.

En la planta nueva, existen 2 tolvas de dosificación, una de cal (debido a problemas mecánicos no está funcionando) y otra de sulfato (operativa). Para la ampliación se instalaron adyacentes a éstas, otras dos tolvas para realizar la dosificación sistema, y cuenta con un tablero de control que se encuentra operando actualmente.

La sala de dosificación presenta en las paredes pequeñas rajaduras que no comprometen su seguridad. El ambiente es bien ventilado y amplio, cuenta con un montacargas para conducir los reactivos desde el primer piso, donde se está almacenando la cal sin tener en consideración las normas de almacenaje que en la planta se muestran bastante deficientes. Los productos químicos como el sulfato de alúmina se almacenan directamente sobre el piso y hasta debajo de las escaleras que dan al segundo piso del edificio de control.

Para el tratamiento químico se controlan todas las sustancias químicas y la turbiedad al llegar a 70 U.T. ya no se agrega sulfato de alúmina.

En la Planta Nueva una vez que el agua ha sido sedimentada, es recolectada en un canal donde se aprovecha el cambio de dirección y agitación. Mediante paletas accionadas por un motor eléctrico, se aplica el sulfato de alúmina mediante dosificadores en seco y cal hidratada en solución. En caso de altas turbideces, esta mezcla se torna insuficiente por lo que se ha acondicionado un tanque adicional que

manualmente permite completar el agregado de insumos. En esta zona se produce la mezcla rápida y la formación de flocs.

2.3. Reservorios de Almacenamiento

El almacenamiento para Tumbes está constituido por dos reservorios apoyados: el reservorio "El Tablazo" de 2,500 m³ de capacidad en el Tablazo y otro ubicado en el barrio "El Recreo" de 280 m³ de capacidad que trabaja como flotante.

Para la zona de "Nuevo Tumbes" existen también dos reservorios: uno apoyado para la urbanización Andrés Araujo, como lo muestra el esquema E-15. El recorrido de la tubería de $\varnothing$ 6" que vá desde el pozo hasta este reservorio es de 550 m³ de capacidad, los equipos, tuberías y accesorios se ubican en la caseta desde donde se hace una derivación de una tubería de $\varnothing$ 2" para el A.A.H.H "Las Malvinas".

El otro reservorio elevado de 1,000 m³ para la urbanización Lishner Tudela, ambos reservorios son abastecidos por sus respectivos pozos tubulares.

Puerto Pizarro ubicado al norte de Nuevo Tumbes cuenta con un reservorio elevado de 1,050 m³ abastecido de su propio pozo tubular.

El reservorio "El Tablazo" está ubicado en la zona este (en la cota más alta de la ciudad de Tumbes 38 m.s.n.m.) es de forma cilíndrica, de 25 m. de diámetro, es del tipo apoyado y de cabecera, con una altura útil de 5 m. Su estructura es de concreto armado pretensado, con caseta de operación. Está ubicado entre la calle Lima y la Avenida El Ejército frente al cuartel, cuenta con una línea de impulsión de $\varnothing$ 16" de asbesto cemento clase 150, y en total la longitud de tubería es de 1,075 m., existiendo en el trayecto 4 válvulas de aire de 1½" de diámetro. Ver fotografía N°7.

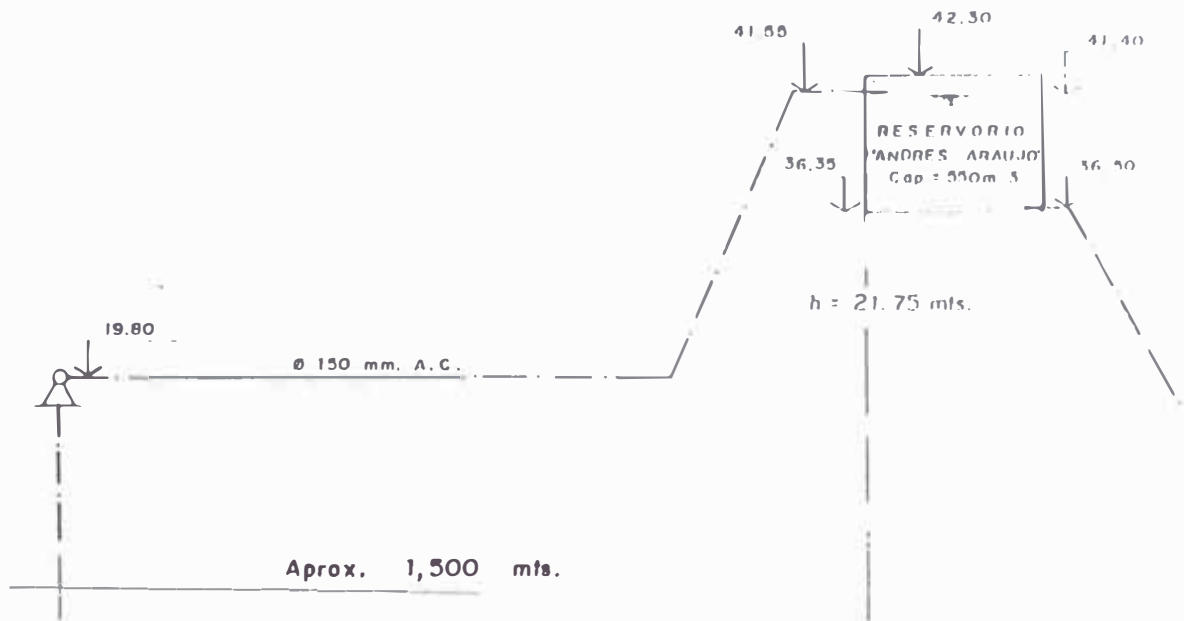
Desde la planta de tratamiento llegan 180 lps por medio de la tubería de impulsión que tiene una pendiente de 3.8%. y cubre una altura dinámica total de 51 metros.

Este reservorio presenta un buen estado de sus estructuras debido a que es relativamente nuevo con respecto a los otros que tienen aproximadamente 45 años. En la cámara de válvulas se puede ver que no ha habido un control y mantenimiento sobre éstas; ya que la válvula de salida de agua del reservorio tiene una gran fuga, inundado dicha caseta y comprometiendo el estado físico de las otras válvulas, accesorios y tuberías existentes, por ser estas de fierro y al contacto por determinado tiempo con el agua se oxidan. El otro reservorio de 439 m³ adyacente al Tablazo, es de uso exclusivo de los militares; pero también es abastecido desde la planta de tratamiento.

El reservorio N°2, ubicado en la esquina de la calle Sánchez Carrión y Francisco de Paula ("El Recreo") en el cercado de Tumbes (20 m.s.n.m.) es del tipo apoyado de forma cilíndrica de 9 m. de diámetro, su estructura es de concreto armado con caseta de operación de válvulas. Este reservorio es utilizado como reservorio

E-15

ESQUEMA: POZO "PUYANGO"

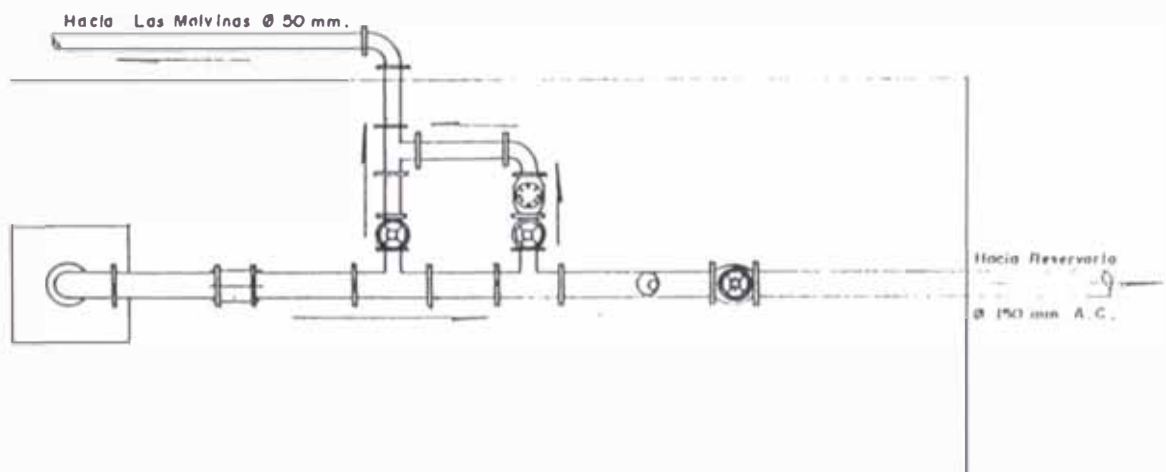


EQUIPOS

MOTOR		BOMBA	
H P	V	Q lts. / seg.	A.D.T. m.
30	220	19	64

TUBERIA Y ACCESORIOS EN CASETA

TUBERIA		VALVULAS			CONTROL	
MATERIAL	Ø mm.	Compuer	Check	Alivio	Medidor	Manome
Hierro Fundido	100	1	1	1	1	1



flotante.

El reservorio apoyado que abastece a la urbanización Andrés Araujo (Ver Fotografía N°8), cuenta con una estructura bien conservada lo mismo que las tuberías de entrada y salida y válvulas. Es necesario realizar una limpieza de la maleza que está creciendo alrededor del reservorio para evitar el posterior deterioro de las tuberías tanto de impulsión como de conducción.

El abastecimiento se realiza a través del pozo tubular llamado "Puyango" (ubicado en el campamento del Proyecto Binacional Puyango Tumbes) que está a una profundidad de 120 mts. con un diámetro de $\varnothing$ 12" , nivel estático de 13.20 m. y nivel dinámico de 29.48 m. Su producción aproximada de 15 lps.

Para la urbanización Lishner Tudela, se ha construido recientemente un reservorio elevado de 1,000 m³ (mostrado en la Fotografía N°9) que es abastecido por un pozo tubular que se encuentra ubicado a unos 50 metros del reservorio en una caseta bien equipada y con grupo electrógeno de emergencia . Los detalles del pozo y reservorio se pueden ver en el esquema E-16, así como los equipos con que cuenta, tuberías y accesorios en caseta. Este pozo cuenta con una tubería de fierro de $\varnothing$ 6" de diámetro para rebose y limpieza.

2.4.1 Línea de Conducción e Impulsión

Existen 4 líneas de conducción de agua potable dentro del distrito de Tumbes, tres de ellas salen desde la planta de tratamiento 2 hacia Corrales y La Cruz-Zorritos y una hacia la ciudad antigua y cuarta sale desde el reservorio "El Tablazo" hacia Pampagrande.

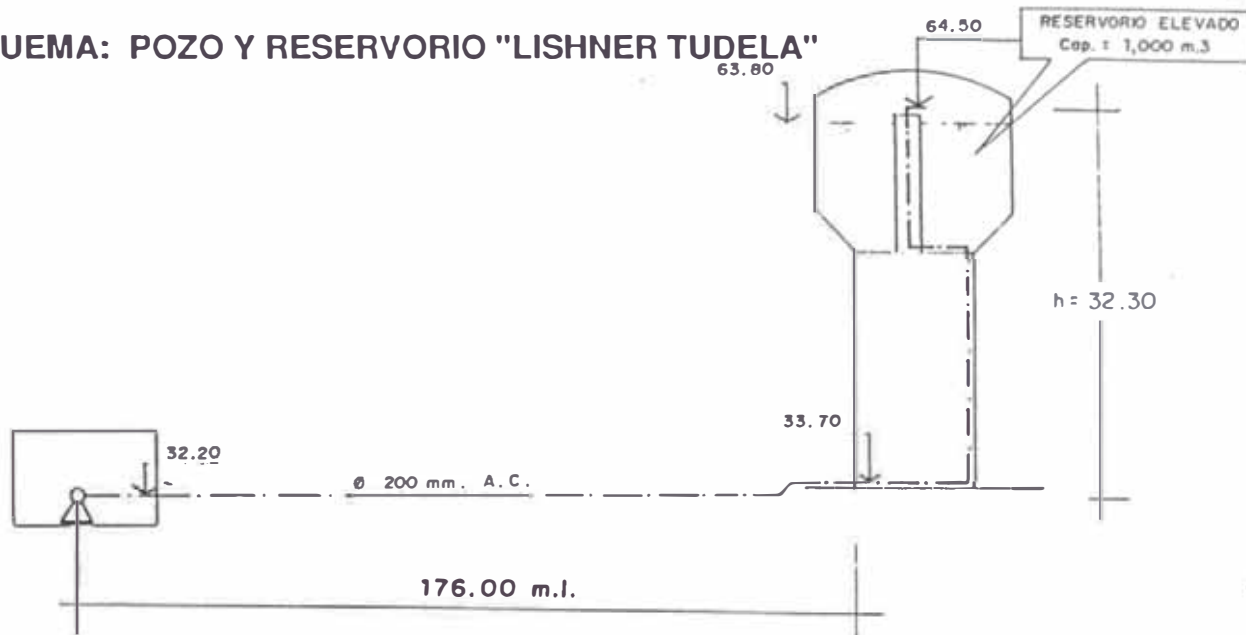
La conducción (impulsión) se hace al almacenamiento principal de la ciudad de Tumbes, mediante una tubería de A.C. de $\varnothing$ 16" y una longitud de 1,085 metros. El caudal que se logra es de 285 lts/seg. y el cierre de la válvula check regularmente demora 4 segundos (tomado del medidor de caudal existente).

Se establece que la velocidad es de 2.27 m³/seg. en estas condiciones la tubería trabaja exigida. El golpe de ariete puede superar la resistencia de la tubería. Señalo que en estos casos el golpe negativo al causar succión puede absorber el agua depositada que por lo general está contaminada.

A la fecha se está tendiendo una segunda línea de conducción de características similares a la que se encuentra en funcionamiento. Esta línea de impulsión es paralela a la existente, desde la sala de distribución de la Planta de Tratamiento de agua Potable de Tumbes al reservorio apoyado de 2,500. m³ (Tablazo). Nótese en el esquema E-17 que el sistema comprendido desde las cisternas en la Planta de Tratamiento, desde donde por medio de una tubería de impulsión de fierro de $\varnothing$ 16" de diámetro, se hace llegar agua tratada hacia el reservorio "El Tablazo".

E-16

ESQUEMA: POZO Y RESERVORIO "LISHNER TUDELA"

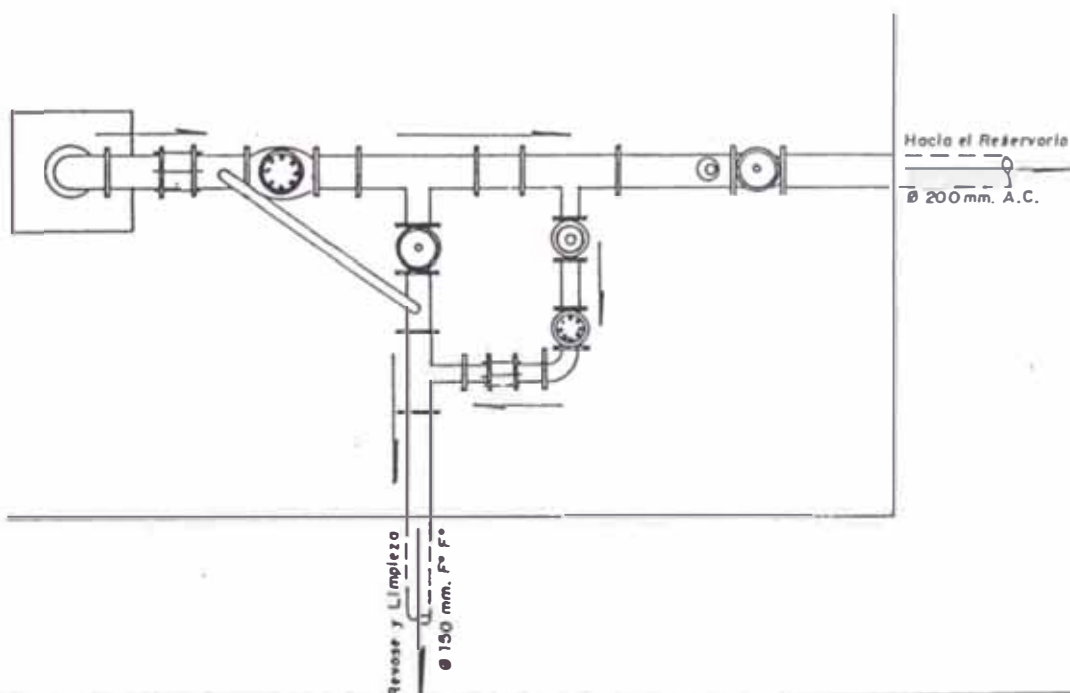


EQUIPOS

MOTOR		BOMBA	
HP	V	Q lts. / seg.	A.D.T. m.
	220	15	32

TUBERIA Y ACCESORIOS EN CASETA

TUBERIA		VALVULAS			CONTROL	
MATERIAL	Ø mm.	Compuer.	Check	Allvto	Medidor	Manome.
Fierro Fundido	200	1-200 1-150 1-100	1-200	1	1	1



El llenado de la tubería de impulsión se realiza mediante 5 equipos de bombeo, que se describen en los párrafos siguientes, junto con las tuberías y accesorios de la caseta de distribución.

Se ha instalado una tubería de A.C. $\varnothing$ 16" clase A-7.5 en una longitud de 1,091 metros.

La tubería de impulsión La Cruz-Zorritos es de 150 mm. de $\varnothing$ y tiene una longitud de 9,300 metros de longitud. A la vista presenta deterioro a la subida al almacenamiento y sufre los estragos de movimiento del suelo a 3 Km. de mal paso, antes de llegar a Zorritos, por lo que esta línea constantemente sufre roturas en los cruces de las quebradas y fallas geológicas.

El caudal detectado para una altura dinámica total de 58 metros es de 20 l.p.s. El aforo realizado determina 12-13 l.p.s.

La línea de rebombeo está capacitada para bombear este caudal, la falla en el abastecimiento se produce como consecuencia de los cuellos de botella que ocurren en el tramo Tumbes-La Cruz.

La tubería de impulsión de Zorritos es de 200 mm. de diámetro de A.C. y tiene una longitud de 18,647 metros y a lo largo de esta línea se inicia la distribución a distintas pequeñas poblaciones e instalaciones industriales ubicadas a lo largo de la Panamericana entre Tumbes y La Cruz.

Las poblaciones mencionadas son: Pueblo Nuevo ($\varnothing$ 75 mm.), San Isidro ($\varnothing$ 100 mm.), Pampa de la Gallina ($\varnothing$ 100 mm.), La Jota ($\varnothing$ 100 mm.), Los cedros ($\varnothing$ 100 mm.) y Los Cerezos y las instalaciones industriales son: Cultecmar, Gas Tumbes, Miramar ($\varnothing$ 75 mm.), Coex ($\varnothing$ 50 mm.), Matadero Industrial ($\varnothing$ 50 mm.), Centro experimental Agrícola, Molino arrocero y Refrigerados Tumbes.

También abastece a un grifo para carga de camiones cisternas, que conducen el agua hasta Zorritos.

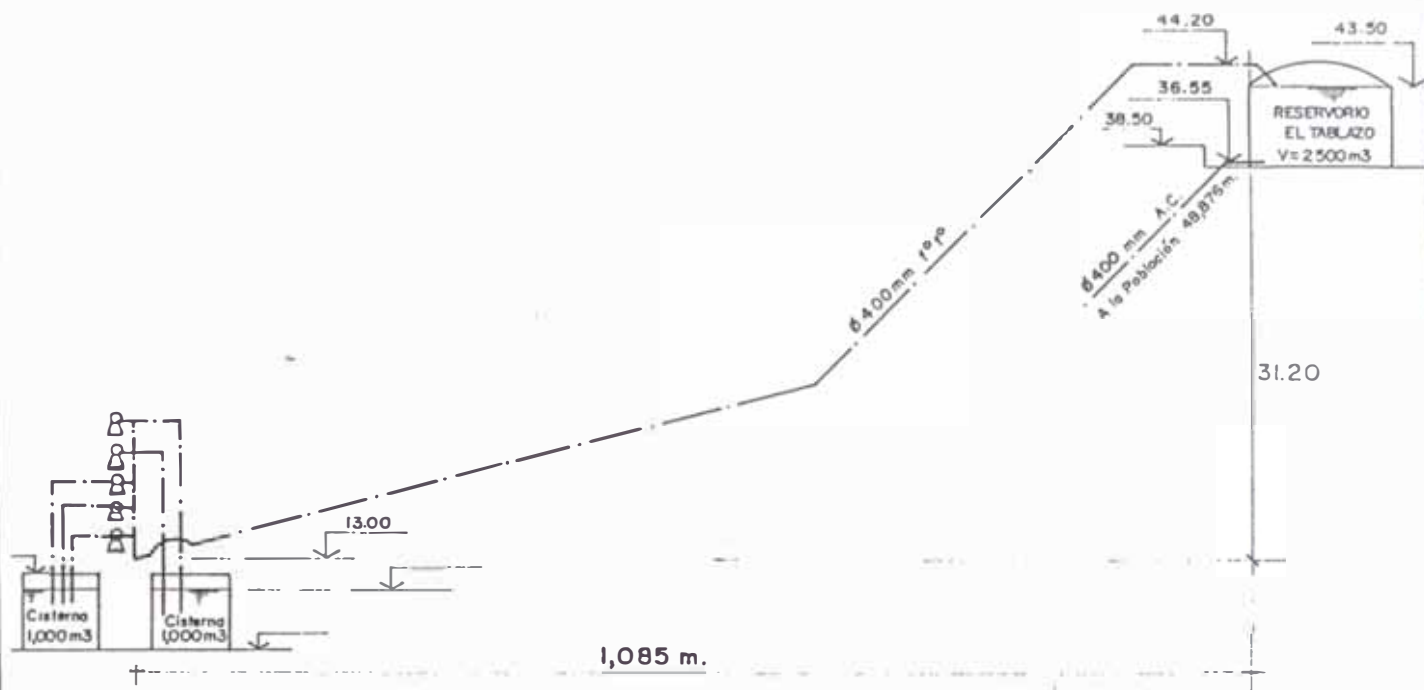
Las poblaciones y fábricas anotadas aproximadamente reciben una dotación de 36 lit/seg. en 18 horas diarias y a la cisterna de la Cruz llegan 12 lits/seg., no recibiendo una dotación regular para atender a sus 6,392 habitantes que disponen de 1,144 conexiones.

Para el sistema de La Cruz se dispone de una tubería de impulsión de $\varnothing$ 10" de A.C. y tiene una longitud de 6,600 metros., siendo el caudal de bombeo de 62 lits/seg. y el caudal aforado a las 12.00 horas es de 30 lits/seg.

Los terrenos por donde pasa esta línea, reciben el drenaje y filtración de agua de riego que se retienen por la Panamericana, ocasionando sedimento y desperfectos.

El golpe de ariete positivo llega a 134 metros de columna de agua, el golpe de ariete negativo llega a - 25 metros de columna de agua que pueden producir succión.

E-17
ESQUEMA: LINEA DE IMPULSION Y ALMACENAMIENTO EN RESERVORIO
"EL TABLAZO"- TUMBES

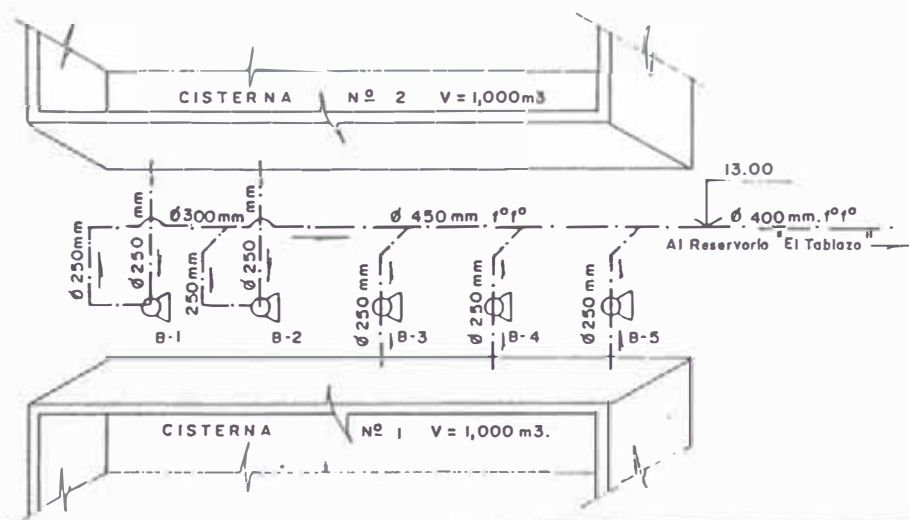


EQUIPOS

MOTOR		BOMBA	
H P	V	Q lts. / seg.	A. O. T. m.
(2) 90	440	80 - 80	
(3) 100	460	50 - 50 - 60	50

TUBERIA Y ACCESORIOS EN CASETA

TUBERIA		VALVULAS			CONTROL	
MATERIAL	Ø mm.	Compuert.	Check.	Alivio	Medidor	Monomat.
Hierro Fundido	200	10	5	1	1	4



2.5. Pozos Tubulares

En la ciudad de Tumbes se están desarrollando poblaciones cuyo abastecimiento de agua potable es proveniente del agua subterránea.

La Urbanización Andrés Araujo (Ver Fotografía N°10) cuenta con un pozo ubicado dentro del Campamento del Proyecto Binacional Puyango Tumbes (ubicado al noreste de la ciudad) que abastece a esta urbanización y al A.A.H.H. "Las Malvinas" mediante el pase directo que se hace, abriendo la válvula que conduce el agua durante varias horas diarias a la caseta que antes era para Puerto Pizarro, y de allí a la población; esto se realiza cuando el reservorio de 550 m³ ya está lleno.

Este pozo está ubicado a 20 m.s.n.m y tiene una producción de 20 l.p.s. abasteciendo a la Urbanización Andrés Araujo, José Lishner Tudela I Etapa, A.A.H.H. Miguel Grau y otras alledañas.

La II y III Etapa de la Urbanización Lishner Tudela ubicada al noreste de la ciudad de Tumbes cuenta con un pozo tubular del mismo nombre ubicado a 23 m.s.n.m. El rendimiento de este pozo es de 30 l.p.s., tiene una profundidad de 150 metros, cuenta con su respectiva bomba sumergible, grupo electrógeno, tablero de transferencia y accesorios. En la Fotografía N°11 se muestra el pozo y su respectiva caseta de bombeo.

La línea de impulsión es de 88 metros de tubería de A.C. $\varnothing$ 8" desde la caseta de bombeo hasta la caja de registro al reservorio elevado de 1,000 m³ de capacidad y una altura de 30 metros.

Este pozo actualmente sólo tiene un rendimiento de 19 l.p.s. debido a que se ha tenido que quitar algunos tubos de succión, disminuyendo la altura de succión del agua subterránea, el suministro de cable eléctrico para la bomba tiene una longitud menor a la que corresponde al diseño; disminuyendo la eficiencia de este pozo. Además este pozo luego de pocos meses de haber iniciado su producción dejó de funcionar durante unos 6 meses por fallas en la válvula check, al encenderse el sistema se movía todo el sistema, produciéndose una enorme rajadura en la pared de la caseta. Actualmente ya ha sido rehabilitado y está en funcionamiento.

El agua captada de ambos pozos se caracteriza por su dureza total y cálcica que oscila entre 110 p.p.m. y 150 p.p.m. respectivamente.

Estas poblaciones cuentan con un abastecimiento diario de 16 horas y una presión promedio de servicio de 20 lbs/ pulg cuando funcionan los dos equipos de bombeo.

El sistema matriz está conformado por tuberías de A.C. en una longitud de 750 metros y $\varnothing$ 400 mm., un tramo de 150 metros de $\varnothing$ 350 mm., y una tubería de 470 m. de longitud y $\varnothing$ 300 mm. siendo capaz de atender el sistema.

Puerto Pizarro es otra de las poblaciones de Tumbes cuya fuente de

abastecimiento es el agua subterránea, captada a través de un pozo tubular equipado con una electrobomba sumergible de 40 l.p.s., incluido generador eléctrico de 80 H.P., cable flexible, tubería de acero de $\varnothing$ 16", control eléctrico, válvula check de $\varnothing$ 8", equipo de cloración y otros accesorios.

La línea de impulsión de agua potable es una tubería de A.C $\varnothing$ 8" de 85 metros de longitud que llega hasta un reservorio elevado de 1,000 m³ y 33.0 metros de altura ubicado a 100 metros del pozo.

La línea de distribución es de 3,656 metros de tubería de A.C. $\varnothing$ 6" y redes secundarias de P.V.C. $\varnothing$ 6" en 1,538 metros.

2.6. Estructuras del Sistema

Las estructuras que protegen los sistemas de abastecimiento de agua potable en la planta de tratamiento muestran condiciones bastante aceptables, salvo los muros del cerco de la planta en el lado del río, que están completamente rajadas y en cualquier momento pueden desplomarse. La sala de distribución de la planta antigua muestra la falta de una pared posterior, la que ha sido derruida debido a que estaba completamente rajada teniendo que sostenerse el techo con palos y fierros.

Además sobre este techo se ha ubicado una estación de alto voltaje, constituyendo esto un gran peligro tanto para esta sala de distribución como para toda la planta, ya que de ocurrir un corto circuito se verían comprometidos directamente los equipos de bombeo de agua para abastecer a Corrales, La Cruz y Zorritos, que quedarían desabastecidos.

Las estructuras del edificio de control, del laboratorio y del almacén se encuentran en buenas condiciones. Los que si presentan sus estructuras en muy mal estado son los reservorios "El Hualtaco" (esquina La Mar y Juan de Dios García) que debido a su antigüedad y la erosión de las lluvias muestra parte de la cuba, la estructura de fierro a la vista y oxidada; además de que la base de este reservorio apoyado de 280 m³, está completamente en la superficie debido a la erosión de las lluvias, dado el tipo de terreno sobre el cual fué construido hace unos 45 años.

El reservorio también de 280 m³ llamado "El Recreo", ubicado en la calle Sánchez Carrión y Francisco de Paula Vigil, presentaba un aspecto deprimente debido a las condiciones reinantes a su alrededor, pues servía de lugar para amontonar la basura. Su caseta de válvulas es sumamente pequeña era utilizada como letrina; por otra parte el reservorio mostraba rajaduras en toda la cuba y al parecer por ciertas huellas de cloro el agua filtraba por las rajaduras. Actualmente este reservorio ha sido rehabilitado y se encuentra en funcionamiento como reservorio flotante.

2.7. Equipos de Bombeo

Los equipos de bombeo de la Planta de Tratamiento (Ver E-18) utilizados para elevar el agua hasta el reservorio apoyado "El Tablazo" son 5, cuyas características se muestran en el esquema correspondiente. Del reservorio sale una tubería de A.C de $\varnothing$ 16" para la población que es llenado por las dos primeras bombas que salen de la cisterna N°1 mediante una tubería de $\varnothing$ 10" hasta llegar a una de $\varnothing$ 12" que empalma con la de $\varnothing$ 16" hasta donde llegan 3 líneas de $\varnothing$ 10" provenientes de las otras dos bombas que sacan el agua de la cisterna N°2 de 1,000 m³). En líneas generales los equipos de bombeo para el tratamiento del agua y abastecimiento de la Planta de tratamiento se encuentran en un estado aceptable, en la actualidad los equipos de bombeo de la antigua captación se encuentran: uno fuera de uso desmantelado faltándole piezas y el otro por reparar. De querer poner nuevamente en funcionamiento esta captación, faltaría la otra bomba de reemplazo, y una de las electrobombas de distribución de agua potable para Corrales, que se encuentra con la carcasa deteriorada y funcionaba en forma alternada con la otra de 90 HP.

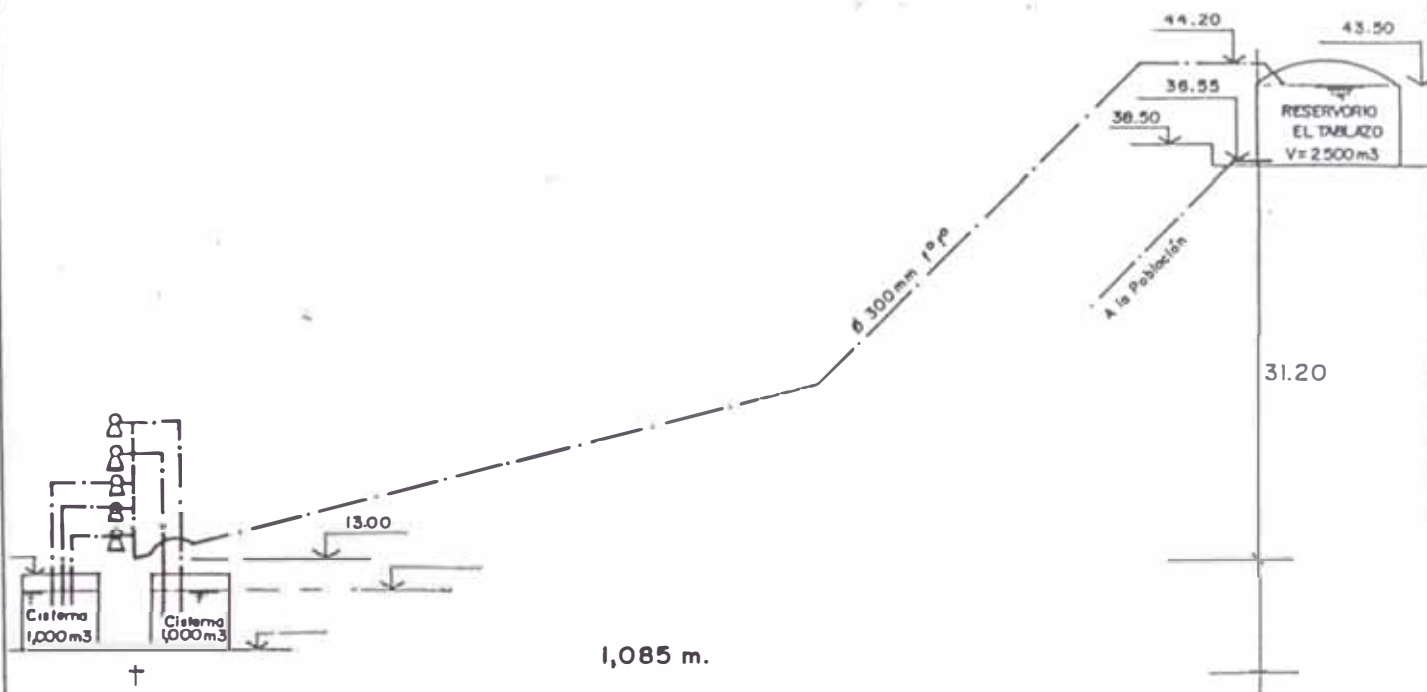
De las cisternas se bombea a Corrales con dos equipos de bombeo marca Delcrosa y bomba Hidrostal, alturas dinámicas 63-62 metros un caudal de 34 y 28 l.p.s. El caudal de bombeo obtenido del aforo realizado es de 30 l.p.s. No existen registros de bombeo y el estado de la estación es malo, los equipos tienen 5 años probables de vida útil. Y a la Cruz un caudal de 48 l.p.s. y una altura dinámica total de 70 metros de columna de agua. Ver esquema E-19 (Desde la cisterna de 280 m³ en la Planta de Tratamiento por medio de dos equipos de bombeo, el agua tratada es impulsada hacia el reservorio "Corrales" de 600 m³, venciendo una altura de 41.40 m. Además se detallan los equipos, tuberías y accesorios en caseta de bombeo), de la planta de Tratamiento de Tumbes al reservorio de corrales.

En el esquema E-20 se realiza el bombeo desde la cisterna de 280 m³ de la Planta de Tratamiento por medio de dos equipos de bombeo con una tubería de impulsión de $\varnothing$ 8" de A.C hasta la cisterna de La Cruz de 300 m³ de capacidad desde donde se impulsará agua hacia el reservorio apoyado de La Cruz y por medio de una tubería de $\varnothing$ 6" hacia los tres reservorios de Zorritos de 300 m³ cada uno.

En la planta Nueva se utilizan 5 equipos de bombeo que en forma alternada bombean agua potable, con un caudal de 220 l.p.s. y una presión de servicio de 62 lbs/pulg² a través de 1,040 metros de tubería de $\varnothing$ 16" de diámetro hacia el reservorio apoyado "El Tablazo", el cual tiene un volumen de almacenamiento de 2,500 m³.

Cabe mencionar que estos equipos de bombeo cuentan con sus respectivos medidores de caudal en buen estado, lo que ha permitido realizar un control de cada

E-18 BOMBEO Y ALMACENAMIENTO EN RESERVORIO "EL TABLAZO"-TUMBES

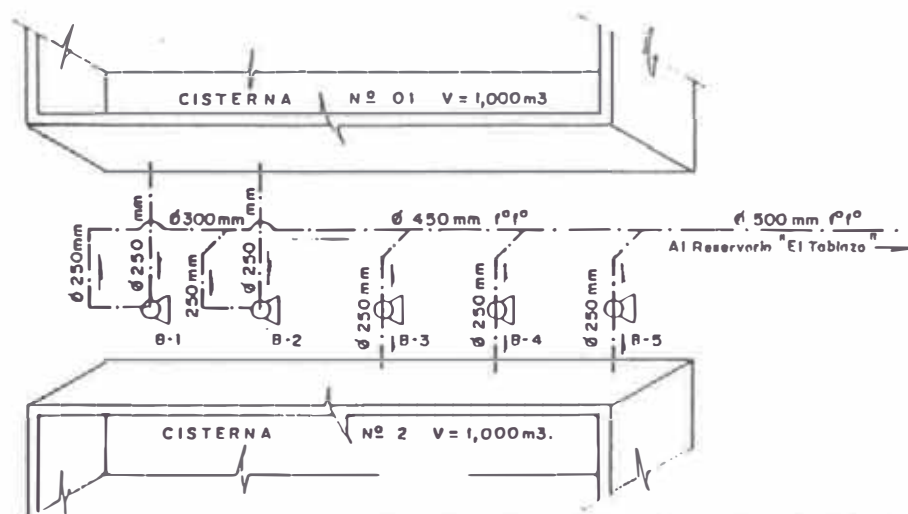


EQUIPOS

MOTOR		BOMBA	
H P	V	Q lts. / seg.	A. D. T. m.
(2) 90	440	80 - 80	50
(3) 100	460	50 - 50 - 60	50

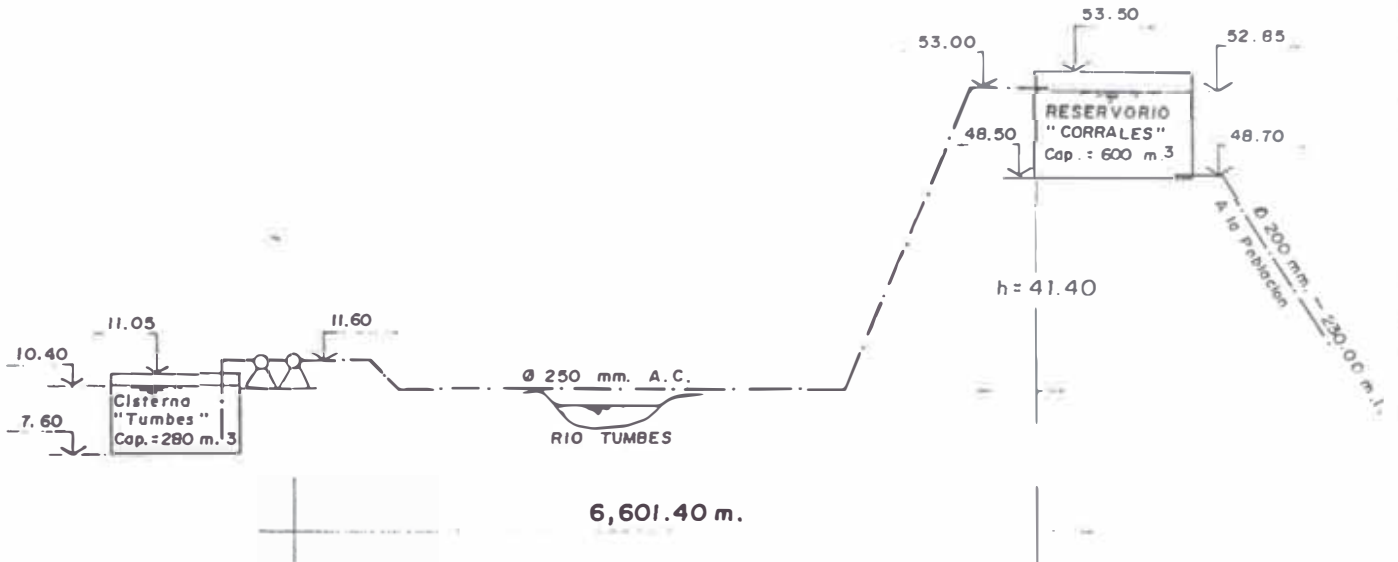
TUBERIA Y ACCESORIOS EN CASETA

TUBERIA		VALVULAS			CONTROL	
MATERIAL	Ø mm.	Compuert.	Check.	Alivio	Medidor	Monomet.
Hierro Fundido	200	10	5	1	1	4



E-19

ESQUEMA: BOMBEO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE TUMBES A RESERVORIO DE CORRALES



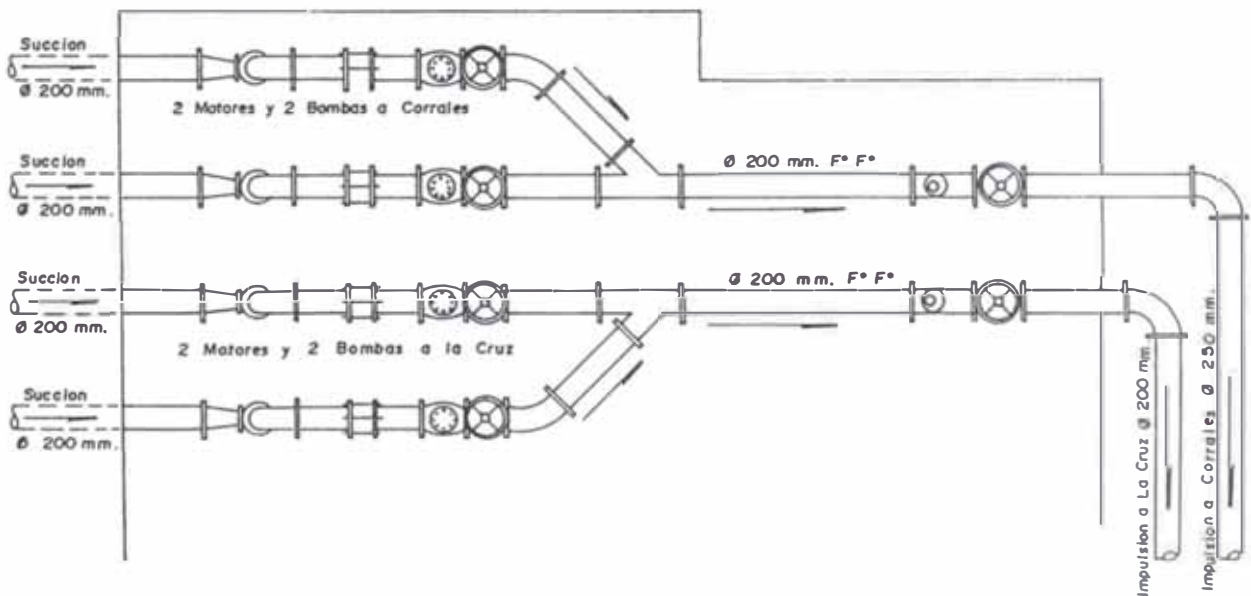
EQUIPOS

MOTOR		BOMBA	
H P	V	Q lts. / seg.	A. D. T. m.
12	60	34	63
		28	62

TUBERIA Y ACCESORIOS EN CASETA

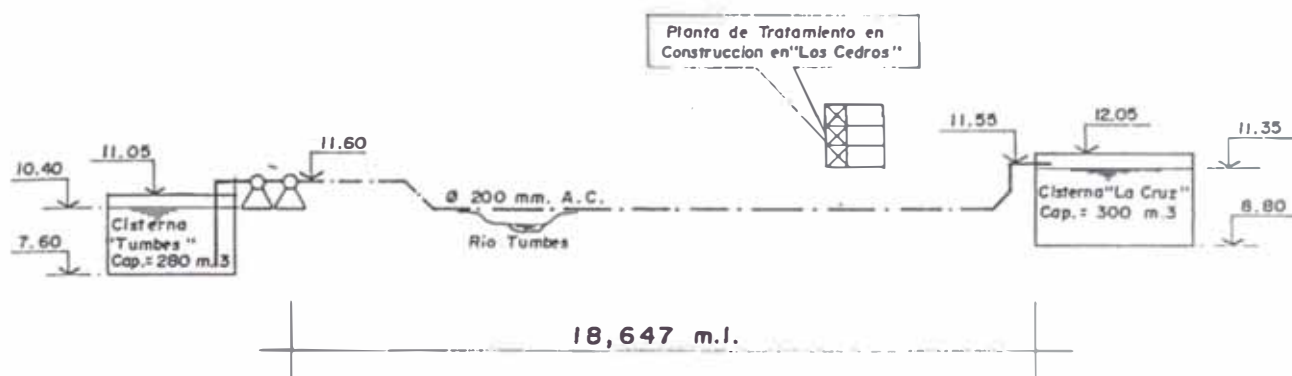
TUBERIA		VALVULAS			CONTROL	
MATERIAL	Ø mm.	Compuer.	Check	Allivio	Medidor	Manome.
Fierro Fundido	200	3	1	1	1	1

CISTERNA TUMBES
Cap. = 280 m.3



E-20

ESQUEMA: BOMBEO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE TUMBES A CISTERNA DE LA CRUZ



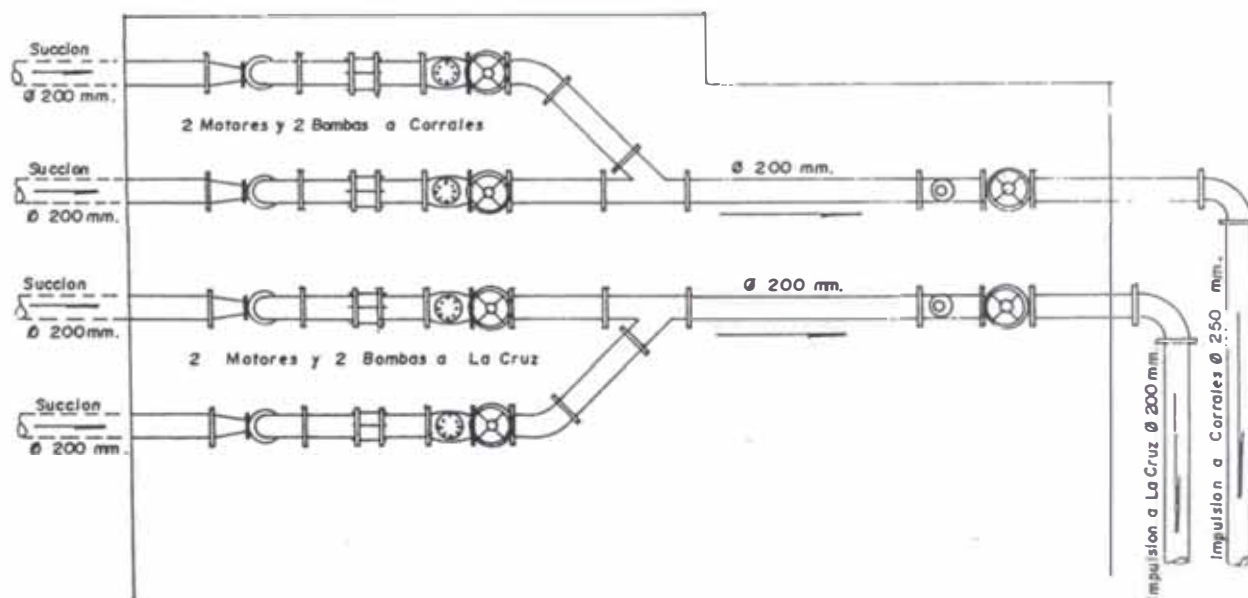
EQUIPOS

MOTOR		BOMBA	
H P	V	Q lts./seg.	A.D.T. m.
90	220	48	70

TUBERIA Y ACCESORIOS EN CASETA

TUBERIA		VALVULAS			CONTROL	
MATERIAL	Ø mm.	Camper.	Check	Allivio	Medidor	Manome.
Hierro Fundido	200	3	1	1	1	1

CISTERNA TUMBES
Cap. = 280 m.3



caudal de bombeo, con cada una de las bombas existentes en la sala de distribución de agua para Tumbes.

La planta Antigua cuenta con tres equipos de bombeo los cuales se presentan en el cuadro N°2.7.1 y en el cuadro N° 2.7.2. se muestran los datos técnicos de los equipos de bombeo de la Planta nueva.

2.8. Sistema de Distribución

La red de distribución de agua potable de la localidad de Tumbes (Ver en el esquema E-21 todo el sistema de agua potable y las redes principales de distribución), está conformada por 48,876 metros de tubería para diámetros de $\varnothing$ 2", $\varnothing$ 3", $\varnothing$ 4", $\varnothing$ 6" y $\varnothing$ 8"

En el cuadro N°2.8.1 se presenta el metrado de la red de distribución de agua Potable de la localidad de Tumbes.

2.9. Conexiones Domiciliarias

Las conexiones domiciliarias de agua potable en la ciudad antigua muestran una serie de deficiencias, muchas de ellas debido a su antigüedad y a que durante las lluvias, al no estar asfaltadas las pistas y además carecer de veredas, las lluvias erosionan el suelo, produciéndose la rotura de las tuberías, además de que las cajas de válvulas están enterradas y cuando se hacen las pistas, éstas quedan enterradas y las cajas de las conexiones domiciliarias están construidas más bajas que la rasante de la vereda.

En la actualidad el distrito de Tumbes cuenta con 9,455 conexiones domiciliarias de agua potable, llegando a cubrir una población servida de 58,350 habitantes hasta Marzo de 1992; además existen conexiones clandestinas. No existe un programa de conexión de medidores.

Se presenta a continuación el cuadro N°2.9.1 con las conexiones domiciliarias de agua potable y alcantarillado y la cobertura en el año 1992. Para este mismo año las conexiones de agua potable ejecutadas a Junio de 1992 en la Sub-Región Tumbes fueron las que se aprecian en el cuadro N°2.9.2

Las conexiones domiciliarias de agua potable de la localidad de Tumbes son de plomo y de P.V.C. en diámetros de 1/2" 3/4", 1 1/2" y 2" las cuales se detallan en el cuadro N° 2.9.3

Además el cuadro N°2.9.4 contiene los datos de conexiones domiciliarias y N° de medidores a Diciembre de 1993.

CUADRO N° 2.7.1

**DATOS TECNICOS DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO DE LA PLANTA
ANTIGUA**

Nº	NOMBRE	TENSION	ADT	CAUDAL	H.P	MOTOR	GE
1	EQUIPO Nº1	440	70	48	90	DELCROSA	SI
2	EQUIPO Nº2	220	45	28	30	DELCROSA	SI
3	EQUIPO Nº3	440	63	34	60	DELCROSA	SI

FUENTE: SANIPLAN- AMSA-TUMBES

CUADRO N° 2.7.2

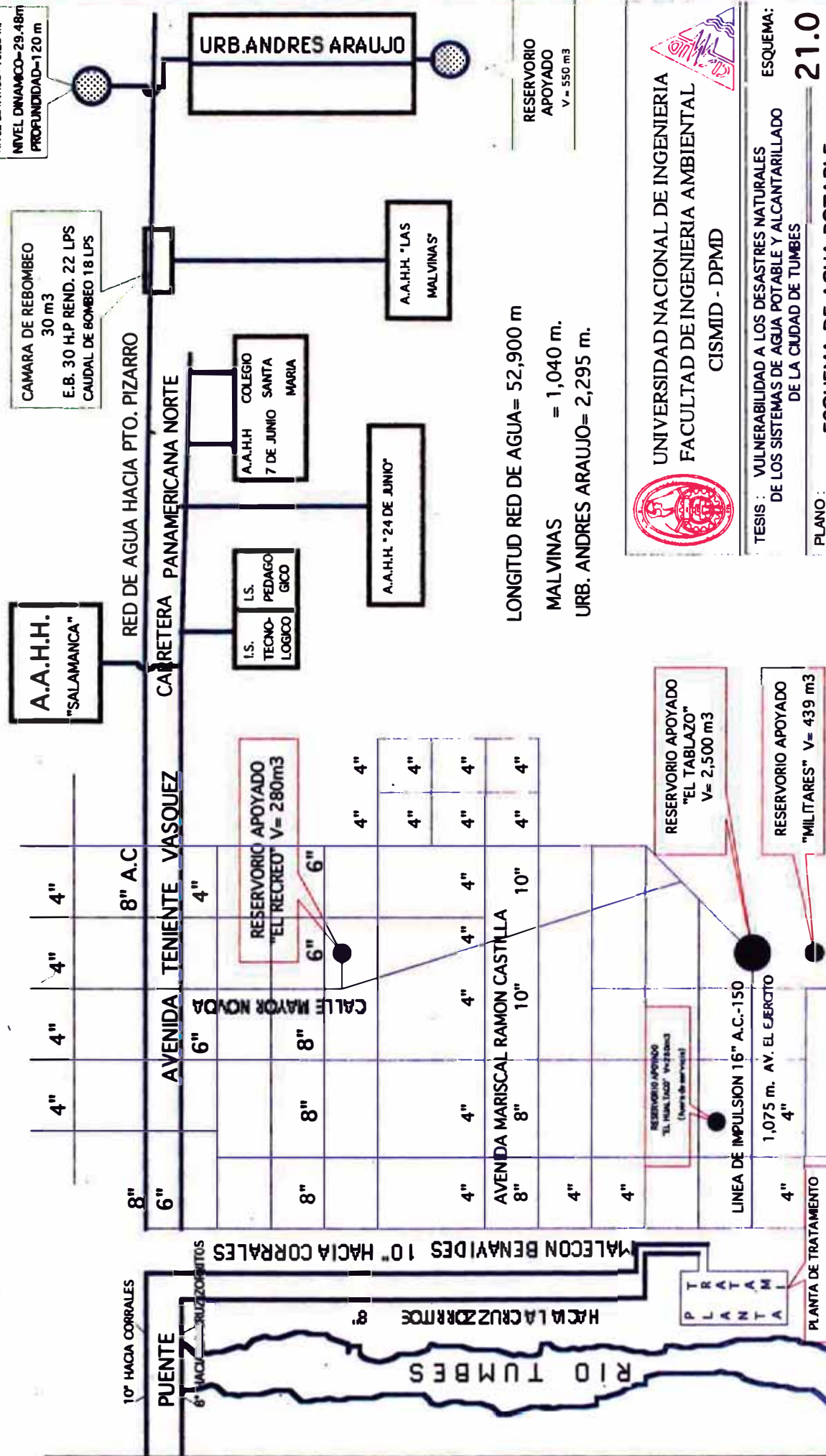
**DATOS TECNICOS DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO DE LA PLANTA
NUEVA**

Nº	NOMBRE	TENSION	ADT	CAUDAL	H.P.	MOTOR	GE
1	BOMBA Nº1	440	50	80	90	DELCROSA	SI
2	BOMBA Nº2	440	50	80	90	DELCROSA	SI
3	BOMBA Nº3	460	50	50	100	DELCROSA	SI
4	BOMBA Nº4	460	50	50	100	DELCROSA	SI
5	BOMBA Nº5	460	50	60	100	DELCROSA	SI

ADT: Altura Dinámica total en metros

Caudal: En l.p.s.

G.E. : Grupo Electrónico



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
CISMID - DPMD

RESUMEN: VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES
DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA CIUDAD DE TUMBES

PLANO : **ESQUEMA DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE TUMBES**

TESTISTA: **Bach. OLINDA MARTINEZ M.** ASESOR: **Ing. CESAR MANZUR.** FECHA: **OCT 1994**

CUADRO Nº 2.8.1

METRADO DE LA RED DE DISTRIBUCION

DIAMETRO	LONGITUD	MATERIAL
21"	165	A.C.
18"	330	A.C.
16"	1,435	A.C.
14"	105	A.C.
12"	825	A.C.
10"	650	A.C.
10"	785	FºFº
8"	2,185	A.C.
8"	2,185	FºFº
6"	2,605	A.C.
6"	1,305	FºFº
6"	715	P.V.C.
4"	24,965	A.C.
4"	7,276	FºFº
4"	2,715	P.V.C.

FUENTE:ELABORADO DE LOS PLANOS EXISTENTES

CUADRO Nº 2.9.1

**SERVICIO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y COBERTURA DE
LA EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE TUMBES
(PRIMER TRIMESTRE 1992)**

PROVINCIAS	AGUA POTABLE CONEX.DOMICILIAR	POBLACION SERVIDA	ALCANTARILLA CONEX.DOMICILIAR	POBLACION SERVIDA
TUMBES	13,058	78,438	5,043	30,258
CONT.VILLAR	1,541	9,246	606	3,036
ZARUMILLA	2,914	17,484	513	3,078
TOTAL SUBREG.	17,513	105,078	6,162	36,972

FUENTE: EMAPATUMBES

CUADRO N° 2.9.2

CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE EJECUTADAS A

JUNIO DE 1992 EN LA SUBREGION TUMBES

PROVINCIAS	EXISTENCIA.	EJECUTADAS	TOT.CONEXIO	POBLACION BENEFICIA	HABITANT	VIV/SCD	POB.S/BEN PORC. %
SUB REGION TUMBES	17,387	154	17,541	106,446	148,500	8,644	42,094
TUMBES	13,094	108	13,202	79,212	114,810	6,153	35,598
CONT. VILLAR	1,545	5	1,550	9,300	11,590	770	2,290
ZARUMILLA	2,948	41	2,989	17,943	22,140	1,721	4,206

FUENTE: EMAPATUMBES INEI Tumbes

CUADRO N° 2.9.3

INVENTARIO DE CONEXIONES TOTALES

CATEGORIA	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	TOTAL
DOMESTICO	8,262	148	8	-	-	-	-	8,418
COMERCIAL	803	96	17	1	7	3	3	927
INDUSTRIAL	10	1	3	-	1	-	-	15
ESTATAL	38	16	9	1	6	-	-	70
SOCIAL	17	4	2	-	2	-	-	25
TOTAL	9,130	265	39	2	16	3	3	9,455

FUENTE: EMAPATUMBES

CUADRO N° 2.9.4

NUMERO DE CONEXIONES DE AGUA POTABLE POR CATEGORIA EN EL

DEPARTAMENTO DE TUMBES AÑO 1993

LOCALIDAD	SOCIAL			DOMESTICO			COMERCIAL			INDUSTRIAL			ESTATAL			TOTAL		
	N°	N° MEDIDORES		N°	N° MEDIDORES		NUMERO°	NUMER. MEDIDORES		NUMERO	NUM. MEDIDORES		NUMERO	NUMER. MEDIDORES		NUMERO	TOTAL	
		CONEXIO	INST.	CONEXIO	INST.	OPER.		CONEXIO	INST.		CONEXIO	INST.		CONEXIO	INST.		CONEXIO	OPER.
TUMBES	36	-	6	9178	2487	909	1315	477	33	27	9	2	73	19	-	10629	2998	946
CORRAL	12	-	1	1751	158	-	76	5	-	3	-	-	12	3	-	1854	167	-
ZARUMIL	23	-	3	1840	245	-	84	20	-	3	1	-	20	3	-	1970	272	-
ZORRITO	15	-	-	1535	-	-	70	2	-	5	2	-	10	-	-	1635	4	-
S.J.VIRG	-	-	-	518	33	-	25	3	-	-	-	-	12	2	-	555	38	-
P.H.OSP	-	-	-	582	35	-	18	2	-	-	-	-	7	2	-	607	39	-
PAPAYA	-	-	-	424	50	-	6	2	-	-	-	-	4	-	-	434	52	-
S.JACIN	5	-	-	409	21	-	4	-	-	-	-	-	8	-	-	426	21	-
P.PIZAR	-	-	-	190	2	-	16	-	-	1	-	-	2	-	-	209	2	-
POCITOS	-	-	-	30	-	-	6	-	-	-	-	-	1	-	-	37	-	-
A.VERDE	-	-	-	800	-	-	120	-	-	-	-	-	12	-	-	932	-	-
TOTAL	91	-	10	17257	3031	909	1740	511	33	39	12	2	161	29	-	19288	3593	946

FUENTE: EMAPATUMBES

2.10. Válvulas

En lo que respecta a las válvulas de las tuberías matrices no se cuenta con un plano de ubicación de estas, muchas se encuentran enterradas debido a que el nivel de la pista ha sido levantado. Las válvulas de interrupción de la red de distribución (156 en total) son de $\varnothing$ 4", $\varnothing$ 6" y $\varnothing$ 8" de diámetro, las cuales en su mayoría no han sido operadas ni han recibido un mantenimiento adecuado.

Los grifos contra incendio (64 en total) son del tipo Poste los cuales al igual que las válvulas no han recibido el mantenimiento adecuado.

Las válvulas de las casetas de bombeo y cuarto de máquina de los reservorios se encuentran en regular estado de mantenimiento, muchas de ellas necesitan de un cambio de empaquetadura para evitar la salida del agua, lo mismo en el cuarto de tubos de los filtros de la planta nueva.

En la planta antigua, tres de las boyas para refrigeración de los filtros que sirven para eliminar el aire y que los filtros trabajen mejor, se encuentran malogradas y la válvula de control de colmatación no funciona.

En los filtros Wheeler, la válvula de entrada de agua filtrada está malograda y el medidor de pérdida de carga no funciona. La válvula del sedimentador N°3 que va hacia los filtros lentos no funciona, la válvula de desagüe si funciona; para las tres unidades de filtración no funciona el medidor de pérdida de carga. Para el lavado de estos filtros, se utilizan 34 m³ de agua tratada; 54 m³ para los filtros rápidos o Aquazur y para la planta nueva que son filtros simples, se utilizan 99 m³ de agua.

En los decantadores Pulsator existen 6 válvulas de compuerta para la entrada de agua a estos, se encuentran malogradas; las válvulas de desagüe de los tres sedimentadores se encuentran en funcionamiento y de las seis válvulas de control del canal que va hacia los sedimentadores una se encuentra malograda; cada sedimentador cuenta con dos válvulas .

De las válvulas de desagüe de los sedimentadores, el sedimentador N°3, la válvula de entrada de agua se encuentra malograda; el sedimentador N°1 tiene la válvula de desagüe atorada.

Con respecto a los sedimentadores de la planta nueva puede decirse que las válvulas se encuentran en buen estado y funcionando; la válvula de entrada de agua del sedimentador al floculador se encuentra en buen estado.

Las válvulas de desagüe de los filtros N°1, 2 , 3 y 4 de la planta nueva no funcionan bien. Estos filtros son lavados con agua del reservorio elevado que se encuentra sobre el edificio de control; este reservorio se encuentra en buen estado; pero las tuberías y válvulas de entrada y salida de agua necesitan mantenimiento.

Las válvulas de agua filtrada se encuentran en buen estado, pero la válvula de presión de agua nunca ha funcionado. La tubería de agua de lavado de los filtros tiene

fuga por un codo y a la válvula correspondiente al filtro N°8 le falta la volante.

Actualmente se encuentran terminando los otros cuatro filtros proyectados, de la misma capacidad que los anteriores y por lo tanto las válvulas de estos se encuentran en este mismo ambiente están en buen estado.

En uno de los reservorios de la planta antigua el medidor de caudal y la boya se encuentran malogrados.

Respecto a las válvulas de ingreso de agua filtrada y las de ingreso de aire se encuentran en funcionamiento.

Las válvulas de las redes de agua en la ciudad, en algunas calles se encuentran enterradas, otras están bastante deterioradas produciéndose fugas por ellas.

2.11. Análisis de Daños y Alternativas

Ante la existencia de un elevado porcentaje de conexiones clandestinas de agua potable, la Gerencia Comercial para su ubicación y localización ha elaborado un programa de reempadronamiento, el que se estima se llevará a cabo en el primer semestre del presente año (1994).

La Empresa no cuenta con un Catastro Técnico, tiene un padrón de usuarios que es utilizado con fines de facturación, en el año 1991 el Area Comercial llevó a cabo un reempadronamiento de usuarios, cuyos resultados no se conocen aún, por lo que se debe tener registrados conexiones inexistentes por demolición, por abandono, etc., y no estar registradas conexiones empalmadas sin autorización o aquellas eliminadas del registro accidental o intencionalmente.

El Catastro de Usuarios que tiene la Empresa no ha sido comparado con el de la Municipalidad, la actualización de algunos datos tales como categorías de usuarios, Nombre, dirección, nuevos usuarios, posibles clandestinos, son procesados mecánicamente a base del listado de alteraciones que presenta el catastro.

El sistema de Catastro de la Empresa, no permite la ubicación exacta del predio, por no tener referencias sobre distancias de la conexión a un punto determinado.

La cobertura de medición en la Empresa es baja, al mes de Diciembre de 1993, el número de conexiones con facturación a medidor fue del orden del 5.95% de las conexiones activas.

La Empresa no cuenta con un taller de medidores; los instalados permanecen en la conexión hasta su deterioro. De los 3,593 medidores instalados sólo son leídos 946 al mes en la ciudad de Tumbes, no se tiene información si el resto de medidores están en estado operativo o inoperativo, sus tipos, marcas, diámetros; siendo estos medidores incluidos en la relación de facturación de recibos con medidor, o sea que

CAMARA DE DISPACION
Proyectada

68.00

PLANTA DE TRATAMIENTO
Proyectada

CISTERNA
APOYADA

44.20

RESERVORIO
"EL TABLAZO"
Cap.= 2,500 m³
existente

36.55

LOCALIDAD: "GARBANZAL"

18.00

ESTACION DE BOMBEO
Proyectada

RIO TUMBES

L= 2,950 m.l. ø 450 mm.

L= 3,550 m.l. ø 400 mm



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
CISMID - DPMD

TESIS : VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES
DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA CIUDAD DE TUMBES
ESQUEMA:
22.0

PLANO :
ALTERNATIVA N°1. DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE DE TUMBES

TESISTA :
BACHOLINDA MARTINEZ M.
ASESOR :
ING. CESAR MANZUR.
FECHA :
OCT 1994

los datos proporcionados sobre medición y medidores no son muy confiables y requieren de cuidadoso estudio.

Los medidores son instalados sin ningún plan pre establecido, en la mayoría de los casos, en cajas de registro con tapas de concreto pre moldeado frente a los predio y posterior a la instalación de la conexión domiciliaria.

La facturación, se realiza en forma mensual y para todas las administraciones de la Empresa, por computadora en la Oficina de Informática de Tumbes.

La medición de los consumos sólo se realiza en la ciudad de Tumbes. En Diciembre de 1993 fueron leídos 946 medidores siguiendo las 11 rutas en que está dividida la ciudad siendo el grado de exactitud baja.

La fecha de cobranza es variable, y el control de esta se realiza a través de los listados que emite la oficina de cómputo.

Muchos de los daños que se observan en el sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Tumbes, existen debido a la falta de programas de mantenimiento preventivo. EMAPATUMBES no realiza programas de cambios de tuberías antiguas, compra de repuestos para los equipos de bombeo como: empaquetaduras para las válvulas de entrada y salida, anillos, tuberías de $\varnothing$ 16" y accesorios necesarios y sólo cuando están frente al problema realizan las acciones necesarias.

Originalmente los anillos internos de las tuberías de agua potable, se construyeron con tubería de $\varnothing$ 16", luego se han sustituido en algunos tramos con tubería de A.C, en los que se han efectuado reparaciones. Tubería de A.C. de $\varnothing$ 10" se ha utilizado para realizar ampliaciones.

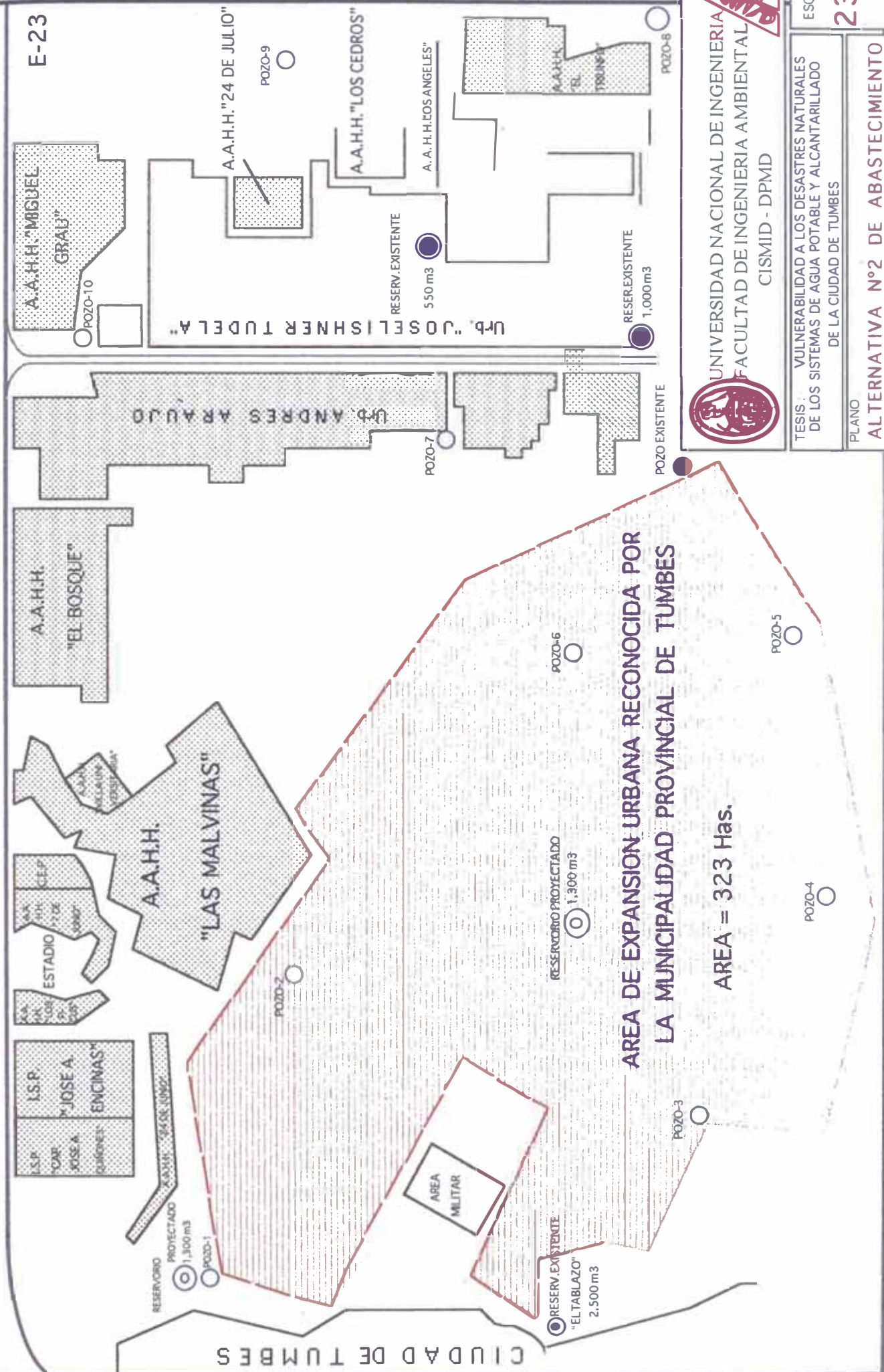
Es necesario hacer el catastro de las redes y realizar la investigación de su estado situacional.

La operación del sistema se inicia a las 2 a.m. y debe concluir a las 18.00 p.m. Las variaciones de turbidez del agua cruda, durante 6 meses del año son altas y el desplazamiento del río Tumbes es inseguro, por ello la captación corre un alto riesgo quedar inoperativa.

En el Plan Maestro Preliminar, efectuado por SÁNIPLAN AMSA TUMBES se presentan 2 alternativas para solucionar el problema del Sistema de Agua Potable de la ciudad de Tumbes.

Alternativa N°1 (Esquema E-22), la captación debe estar en un punto fijo de paso por el río Tumbes, ubicado en la zona de Garbanzal (Este de la ciudad de Tumbes). Esta captación estará equipada con estación de bombeo, línea de impulsión, en una longitud de 3,500 metros.

De esta forma el agua cruda captada se entregará a la Planta de Tratamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL

CISMID - DPMD

**TESIS : VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES
DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA CIUDAD DE TUMBES**

PLANO

ALTERNATIVA N°2 DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CIUDAD DE TUMBES

TESISTA:
OLINDA MARTINEZ M.

ing.

FECHA
OCT 1994

ESQUEMA

23.0

ubicada en la cota 68 m.s.n.m. Esta planta será de diseño convencional y constará de presedimentador, mezcla rápida, sedimentadores, filtros y cisterna de almacenamiento, desde donde se derivará una tubería de conducción al reservorio

El Tablazo, que está a una altura dominante de la población y debe considerarse como la cota cero para la ubicación del almacenamiento de reserva y regulación.

Alternativa N°2 (esquema E-23) contempla la captación mediante una batería de 10 pozos de 100 metros de profundidad, con rendimientos de 25 l.p.s. por pozo, ubicada en terrenos eriazos por el momento; ya que esta zona coincide con el área reservada para la expansión de la ciudad de Tumbes.

En el Esquema E-24 se muestran las alternativas de agua potable para Corrales y Tumbes, que se presenta en el Plan Maestro preliminar realizado por SANIPLAN-AMSA, en donde se proyecta una toma en La Peña para Corrales y llegar a una Planta proyectada en la cota 20m. cerca a San Jacinto y de allí mediante una tubería de impulsión de $\varnothing$ 350 mm. y 7,550 m. llegar hasta el reservorio de Corrales y para Tumbes se proyecta una estación de bombeo en la cota 18 m.(Garbanzal), de allí el agua cruda llegará a la Planta de tratamiento proyectada en la cota 66 m. por una tubería de $\varnothing$ 400 mm. y 3,650 m.; de esta planta y con una tubería de $\varnothing$ 450 mm. y 2,450 m. llegaría por gravedad hasta el reservorio "El Tablazo" en la cota 44.20 m.

Para mitigar en algo, los daños que produce la erosión de las lluvias sobre las tuberías de agua potable, sería de suma urgencia el asfaltado de las pistas y veredas por donde pasan las líneas principales o matrices de agua, para evitar que la naturaleza ahonde el problema, pues de esta manera se protegerían las tuberías.

Una de las calles que tiene mayormente este problema, cada vez que suceden las lluvias, es la calle Los Tumpis y General Morán que son zonas bastante erosionables, por ello es urgente que se asfalte estas dos calles porque aquí se rompen siempre las tuberías de agua y además se producen las inundaciones de desagües produciéndose un gran foco de contaminación de este en el agua potable cuando se rompen las tuberías.

Otro de los daños constantes al sistema de agua potable es la existencia del golpe de ariete, que puede producir succión en las tuberías de agua contaminando toda la red.

Para solucionar el déficit de abastecimiento grave, que soportan las localidades de La Cruz y Zorritos (sistema abastecido por la Planta de Tratamiento de Tumbes), se ha tomado como alternativa de solución, la ejecución de otra Planta de Tratamiento en Los Cedros (localidad 10.3 Km. al sur de Tumbes y a 7.3 Km. al norte de la localidad de La Cruz sobre La Panamericana), cuya fuente se ubica en el canal principal derivado de la localidad de La Peña. Esta Planta iniciará su

funcionamiento a partir de 1995.

Como una medida para descentralizar el sistema de agua potable, al norte de la ciudad de Tumbes en la zona de las Urbanizaciones Las malvinas y 24 de Julio, se viene construyendo el reservorio elevado "El Mirador", siendo la fuente de pozo profundo, con una capacidad de diseño de 1,000 m³.

Con la construcción de otra línea de impulsión, desde la Planta de tratamiento hasta el reservorio "El Tablazo", se estaría solucionando la dificultad en la regulación del almacenamiento de la ciudad de Tumbes. Esta línea ha sido diseñada para un caudal de 340 lts/seg., partiendo de la tubería de $\varnothing$ 20", tubería de salida de la estación principal en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Tumbes.

La potencia del equipo de bombeo es de 338 HP y altura dinámica de 52 m.

La construcción de esta línea de impulsión, se hace en tubería $\varnothing$ 16" de asbesto cemento clase 105 (A-7); está ubicada al noreste de Tumbes, vía principal Av. El ejército, en la misma zona de la línea de impulsión existente. La obra se realiza desde Marzo de 1994 y actualmente (Julio 1994) ya debe estar culminada.

El sistema de Agua Potable de Tumbes necesita desarrollar programas de:

- Mantenimiento preventivo
- Catastro técnico y comercial
- Macro y micró medición
- Control de pérdidas
- Detección de conexiones clandestinas
- Rehabilitación de las estructuras del sistema.
- Optimización del sistema.

Todas estas acciones y proyectos en conjunto constituyen las alternativas de solución a los daños existentes en el sistema de agua potable, que deberían ser realizados en forma continua por la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado.

Durante estos dos últimos años EMAPATUMBES viene realizando una serie de obras que reforzarán el sistema, mediante obras de rehabilitación y mejoramiento.

CAPITULO III

DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

CAPITULO

3

3. EVALUACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

3.1. Servicios Existentes

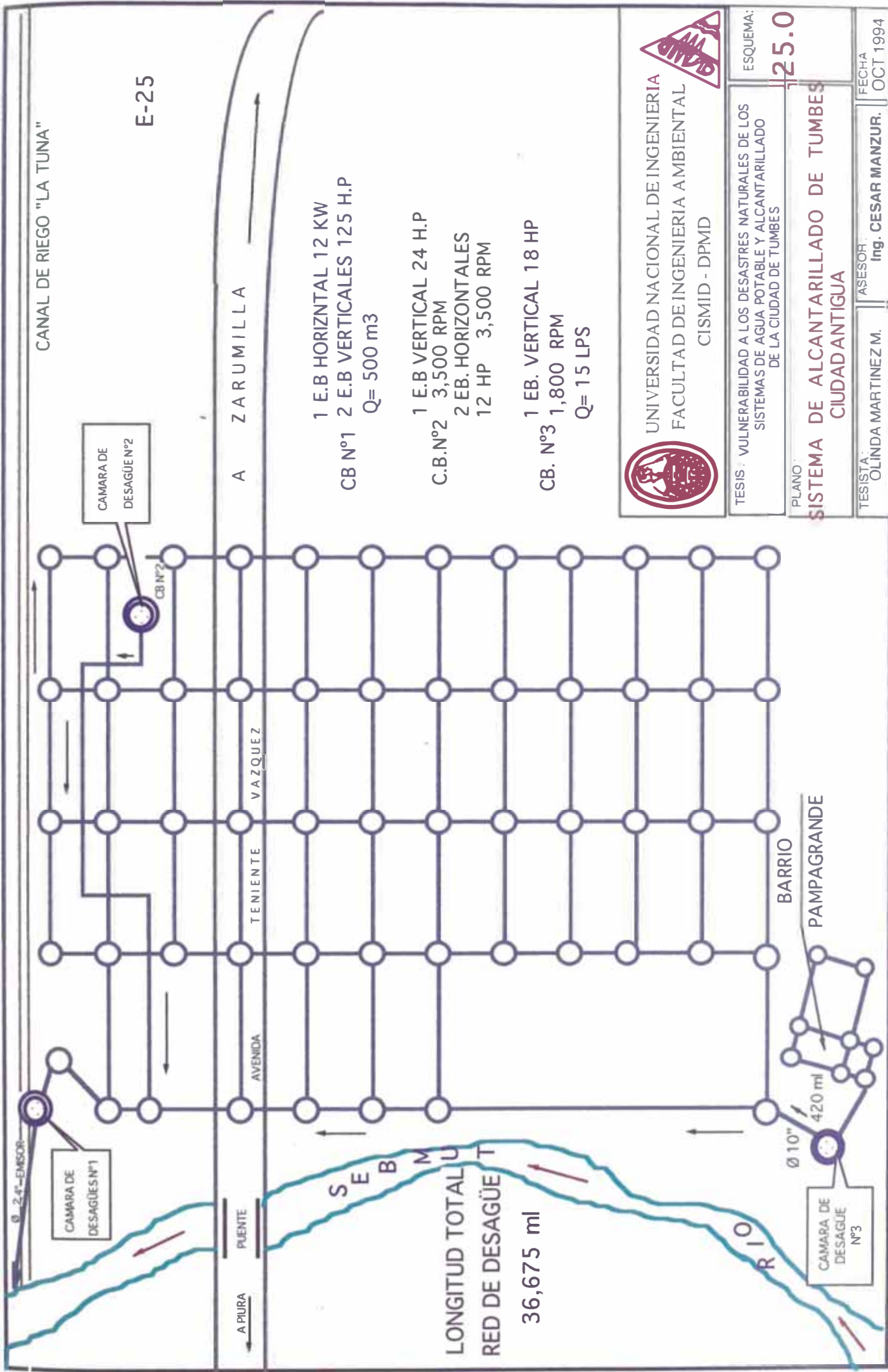
La ciudad de Tumbes cuenta con un sistema de colectores del tipo separativo: uno para los desagües domésticos y otro para las aguas pluviales que cubren parcialmente el casco urbano.

La red de colectores de desagüe, está dividida en 2 partes: una correspondiente a la ciudad antigua que consta de 36,839 mts. de tubería, de los cuales los tramos más antiguos son de fierro, y los más recientes son de concreto simple normalizado tipo "A" con unión de anillos de jebe, para las tuberías de $\varnothing$ 8", $\varnothing$ 10", $\varnothing$ 12" de diámetro y para los mayores de $\varnothing$ 14", tubería de concreto reforzado tipo B clase II con unión de anillo de jebe.

La otra parte, corresponde a la Urbanización Andrés Araujo y Lishner Tudela, de 3,470 ml. de longitud y actualmente en funcionamiento. Esta zona es independiente del sistema de alcantarillado de la ciudad antigua (Ver esquema E-25 del sistema de alcantarillado de la Urb. Andrés Araujo y Urb. Lishner Tudela). Aquí apreciamos las zonas que aportan sus desagües a las lagunas de estabilización de Lishner Tudela.

Constituyendo esta red una pequeña área servida por este sistema. En esta zona de las líneas de desagüe han sido construidas atravesando los lotes sin seguir un criterio técnico de diseño.

El drenaje pluvial existente en algunas partes de la ciudad cumple con su función en forma parcial; debido a que estos sistemas están parcialmente colmatados de sólidos que ingresan con el agua de las lluvias. En la Av. Teniente Vásquez, el sistema de drenaje pluvial se encuentra inoperativo, debido a que las últimas lluvias han colmatado completamente las tuberías. El diseño de este sistema no corresponde a la



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
CISMID - DPMD



TESIS : VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES DE LOS
SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA CIUDAD DE TUMBES

ESQUEMA:

25.0

PLANO

SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE TUMBES
CIUDAD ANTIGUA

TESISTA : OLINDA MARTINEZ M. ASESOR : Ing. CESAR MANZUR. FECHA : OCT 1994

intensidad de lluvias de la ciudad.

El dren natural de la calle Castilla que desemboca al río se encuentra lleno de desmonte, las rejas están rotas y cuando el río crece el agua ingresa por este hacia la ciudad.

El sistema de alcantarillado, cuenta con tres estaciones de bombeo de desagües: la cámara de bombeo N°1 es la que recibe todos los desagües de la ciudad provenientes de las otras dos cámaras y los que descargan directamente a esta.

En el esquema E-26 se aprecia el sistema de alcantarillado de la ciudad de Tumbes.

3.1.1. Estado de las Instalaciones

En algunas partes de la ciudad antigua, se observan tramos de tubería en pésimas condiciones de conservación y otros sobre todo en la zona baja (San José) donde la red de tuberías es relativamente nueva; pero debido a deficiencias en la construcción estos tienen un mal funcionamiento; constituyendo un gran problema durante todo el año e incrementándose éste cuando llega la época de lluvias.

Los buzones se colmatan por el exceso de caudal, proveniente del agua de lluvias que ingresa por los buzones, y los sólidos que acarrearán estas aguas, produciendo atoros y la salida de estas aguas servidas, anegando las viviendas y calles.

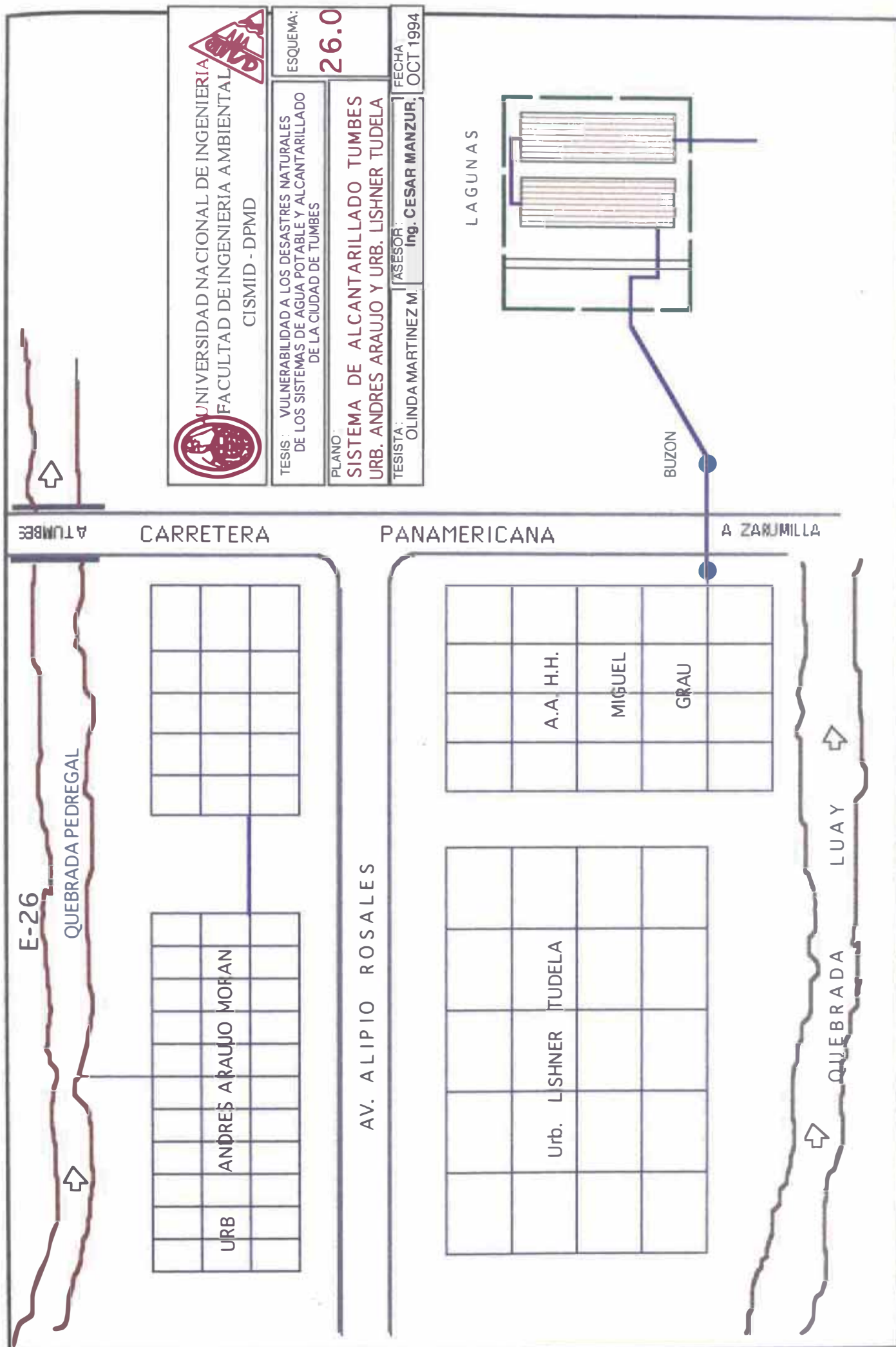
A esto se suma la elevada napa freática (0.50 mt.) de la zona baja, trayendo consigo infiltración en las tuberías de desagüe, aumentando el caudal dentro del sistema. Muchos de los Asentamientos Humanos dentro de la ciudad antigua, aun no cuentan con el sistema de alcantarillado, como se indica en la Lámina N°5, aquí aparecen las redes principales de alcantarillado existentes en la actualidad.

3.1.2. Redes Colectoras

La ciudad de Tumbes cuenta con un sistema de alcantarillado cuya antigüedad data del año 1954 (40 años) la variada geología ha producido el deterioro de las redes existentes (presencia de sulfuros) y atoros con subsecuentes aniegos de calles, avenidas y viviendas, agravando el bienestar de la población servida. La red de colectores en la población requiere de mantenimiento y detección de partes dañadas.

Por falta de desagüe pluvial superficial, el sistema soporta represamientos que por el tipo de terrenos, deben de haber originado asentamientos en la tubería y consecuentes represamientos.

El sistema global de redes y colectores de alcantarillado necesitan ser rehabilitados mediante la reparación, limpieza, descolmatación, cambio de redes y colectores existente.



La red de recolección de desagüe de la localidad de Tumbes está conformada por 36,839 m(de acuerdo a planos) de tubería para diámetros de $\varnothing$ 8", $\varnothing$ 10" y $\varnothing$ 12" las cuales se detallan en el cuadro N°3.1.2.1

Las redes colectoras de desagües de la ciudad de Tumbes sufren de graves problemas debido a que se encuentran trabajando muchas de ellas a tubo lleno, no existe un plan que considere la rehabilitación de estas redes trayendo como consecuencia atoros constantes en muchos tramos de estas; además que debido a las inundaciones pasadas estas se han hecho cada vez más vulnerables.

3.1.2.1 Colectores Primarios

Los colectores primarios, son los que se encuentran más afectados, debido a que en estos se recolecta los desagües provenientes de las calles que convergen calles principales, y no contando con la capacidad necesaria en algunos tramos, tales como el colector principal ubicado en la calle Castilla (después del mercado y que va con dirección al malecón Benavides hacia la Cámara de Bombeo N°1), durante el fenómeno "El Niño de 1992" tuvo que ser rehabilitado con el hidrojet que prestó SEDAPAL durante la emergencia.

Sin embargo en épocas normales, los colectores del sistema de Tumbes frecuentemente sufren de atoros, por lo que toda la red necesita de limpieza y descolmatación. Esto indica el mal estado en que se encuentran los colectores y las respectivas tuberías siendo urgente su cambio o reparación de los tramos afectados.

EMAPATUMBES debe de realizar un programa de rehabilitación inmediato de los colectores principales de la ciudad a la brevedad posible.

3.1.2.2. Colectores Secundarios

Los colectores secundarios, son aquellos que reciben las aportaciones de los laterales y descarga en los colectores o redes principales, al igual que los colectores primarios muchos de estos son muy antiguos y necesitan ser cambiados. Existen zonas en las que el terreno es suelto y tiene la napa freática alta, lo que hace que exista hundimiento y quizás hasta el desplazamiento tanto de colectores primarios como secundarios, trayendo como consecuencia los atoros generalizados que existen en el sistema.

3.2. Cámaras de Reunión y Bombeo

El sistema de alcantarillado de Tumbes, cuenta con 3 cámaras de reunión y bombeo. A la cámara de bombeo N°1 llegan los desagües provenientes de las otras dos

CUADRO Nº 3.1.2.1

METRADO DE LA RED DE RECOLECCION DE LA CIUDAD DE TUMBES

DIAMETRO	LONGITUD	MATERIAL
24"	350	C.S.N
21"	340	C.-S.N.
18"	580	C.S.N.
14"	714	C.S.N.
12"	1,420	C.S.N.
10"	3,465	C.S.N.
8"	25,130	C.S.N.
6"	4,840	C.S.N.

FUENTE:ELABORADO DE PLANOS EXISTENTES

cámaras ubicadas una en Pampagrande y la otra al costado del Hospital.

La cámara de bombeo N°1, está ubicada cerca al cuartel Coloma en la parte baja de la ciudad antigua. Desde aquí se envían los desagües provenientes de toda la ciudad por medio de un emisor de $\varnothing$ 24" al río Tumbes, sin ningún tipo de tratamiento.

Cada estación cuenta con un sistema de rejas, para evitar que ingrese material grueso flotante o suspendido a la succión de las bombas, una cámara seca que aloja el equipo de bombeo y electromecánico y la cámara húmeda que es adonde llegan las aguas servidas provenientes de las áreas de drenaje.

3.2.1. Cámara de Bombeo N°1

Es la cámara general que recepciona el 100% de las aguas servidas de la localidad, para luego evacuarlas al río Tumbes aguas abajo de la ciudad. Es una cámara del tipo combinado ya que a ella llegan aguas pluviales y aguas servidas.

El estado actual de los equipos es deficiente, por ello en algunas ocasiones se produce inundación de la cámara seca debido al deterioro de los equipos de bombeo, o a la paralización total de éstos. Causa de ello es la falta de energía eléctrica, que ocurre constantemente, así como por la inoperancia de los equipos.

Como se puede observar esto origina grandes problemas, y por consiguiente el deterioro de las instalaciones existentes. Además la cámara de bombeo carece de una línea de rebose que evacue las aguas servidas hacia el río Tumbes en forma directa, sólo por gravedad. También carece de rejillas para materiales gruesos, por ello se producen atoros en forma frecuente (Ver fotografía N°12). Otro problema es la filtración que se produce debido a la napa superficial alta.

Esta cámara recibe también los desagües pluviales mediante un emisor de 24" que no puede ser clausurado porque a él se han conectado instalaciones de aguas servidas. Por esto en los momentos más desfavorables, esta cámara trabaja con un caudal de 600 lps. en vez de 300 lps, para lo que fue diseñada como máxima capacidad.

Cabe señalar que los equipos en servicio, no logran deprimir el nivel de la cámara que se mantiene siempre alto, originando la inundación de los colectores, que al trabajar ahogados producen una alta sedimentación de sólidos, con las consecuencias permanentes de atoros en las redes.

Esta cámara está acondicionada para la instalación de cuatro equipos de bombeo.

3.2.2. Cámara de Bombeo N°2

Llamada cámara de bombeo de la Urbanización Tumbes (Ver fotografía N°13), esta cámara recepciona aguas servidas de origen exclusivamente doméstico. Las aguas servidas del lado Noroeste y Oeste de la ciudad (Urbanización Tumbes, Hospital, Villa

Naval, Barrio Los Tumpis, El Recreo y zona baja Barrio San José), a través de un emisor de 8", con un caudal de ingreso de 25 lps. para la condición de tubo lleno.

Además recepciona las aguas servidas del Hospital Zonal a través de una línea de impulsión de $\varnothing$ 3", con un caudal de llegada de 5 lps. y además las aguas servidas que vienen de la urbanización naval; produciéndose atoros con mucha frecuencia a la salida de esta cámara, debido a la descoordinación en el bombeo de las aguas servidas por parte de los de la Naval; pues los dos flujos de bombeo se encuentran y se produce la salida de las aguas servidas; ya que la capacidad de las tuberías son sólo para 30 lps, y al sobrepasar este caudal máximo, se rebalsa el agua por el buzón de encuentro.

Para evitar que el desagüe de la cámara húmeda inunde el equipo, se cuenta con una válvula de control. Esta cámara cuenta con dos bombas instaladas.

El funcionamiento de esta cámara es deficitario, produciendo constantemente aniegos en calles y viviendas, supeditada al fluido eléctrico y al flujo de aguas servidas que evacúa el Hospital y la Villa Naval. Cuenta con grupo electrógeno.

3.2.3. Cámara N°3 de Pampagrande

Esta cámara recepciona las aguas servidas de la zona Noreste y Este de la ciudad a través de un emisor de 8", con un caudal de ingreso de 25 lps para la condición más desfavorable de tubo lleno, además cuenta con una línea de rebose de 8". Cuando falta la energía eléctrica se llena la cámara húmeda rebosando por la línea de desfogue hacia los terrenos de cultivo adyacentes a la cámara; cuenta con grupo electrógeno propio.

3.3. Estructuras

La cámara N°1 cuenta con estructuras de concreto que protegen los equipos de bombeo, se encuentran bastante descuidados y sin mantenimiento, con una antigüedad de más de 20 años.

La cámara de la Urbanización Tumbes, no cuenta con una caseta que proteja los equipos de bombeo y tableros eléctricos, estos están dentro de un ambiente cercado y medio techado con calaminas, en regular estado de conservación.

De las tres cámaras de bombeo de desagües, la que presenta mejor estado de conservación es la de Pampagrande; además de estar siendo equipada con un grupo electrógeno para cuando falte la energía.

3.4. Equipos de Bombeo y Tableros Eléctricos

La cámara de bombeo de desagües N°1, cuenta solamente con dos electrobombas modelo H80-M-1-h45 de Hidrostral, una de 200 lps y HDT=15 mt. y la otra de 120 lps. y HDT=15 mt, en buen estado de servicio; y como equipo de emergencia, se tiene una electrobomba de 80 lps y HDT=8 mt. Estas electrobombas son de eje vertical, y cuenta con grupo electrógeno de emergencia, ubicado en un ambiente abierto, techado con calaminas al lado de la cámara seca como se observa en la fotografía N°14. Este grupo electrógeno es de 150 KW, para suplir las restricciones de energía que efectúa la Empresa Eléctrica.

Los tableros de control eléctrico (ver fotografía N°15) necesitan de mantenimiento. Para el suministro de energía se cuenta con un transformador de superficie de 1,000/ 220 V. y 315-KV. de potencia.

La cámara N°2 cuenta con una electrobomba de eje horizontal de 15 lps. y HDT = 10 mt., montada en forma improvisada en el techo de la cámara húmeda, y que por no ser el equipo apropiado para esta cámara, no logra deprimir el alto nivel de las aguas servidas, con la consiguiente inundación de los colectores y la sedimentación correspondiente.

El tablero eléctrico de esta cámara (Ver Fotografía N°16), corre el peligro de que en una lluvia fuerte, pueda ingresar agua a este y producir un corto circuito, ya que no posee la protección adecuada. Como fuente de energía, se tiene una línea trifásica a 220 V., que se alimenta del transformador de la empresa eléctrica más próxima (30 mts.), además para cubrir las restricciones del fluido eléctrico, se cuenta con un generador de 19.2 KW. a 220 V.

La cámara de bombeo N°3 actualmente se encuentra en re equipamiento, pues el equipo anterior estaba fuera de servicio; sólo una bomba se encuentra en funcionamiento, la segunda se encuentra en el taller.

Existe un tablero de mando de las bombas, la fuente de energía la da un transformador aéreo de 10,000/ 220 V con 50 KV de potencia. Además la empresa ha adquirido un generador de energía para suplir los cortes de servicio, que se realizan en forma permanente.

3.5. Línea de Impulsión

Existen 3 líneas de impulsión de desagües: la cámara de la Urbanización Tumbes, recepciona las aguas servidas del Hospital Zonal a través de una línea de impulsión de $\varnothing$ 3"; y otra línea de impulsión de $\varnothing$ 6" de diámetro y 600 metros de longitud, con un desnivel por vencer de 5.0 mts. y la tercera línea de impulsión es la que viene de Pampagrande de $\varnothing$ 6" de diámetro y 250 mts. de longitud, con un desnivel

por vencer entre la cámara y el punto de descarga de 25.00 mts.

El agua servida del sector N°3 es impulsada desde la cota 8.50/4.26 m.s.n.m. al buzón de cota 19.12/16.33 m.s.n.m., que se ubica en la intersección del Jr. Sucre y Av. Alfonso Ugarte.

La tubería de impulsión es de $\varnothing$ 10" y su longitud de 400 m. El caudal es de 30 lt/seg. con una altura dinámica total de 20 m.

La tubería de impulsión del sector N°2, de $\varnothing$ 6" y 440 m. de longitud impulsa el agua servida desde las cotas 6.35/0.17 hasta el buzón ubicado en la Av. Arica, entre las calles Mayor Novoa y Abad Puell. La impulsión se hace con una altura dinámica de 30 y/o 20 m. y caudales de 25 y/o 18 lt/seg.

La impulsión de las aguas servidas del Sector N°1, a partir de la cámara de bombeo N°1 se realiza mediante dos bombas que trabajan con altura dinámica total de 20-30 m. y caudales de 60-140 lt/seg impulsando el agua hacia orillas del río Tumbes.

3.6. Emisor

La ciudad de Tumbes se ha sectorizado en cuatro áreas de drenaje de aguas servidas, tres de ellas tienen un emisor común.

El Sector N°3 ubicado en la zona de Pampa Grande al Noreste de la Ciudad de Tumbes reúne el agua servida en la cámara de la estación de bombeo N°3, ubicada en la intersección de la Av. Alfonso Ugarte con la calle Agricultura, donde se encuentra la cámara de bombeo denominada N°3. Desde aquí el agua servida llega por gravedad a la cámara N°1.

El Sector N°2 ubicado en la zona norte de la ciudad de Tumbes, reúne las aguas servidas en la estación de bombeo N°2, ubicada en la intersección de la Av. Arica y Calle 24 de Julio (de la Urbanización Tumbes).

A partir del buzón ubicado en la calle Arica, entre las calles Mayor Novoa y Abad Puell, el agua servida por gravedad concurre a la cámara N°1

El Sector N°1, ubicado al Sur-Oeste de la ciudad, drena las aguas servidas en dirección a la esquina formada por la prolongación del Malecón Benavides y prolongación de la Calle Tarata, en donde se encuentra la cámara de bombeo N°1.

El emisor principal del sistema de alcantarillado es de $\varnothing$ 24" de diámetro, está ubicado cerca de la margen derecha del río, colindante a terrenos de cultivo, y cruzando el canal La Tuna, en el se efectúa la descarga de las aguas servidas de la ciudad, directamente al río Tumbes.

Actualmente este se encuentra afectado en dos tramos en su recorrido al punto de descarga, uno precisamente al costado de la toma que hacen los agricultores para llevar agua de riego por el canal "La Tuna", el otro tramo afectado por las intensas

lluvias de 1992, está a unos 200 mts más adelante, donde el río se llevó un tramo de tubería, estando ahora el punto final de descarga más cercano a la ciudad. En la fotografía N°17 que se muestra a continuación se puede observar la falta de mantenimiento en que se encuentra el emisor, totalmente cubierto de maleza.

El Sector N°4 está conformado por las Urbanizaciones Andrés Araujo, José Lishner Tudela y Urbanizaciones aledañas, el drenaje de esta red de alcantarillado es originado por estas poblaciones y drena mediante el emisor correspondiente a las lagunas de estabilización; llegando hasta éstas por gravedad hasta una cota promedio de 10 m.s.n.m. Ver Fotografía N°18 y N°19.

3.7. Zona de Disposición Final de los Desagües

Por la magnitud de las aguas servidas, la ciudad de Tumbes origina la mayor contaminación bacteriológica de las aguas del río del mismo nombre, por cuanto las redes de alcantarillado del sector antiguo terminan en tres cámaras de reunión y bombeo, que descargan los desagües en la margen derecha.

Tumbes no cuenta con una disposición final de desagües adecuada, pues una se hace directamente al río, sin ningún tipo de tratamiento; y otra hacia la quebrada "El Pedregal".

Como se observa, la falta de un tratamiento previo para estos desagües, constituye un serio problema de contaminación en Tumbes, como se ve en la quebrada "El Pedregal", que las aguas negras provenientes del emisor de $\varnothing 12"$ de las poblaciones asentadas en la margen derecha de esta. Ver Fotografía N°18

La zona norte de la ciudad de Tumbes, cuenta para la disposición final de los desagües, por medio de las lagunas de estabilización de Lishner Tudela, cuyo funcionamiento actual es bueno a pesar de los defectos de los sistemas de salida, cuyo efluente al salir por rebose directamente, permite el escape de las algas promotoras del proceso depurador biológico.

Contribuye a la disminución de eficiencia de este sistema, el poco caudal de agua servida que fluye libremente. No cuenta con un dispositivo de aforo, en donde se tendrá que controlar la eficiencia del sistema.

Las lagunas en servicio requieren de mantenimiento y pequeñas modificaciones. Su funcionamiento es normal.

En el esquema E-27, disposición final de los desagües de Tumbes, se puede apreciar el área de drenaje de los desagües domésticos después de la cámara N°1; luego de reunir en esta cámara de bombeo las descargas de las otras dos cámaras, los desagües irán directamente a contaminar el río.

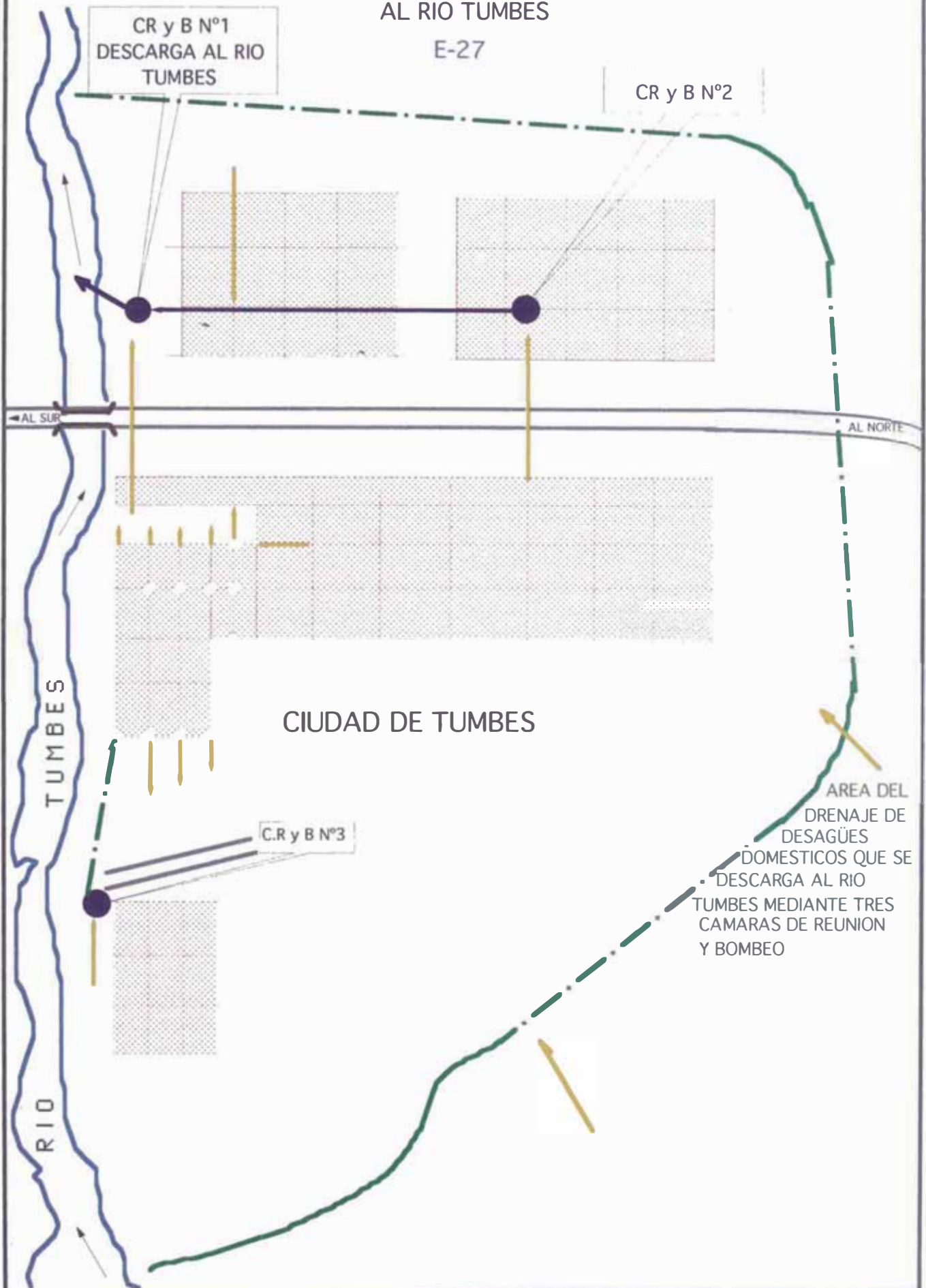
ESQUEMA: DISPOSICION FINAL DE LOS DESAGÜES

AL RIO TUMBES

E-27

CR y B N°2

CR y B N°1
DESCARGA AL RIO
TUMBES



3.7.1. Zona de Descarga de la Ciudad Antigua

Todo el desagüe proveniente de la parte alta y baja de la ciudad, se reúnen en la Cámara de Bombeo N°1, desde donde son elevados hasta el emisor de $\varnothing$ 24", que los llevará hasta unos 500 metros fuera de la ciudad, bordeando el río hasta llegar a un punto desde donde a través de un canal que atraviesa terrenos de cultivo llega hasta el río, produciendo contaminación a su paso hacia este y en sus aguas. Los agricultores de esta zona por estar en alto, no cuentan con la suficiente agua para riego, aprovechando estas aguas servidas para solucionar su problema de falta de agua, sin medir las consecuencias futuras por la contaminación de sus vegetales, sobre todo si son de tallo corto, pues estas aguas no cuentan con ningún tipo de tratamiento.

Estas aguas servidas no sólo son provenientes de desagües domésticos, sino también del Hospital, los que no tienen ningún tratamiento previo a su descarga.

Existen bacterias patógenas que podrían ser consumidas por la población, que no conoce como se riegan algunas legumbres que son sembradas en esta zona. Este tramo de descarga, ha sufrido la reducción de su longitud, ya que las intensas lluvias erosionaron los terrenos sobre los que se encontraba este emisor, produciendo la rotura de un tramo de este. Además para evitar el aniego de la cámara seca en la cámara de Bombeo N°1, cuando se produce el corte de la energía eléctrica, se ha hecho un rebose al costado de la caseta, y por un canal el desagüe va hasta orillas del río (margen derecha a la altura del cuartel Coloma)

3.7.2. Zona de Descarga de Nuevo Tumbes

La parte norte de la ciudad denominada "Nuevo Tumbes" está formada por muchas urbanizaciones nuevas y Asentamientos Humanos, que cuentan con agua potable y fuente propia de abastecimiento y con red de desagües, unas descargando directamente a las quebradas colindantes y otras al sistema de tratamiento biológico mediante lagunas de estabilización, como las lagunas de Lishner Tudela formadas por una laguna primaria y una secundaria con un área de 0.3 Has. cada una. Ver Fotografías N°19 y N°20.

Estas lagunas están funcionando bien a pesar del defecto de los sistemas de salida, cuyo efluente sale por rebose permitiendo que las algas promotoras del proceso biológico se "escapen" de las lagunas.

La razón principal es que el caudal que reciben estas lagunas es muy pequeño y no corresponden al volumen de desagüe a tratar en función a su carga orgánica, la ubicación de estas lagunas en tierras eriazas permitirá en el futuro, como solución definitiva, la disposición final de todos los desagües de la ciudad de Tumbes cambiando el sentido de las tuberías de impulsión, concentrarlos en dicha área y efectuar un

proyecto agrícola con más de 200 Has. que redundaría en un impacto positivo. El esquema .E-28 nos muestra como están formadas estas lagunas y cuales son sus dimensiones; hasta aquí llegan los desagües a través de un emisor de $\varnothing$ 24" que llega a un canal Parshall y de allí hace su ingreso por un costado de la laguna primaria.

Una parte de Nuevo Tumbes no cuenta con un lugar adecuado para disponer sus desagües, con muy poco criterio sanitario, se ha construido un emisor que descarga sus aguas negras en la quebrada Pedregal, presentando esta un panorama desagradable debido al mal olor que produce el desagüe al atravesar el puente que pasa por la carretera Panamericana.

3.8. Conexiones Domiciliarias

El estado de las conexiones domiciliarias de alcantarillado en la ciudad es regular, muchas de estas conexiones debido a su antigüedad necesitan ser reparadas y hasta el año 1993 se tiene un total de 6,673 conexiones domiciliarias clasificadas por categorías. ver cuadro N° 3.8.1

A pesar de que el casco urbano cuenta con el sistema de alcantarillado muchas familias no son favorecidas con este servicio, debido a la falta de obligatoriedad de parte de la empresa de aguapotable y alcantarillado para que realicen sus conexiones domiciliarias.

Por otra parte mas del 70% de la población tumbesina, no cuenta con conexiones de alcantarillado, sobre todo en las zonas marginales de la ciudad.

El servicio de alcantarillado debido a las lluvias, falta de pavimentos y veredas en las calles, ha provocado un rápido deterioro de las conexiones domiciliarias de alcantarillado, con las subsecuentes fugas y aniegos domiciliarios; agravando la precaria situación y bienestar del público usuario, favoreciendo el brote de enfermedades variadas. Hasta el año de 1991 contaba con una población servida de 36,972 habitantes. A continuación se muestra el cuadro N°3.8.2, en donde se da a conocer el estado de las conexiones domiciliarias, red de desagües, mantenimiento del sistema y consumo de energía a nivel departamental hasta Junio de 1992.

3.9. Análisisde Daños en el Sistema y Alternativas.

Los daños existentes en el sistema de alcantarillado, son los que se han producido por las inundaciones 1983 y de 1992, en mayor grado y principalmente en las partes bajas de la ciudad, dado que en estas zonas se reúnen todas las aguas de lluvia, produciéndose una gran laguna de aguas de lluvia y aguas servidas, como consecuencia de la colmatación de los colectores de esta zona. Por la cantidad de sólidos que ingresan a los buzones de desagüe al querer eliminar el agua de lluvia, la napa freática tan alta,

LAGUNAS DE ESTABILIZACION LISHNER TUDELA

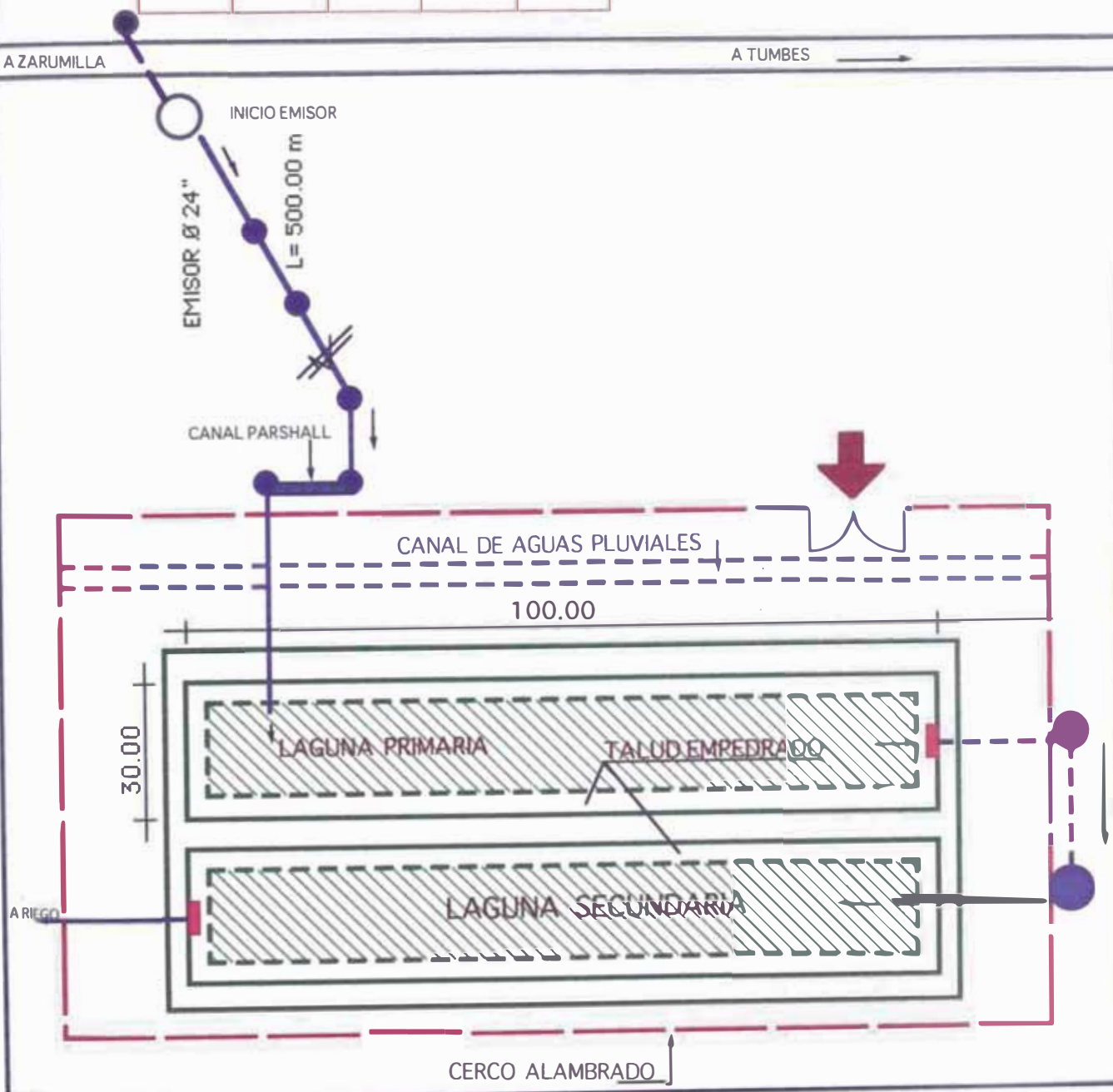
AREA: PRIMARIA = 0.30 HAS.

SECUNDARIA = 0.30 HAS.

	Urb.	LISHNER	TUDELA	

A ZARUMILLA

A TUMBES



CUADRO No 3.8.1

NUMERO DE CONEXIONES DE ALCANTARILLADO POR CATEGORIAS

(AÑO 1993)

LOCALIDAD	SOCIAL	DOMESTICO	COMERCIAL	INDUSTRIAL	ESTATAL	TOTAL
TUMBES	10	3,981	840	15	50	4,896
CORRALES	--	254	10	1	--	265
ZARUMILLA	15	435	53	1	10	514
ZORRITOS	5	565	30	2	5	607
S.J.VIRGEN	--	--	--	--	--	--
P.HOSPITAL	--	--	--	--	--	--
PAPAYAL	--	--	--	--	--	--
PTO.PIZARRO	--	--	--	--	--	--
POCITOS	-	--	--	--	--	--
A.VERDES	--	285	100	--	6	391
TOTAL	30	5,520	1,033	19	171	6,673

Fuente: Oficina de Tarifas EMAPATUMBES

CUADRO N° 3.8.2

CONEXIONES DOMICILIARIAS DE DESAGÜES EN EL DEPARTAMENTO DE TUMBES

JUNIO DE 1992

LOCALIDAD	CONEXIONES DOMICILIARIAS			RED DE DESAGÜES L(km.)		MANTENIMIENTO			CONSUMOS REALES				
	ACTIVA	INACTIV	INSTAL	CAPACID INSTALADA	PERIOD	DESATORO		LIMPIEZA	PRODUCTO QUIMICO			ENERGIA	
						EN RED	EN CONEX		COLEC (KM)	HIPO CLORI	ELECTRI KW-Hr	PETRO GAL.	OTROS ACEIT
TUMBES	4504	328	34			32		4			12660	542	10
CORRALES	265					5		2					
ZARUMILLA	514												
ZORRITOS	606												
TOTALES	5889	328	34			37		6			12660	542	10

FUENTE: EMAPATUMBES

produce infiltración en las tuberías de desagüe incrementando el caudal en estas, sobrecargando los colectores produciéndose el desborde de las aguas servidas.

Debido a daños que no fueron rehabilitados convenientemente, y que se han ido incrementando a través de los años, se puede apreciar en la ciudad antigua problemas constantes de inundaciones por desagües domésticos en tiempos normales.

La calle Castilla tiene problemas de colmatación durante época normal y sobre todo en épocas de lluvias, el dren que debería servir para evacuar el agua proveniente de las lluvias constituye un grave problema, como las precipitaciones son intensas y de gran duración producen la elevación del nivel de las aguas del río Tumbes y estas se regresen hacia la ciudad por este. Por ello para tratar de evitar la inundación de las calles se destapa el buzón más cercano para evacuar esta agua, produciendo el represamiento de este colector que sólo puede ser rehabilitado con el hidroyet que facilita SEDAPAL en estos casos de emergencias.

El estado actual de los colectores principales en la ciudad de Tumbes se aprecian en la lámina N°6.

A consecuencia de las lluvias el dren de la calle Castilla queda completamente lleno de lodos, que no son limpiados por mucho tiempo, debido a la falta de mantenimiento las rejillas están completamente rotas, es utilizado como lugar de juegos y depósito de basura por algún poblador inconsciente.

La alternativa para evitar el ingreso de las aguas del río hacia la ciudad, sería colocar una compuerta tipo charnalla que permitirá el ingreso de las aguas de lluvia de la ciudad hacia el río, pero no el de las aguas del río hacia esta.

El sistema de alcantarillado y drenaje pluvial, de la ciudad de Tumbes, necesita desarrollar programas de mantenimiento preventivo, tanto en las estaciones de bombeo así como en la red de alcantarillado, además de realizar un catastro de conexiones domiciliarias.

Un aforo del caudal de desagüe, es necesario para controlar las fugas existentes en la red.

Otro de los daños graves que presenta el sistema, es el vertido de los desagües crudos al río Tumbes, provocando contaminación al cauce de este y zonas colindantes. También en la quebrada El Pedregal, existe otro foco de contaminación producido por el vertido de desagües.

A continuación se presentan las alternativas para solucionar el problema de contaminación que se origina por el vertido de los desagües, y por el deficiente sistema de alcantarillado en la ciudad de Tumbes. El cuadro N°3.9.1 presenta las áreas de lagunas que son necesarias para tratar las aguas servidas a nivel del departamento de Tumbes. Se recomienda un programa de control de los tratamientos biológicos de las lagunas, controlando en especial la estabilidad de la D.B.O en los efluentes cuyo rehuso se recomienda para usos agrícolas.

CUADRO Nº 3.9.1

**CUADRO DE AREAS DE LAGUNA PARA TRATAR LOS DESAGÜES DE LAS
PRINCIPALES LOCALIDADES DE TUMBES**

LOCALIDAD	POBLACION 1993	AREA LAGUNA CONSTRUIDA (Ha)	AREA LAGUNA REQUERIDA (Ha)	DEFICIT AREA LAGUNAS (Ha)
TUMBES	73,638	0.30	9.20	8.90
CORRALES	14,208	0.32	1.78	1.46
ZARUMILLA	13,203	0.72	1.65	0.93
ZORRITOS	8,813	0.40	1.10	0.70
AGUAS VERDES	6,434	1.20	0.80	-----
LA CRUZ	6,392	0.31	0.80	0.49
PAPAYAL	3,882	0.18	0.48	0.30
SAN JACINTO	4,584	-----	0.57	0.57
PAMPAS DE	2,692	-----	0.34	0.34
HOSPITAL	2,163	-----	0.27	0.27
SAN JUAN DE LA VIRGEN				

FUENTE: SANIPLAN AMSA TUMBES

La contaminación ambiental en la ciudad de Tumbes, presenta un cuadro preocupante, pues el curso bajo del río Tumbes es errante debido a su poca pendiente, que frecuentemente lo aleja de las zonas de vertido, originando muladares y botaderos de basura en el trayecto totalmente húmedo por donde discurren estas aguas.

Se debe de tener en cuenta que, en períodos de precipitaciones se atenúa el problema, debido al gran caudal que porta el río; pero en estos mismos períodos la contaminación producida por atoros debidos al gran aporte de agua de origen pluvial, se agrava en la zona Oeste densamente poblada, y se torna sumamente grave la situación del vertido de aguas servidas en los períodos de estiaje, épocas en que el caudal del río puede decrecer a menos de 10m/seg.

La ciudad de Tumbes, mediante tres Cámaras de Bombeo, impulsa los desagües crudos al río, a 100 metros del cuartel Coloma, con un volumen cercano a 100 lt/seg.

Para evitar esta contaminación, el Ingeniero Luis Malnati de SANIPLAN-AMSA encargado de realizar el estudio del Impacto Ambiental, producido por el vertido de los desagües en el departamento de Tumbes(Planes Maestros Preliminares), establece que cambiando el sentido de las tuberías de impulsión, de manera que las cámaras de bombeo N°1 y N° 2 cambien su sentido. Los desagües serán impulsados hacia la zona norte a la altura de las lagunas de tratamiento Lishner Tudela.

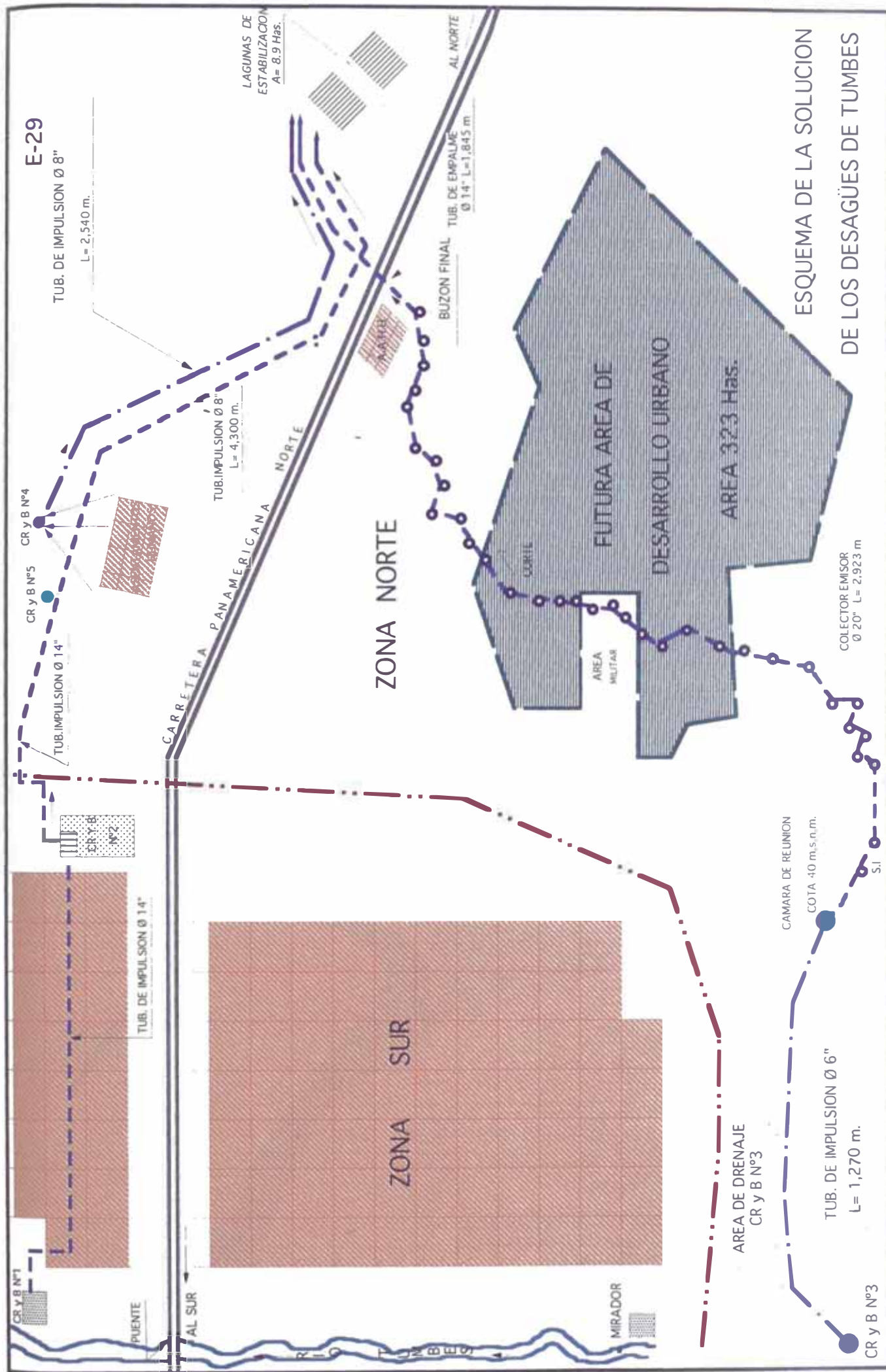
La cámara de bombeo N°2 impulsará los desagües a la altura del reservorio "El Tablazo" en la cota 40 m.s.n.m,y de allí irán por gravedad mediante un Colector Emisor atravesando la futura área urbana ya aprobada por el Municipio, llegando a la altura del A.A.H.H. Las Malvinas y descendiendo por la quebrada Pedregal, descargará en la misma área de las lagunas Lishner Tudela. En forma esquemática se aprecia esta alternativa en el esquema E- 29.

El volumen de desagüe proveniente de esta primera etapa será tratado por medio de lagunas. Con el efluente tratado se puede realizar un gran proyecto de riego agrícola, ya que existen extensas tierras eriazas en las cercanías de estas lagunas.

La ventaja con que cuentan estas lagunas es la constancia y regularidad del viento, como las horas de sol y clima parejo en temperaturas que favorece el crecimiento de vegetación propiciando el desarrollo de algas necesarias para restablecer el equilibrio de oxígeno en estas.

En la lámina N°7 se aprecia la ubicación de las cámaras de bombeo de desagües existentes y las 3 cámaras de bombeo y una de reunión en la cota N°40 que serán necesarias para poder reunir todos los desagües de la ciudad y llevarlos a la zona de las actuales lagunas de estabilización. Se construirán 7 lagunas más para poder realizar el tratamiento de todos los desagües.

En esta lámina apreciamos las tuberías de impulsión con sus respectivos diámetros y el colector emisor de $\varnothing$ 20" que llega hasta el emisor final de $\varnothing$ 14" de C.R.N.



CAPITULO IV

DESASTRES NATURALES EN LA CIUDAD DE TUMBES

CAPITULO

4

4. LOS DESASTRES NATURALES EN LA CIUDAD DE TUMBES

4.1. Desastres Naturales en la Zona de Estudio

Este capítulo trata de los desastres naturales que afectan a la ciudad de Tumbes, cuya geomorfología presenta cambios permanentes a largo y corto plazo. Este dinamismo geomorfológico se debe tanto a causas naturales como artificiales (creadas por el hombre) y producen efectos desastrosos debido no sólo a las condiciones físicas características de la zona, sino también a la vulnerabilidad generada por la población.

Los desastres que ocurren en esta zona son debidos a las condiciones naturales que presenta, pues la topografía es bastante irregular la cual acompañada de grandes precipitaciones y aumento del caudal del río, produce las condiciones propicias para la ocurrencia de un desastre por inundaciones, sobre todo en las partes bajas que son las más afectadas, ya que reciben el aporte de las partes altas, además que las precipitaciones que aquí se producen son de gran magnitud.

La naturaleza de los suelos y el hecho de contar con una napa freática muy superficial y estas precipitaciones, ponen en peligro de un gran desastre natural en caso de ocurrir un sismo, ya que Tumbes es una zona de alta sismicidad

El impacto de un desastre natural lo puede incrementar el poblador tumbesino, ya que la expansión urbana se realiza de manera espontánea, sin tener en cuenta los riesgos a los que están expuestas las zonas donde se produce el asentamiento.

Los sucesos ocurridos en el año 1983, impulsaron a la población debido a una carencia de áreas adecuadas, a ocupar paulatinamente las quebradas y faldas de los cerros, siendo estos terrenos inundables en épocas de lluvias y avenidas.

En 1992 se produjo nuevamente el fenómeno "El Niño" causando graves consecuencias sociales, económicas y de salud a esta población, ya anteriormente castigada por la naturaleza. Como se puede observar este fenómeno no tiene una frecuencia conocida, sino que ocurre en forma aleatoria, por lo tanto se debe estar preparado para afrontar este tipo de fenómeno, aplicando medidas preventivas para atenuar los efectos que ocasionan los desastres naturales, y realizando el estudio de la vulnerabilidad de la zona. Ver fotografía N°21.

Como consecuencia de estos desastres naturales, los servicios de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Tumbes, se han visto afectados en dos oportunidades en estos últimos 9 años, trayendo consigo el racionamiento y mala calidad del agua potable como consecuencia de la rotura de las redes de agua y al mal estado de conservación de las conexiones domiciliarias.

Muchas de estas redes y conexiones domiciliarias son muy antiguas y no se les ha dado el mantenimiento necesario. Al ocurrir una inundación, se produce erosión de los suelos y hundimientos del terreno, haciendo que este sistema colapse en algunos tramos, como ocurrió en el año 1992, la tubería matriz que lleva agua a Puerto Pizarro fue afectada por estas causas, quedando esta población desabastecida.

También fueron afectadas las tuberías de impulsión que llevan agua desde la Planta de tratamiento hacia otros distritos (Corrales, La Cruz y Zorritos).

Las inundaciones trajeron consigo un grave problema de contaminación a la población tumbesina, pues la gran cantidad de sólidos que acarrearán las precipitaciones pluviales colmataron los colectores de desagüe, produciéndose aniego de las aguas servidas mezcladas con el agua de lluvia. Inundando calles y viviendas, constituyéndose en un gran foco infeccioso y criadero de mosquitos y zancudos, con el peligro de ocurrencia de enfermedades con carácter de epidemias, sobre todo para los habitantes de las partes bajas de la ciudad. Ver fotografía N°22.

Los sismos son otro tipo de fenómeno natural, al cual está expuesta esta zona del territorio peruano. En caso de ocurrir un sismo fuerte, los sistemas de agua potable y alcantarillado serían seriamente afectados, pues debido a la falta de programas de rehabilitación y mejoramiento presentan un alto riesgo ante este tipo de desastre natural, además del tipo de suelo sobre el cual están contruidos éstos sistemas presentan las condiciones favorables a este fenómeno.

4.2. Tipos de Desastres Naturales

Los fenómenos naturales que se han producido a través de los años en la ciudad de Tumbes, adquieren magnitudes no usuales cada vez que se han producido.

Presentando cada uno de ellos características diferentes, determinando acciones destructivas masivas en extensas zonas de la región. Muchos de éstos

fenómenos naturales, han sido causantes de catástrofes cuando azotan zonas pobladas, pues la acción destructiva afecta a obras e instalaciones que el hombre ha ejecutado y que le son necesarias para su vida colectiva.

La historia de la ciudad de Tumbes, nos dá a conocer que en esta zona han ocurrido desastres naturales causados por sismos en varias oportunidades, trayendo como consecuencia devastación y muerte en la población y por inundaciones producidas por el fenómeno "El Niño", que han ocasionado pérdidas humanas y deterioro en la infraestructura económica y social.

De acuerdo a la magnitud de estos desastres evaluados en razón a sus efectos, se deriva el grado de vulnerabilidad de los sistemas que se analizan. Tales efectos son los siguientes:

- I) Afectación de los servicios públicos colectivos: agua, desagüe y luz.
- II) Destrucción o afectación a la propiedad pública y privada.
- III) Desarrollo de epidemias.
- IV) Alteración de las actividades normales de vida local.

En función del tipo de fenómeno que origina el desastre, y el grado, de vulnerabilidad de la infraestructura, se producirá la mayor o menor afectación de las estructuras que se trata de analizar.

A continuación se hace una descripción de los tipos de desastres naturales que han ocurrido en la ciudad de Tumbes.

4.2.1. Inundaciones

Las inundaciones que se producen en la ciudad, se han debido a dos causas: una de ellas es la elevación del caudal del río Tumbes y el efecto de las mareas que se producen sobre este, haciendo que se eleve el fondo del lecho del río, produciendo la consiguiente inundación. Actualmente el malecón Benavides sirve para reducir la posibilidad que esto ocurra. Las otras causas son las precipitaciones pluviales, que debido a la topografía tan accidentada constituyen un factor para que las zonas bajas sean inundadas.

Debido al fenómeno "El Niño" (al que se hace referencia posteriormente) las precipitaciones pluviales que se producen en algunos años sufren grandes afectaciones, pues estas son de gran magnitud y duración, produciendo inundaciones en las partes bajas y planas de la ciudad. Como se puede apreciar en la fotografía N°23

Las inundaciones constituyen las causas más frecuentes de desastres en esta ciudad, como referencia se menciona las inundaciones más recientes producidas por el fenómeno "El Niño"; que ocurrieron en el año 1983, 1992 y que durante los primeros meses de 1993 han afectado grandemente a la población tumbesina, pues

tiene que vivir con el agua dentro y fuera de sus viviendas.

La topografía accidentada de la ciudad ayuda a la erosión y acarreo de sólidos, cuando se producen estas inundaciones, además de la acción directa de las aguas en las estructuras. Los efectos que producen estas inundaciones son: destrucción de las líneas de conducción de agua potable que se encuentran dentro de la ciudad, y las que abastecen a otros distritos; el emisor de desagüe de la ciudad Vieja que atraviesa el canal "La Tuna" fue afectado por las inundaciones.

Debido a las incesantes lluvias, que se produjeron durante el año 92, el caudal del río subió inundando los sembríos y la parte baja de la ciudad antigua.

Cruzando estos terrenos, está ubicado el emisor que lleva los desagües de la ciudad a su descarga final que es el río Tumbes. Este emisor quedó afectado en dos tramos, la Planta de Tratamiento de Agua Potable también se vio afectada por la crecida del río, pues en la captación antigua se produjeron depósitos de sólidos en el canal aductor arenando los equipos de bombeo de agua cruda teniendo estos que dejar de funcionar, con la consiguiente falta del líquido elemento para la población.

Las estaciones de bombeo de desagües sufren inundaciones de sus cámaras secas, debido a que el caudal que ingresa a estas, supera el caudal de diseño, ya que aparte del desagüe doméstico también llegan las aguas de lluvia que ingresan por los buzones de desagüe, trayendo abundante sólido, produciendo sedimentación y atoro en el sistema afectando las bombas, motores y demás equipos. Las inundaciones de las cámaras de bombeo también se producen cuando falta la energía eléctrica ya que se deja de bombear los desagües.

Como consecuencia de estas inundaciones, las estructuras de protección de las captaciones, pozos y galerías se ven muy afectadas; las cámaras de bombeo y re bombeo de agua potable se ven afectadas por la falta de energía eléctrica, a causa de las inundaciones se produce el corte del fluido eléctrico y al acabarse el combustible de los equipos de reemplazo, no se puede realizar el abastecimiento por deterioro de las carreteras.

Las inundaciones (ver fotografía N°24) que se producen en la ciudad de Tumbes son de gran magnitud, y la población sufre enormemente estos efectos pues inclusive por la colmatación del sistema de alcantarillado el desagüe sale por los baños inundando sus viviendas. El bloqueo de los colectores del sistema de alcantarillado, produciéndose represamientos y desborde por los buzones y otras estructuras locales de disposición de aguas negras (tanques sépticos, silos , etc.) sobre todo en la zona baja de la ciudad (barrio San José, Fonavi, colegio El Triunfo) quienes tienen los problemas más graves cuando se producen inundaciones en la ciudad.

La Planta de Tratamiento de Agua Potable, se ha visto afectada debido al aumento del caudal del río Tumbes, al traer estas grandes cantidades de sólidos, se

deterioran las unidades de tratamiento de la planta, que trabajan con altas turbideces. Además se tiene que incrementar la dosis de productos químicos para el tratamiento del agua, evitando que detener su funcionamiento con la consiguiente restricción del agua a la población. La consecuencia más grave que han dejado estas fuertes preirrigaciones del año 1992 para el sistema de agua potable, ha sido el alejamiento de la captación antigua de la planta de tratamiento de agua potable.

Las inundaciones producidas en la ciudad de Tumbes, tienen su origen en fenómenos hidrometeorológicos creando serios peligros que dependen de diferentes parámetros, no necesariamente independientes entre sí pero que crean diferentes tipos de peligros que claramente pueden ser reconocidos. Estos parámetros son:

1. Profundidad del agua: Parámetro asociado con la profundidad que alcanza el agua.
2. Duración: Parámetro asociado con la seguridad estructural, efectos e interrupción de las comunicaciones, actividad industrial y servicios públicos.
3. Velocidad de las aguas: Parámetro asociado con las fuerzas altamente erosivas que producen fallas totales o parciales de estructuras al crear inestabilidad en las fundaciones y soportes.
4. Tiempo de ocurrencia: Parámetro asociado con la rapidez con que se produce la avenida e inundación, es importante para la alarma de emergencia.
5. Frecuencia y períodos de ocurrencia, parámetros intimamente ligados con los efectos dañinos.

Un peligro que traen las inundaciones son los problemas asociados con contaminación de aguas provenientes de alcantarillados sanitarios, y con el hecho de que en áreas inundadas es prácticamente imposible la reparación de tuberías.

4.2.1.1. Fenómeno "El Niño"

"El Niño" se caracteriza por ser un fenómeno costero, acompañado de cambios bruscos que afectan notablemente las condiciones del mar y del clima. Viene ocurriendo de manera aleatoria y desastrosa en esta zona de la costa norte peruana, no teniendo un patrón de ocurrencia, es por ello que no se puede predecir cada cuantos años va a ser su período de retorno, y estar preparados para la emergencia que su presencia origina.

En la Lámina N°8, aparecen los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado y su ubicación frente al plano de Microzonificación de Peligro al fenómeno "El Niño".

Este fenómeno se ha convertido en la causa natural, de la transformación de la geomorfología externa en todo el departamento de Tumbes, y repercute enormemente en la ecología de sus aguas costeras.

Se caracteriza porque las aguas cálidas de baja salinidad penetran en el océano; coincidiendo con otros fenómenos meteorológicos como la debilidad de los

vientos alisios del Sur Este, el desplazamiento de la Franja de Convergencia Intertropical hacia el Sur, acercándola al Norte peruano inmediato a la línea Ecuatorial.

"El Niño" es un fenómeno de gran escala, responsable de cambios a corto plazo y de efecto global, que se manifiesta por la presencia de agua a temperatura anómalamente elevada, en las costas de Ecuador y Perú durante por lo menos cuatro meses consecutivos. Este fenómeno ha ocurrido antes de 1983 en tres oportunidades, en los años: 1891, 1925 y 1965 presentando anomalías o carácter catastrófico.*¹

4.2.1.2 Efectos del Fenómeno "El Niño" en la Sub-Región Tumbes

En la Sub-región Tumbes se presentan con frecuencia eventos trascendentales a consecuencia de la mayor o menor intensidad del fenómeno "El Niño", que puede identificarse por el calentamiento excesivo de la atmósfera y de las capas superiores del océano, lo que produce una intensa evaporación y por consiguiente, fuertes precipitaciones como las ocurridas el año 1992, y en 1983. Así como también las registradas en 1925 y 1832.

Si bien lo ocurrido en 1983, tuvo un impacto terrible en la población y en su economía subregional, en 1992 las zonas afectadas son las mismas pero su vulnerabilidad es mayor.

El río Tumbes es el único en la Sub-Región Tumbes que presenta caudales todos los meses del año, aunque con variaciones significativas entre los meses de estiaje y de avenidas. Durante el estiaje los caudales son del orden de los 30 m³/seg. como los registrados en 1966, o del orden de los 100 m³/seg. en años normales de avenidas.

En el año 1983, los caudales máximos fueron del orden de los 3,000 m³/seg., en 1992 estos caudales sobrepasaron los límites anteriores, aun cuando no ha existido continuidad en su frecuencia.

Las avenidas son las que frecuentemente causan los mayores daños en el sector agricultura, por la ubicación topográfica baja de los terrenos agrícolas, cuya cota de 6 m.s.n.m. las hace vulnerables. Así también pérdidas económicas e impacto social causado por este acontecimiento.

Los sectores que han sido afectados por este fenómeno de la naturaleza son:

1.- Agricultura.- Es el sector que más daño ha sufrido, principalmente en cuanto a producción, pérdidas de cosechas debido a la inundación de estas áreas, además de la infraestructura de riego. Como ejemplo en la fotografía N°25 podemos

ver parte de las zonas agrícolas afectadas durante el año 1992.

2.- Transportes y Comunicaciones.- Sector seriamente afectado por las lluvias y avenidas de ríos y quebradas.

3.- Vivienda.- Las avenidas de los ríos y quebradas en el sector urbano marginal de la ciudad de Tumbes (especialmente San José y asentamientos Humanos de la misma jurisdicción) como el sector rural, han afectado sensiblemente este sector.

Durante la emergencia, la oportuna intervención de defensa civil en la evacuación de los damnificados por estas inundaciones, evitó pérdidas de vidas humanas en Tumbes (Urbanización Andrés Araujo) y en los Asentamientos Humanos: Los Jardines, Salamanca, Santa Rosa. La fotografía N°26 nos da una idea de la magnitud de como fueron afectadas las viviendas

4.- Educación.- El sector educativo se muestra como otro de los más afectados principalmente en su infraestructura, bienes y muebles. Sus instalaciones han sufrido colmataciones e inundaciones, requiriéndose en muchos casos ser atendidos en su evacuación y limpieza.

Así mismo fumigación periódica debido a la proliferación de insectos, para la seguridad de los educandos, por las enfermedades que más aquejan en estos momentos a la población como es el cólera, el dengue, la fiebre amarilla y la malaria.

En lo que se refiere a infraestructura, el 15% de los centros educativos han sido arrasados e inundados y otros con deterioros que llegan al 75%.

5.- Salud.- La unidad Subregional de Salud de Tumbes, atraviesa por una difícil situación tanto en recursos humanos, como en infraestructura física, maquinaria y equipos médicos, no por la emergencia del fenómeno "El Niño", sino por una deficiencia y despreocupación en su operatividad.

Existen Centros de Salud desprovistos de los recursos imprescindibles para una atención oportuna y adecuada. En el cuadro N° 4.2.1.2.1 se presentan los porcentaje de casos por tipo de enfermedad, más altos durante la emergencia (al 31 Marzo 1992).

En general los desastres naturales producen efectos sobre la salud, los que producen riesgos de brotes de enfermedades cuyas causas probables son:

- a) Propagación de áreas densamente pobladas como los campamentos de refugiados, en los cuales no se proyectaba alojar a poblaciones en aumento. Creándose necesidades urgentes de alimentos, agua y servicios de saneamiento.
- b) Proliferación de vectores, tales como paludismo, fiebre amarilla, dengue, cólera y tifus, particularmente en áreas donde son conocidas como endémicas.

PORCENTAJE DE CASOS POR TIPO DE ENFERMEDAD

NOMINACION	Nº DE CASOS
COLERA	300
DENGUE	84
MALARIA	5
FIEBRE AMARILLA	- - -
TOTAL	389

FUENTE: Dirección Sub-regional de Salud de Tumbes

c) La interrupción o sobrecarga de los sistemas de abastecimiento de agua y de disposición de aguas residuales, aspectos fundamentales .

Posibles efectos sobre la cantidad y calidad de los sistemas de abastecimiento causados por las fuertes lluvias de las tormentas y ciclones tropicales que afectan la fuente de agua, produciendo aumentos violentos de la turbiedad del agua cruda y/o alta turbiedad de dicha agua, que sobrepasa la capacidad normal de tratamiento de la planta, generando subsecuentemente un incremento en los costos de tratamiento.

En situaciones de sequía se produce una disminución de los consumos de agua como consecuencia de la reducción del volumen de agua captada, así como posibles problemas de contaminación de las redes de distribución de agua por retrosifonaje con los consiguientes peligros para la salud.

En sistemas de alcantarillado debido a las altas precipitaciones se generan grandes volúmenes de escorrentía pluvial que sobrecargan las alcantarillas presentándose muchos casos de rebosamiento de líquidos cloacales a través de los pozos de visita, tanques sépticos y pozos negros, dispersándose todo tipo de desechos y planteándose un grave problema de limpieza y eliminación. Favoreciendo además la proliferación de moscas y roedores con los consecuentes peligros que éstos llevan consigo.

d) La disminución de la higiene y de las condiciones de la vivienda. Esto es originado en áreas donde las viviendas sufren daños y una incrementada población de refugiados se traslada al área dando lugar a condiciones de congestionamiento.

e) El riesgo concentrado de accidentes posteriormente a la catástrofe que comprende incendios, derrumbamiento de edificios, explosiones.

6.- Otros :

Electro-noroeste.- En lo que se refiere a su infraestructura, en este período lluvioso los grupos electrógenos no han sufrido daños, y actualmente se encuentran operando en condiciones muy regulares, en vista de lo obsoleto de sus equipos que a la fecha han cumplido con su capacidad de trabajo.

El problema del combustible es otra de las deficiencias que tiene este sector, debido a la irregularidad de entregas de petróleo debido al deterioro de las carreteras, así como por la incapacidad de auto sostenimiento, por la falta de pago de los usuarios y de las instalaciones clandestinas, etc. Lo que hace que la distribución de la energía sea racionada ya que no cuenta con la cantidad de petróleo necesaria para cubrir la demanda.

EMAPATUMBES.- El sistema de agua potable y alcantarillado en el ámbito Subregional de Tumbes, depende de la energía eléctrica suministrada por Electronoroeste, pero actualmente con el grupo electrógeno reparado y la donación de otro grupo Caterpillar de 450 kw. por parte del Presidente de la República Ing. Alberto Fujimori durante su visita a la Sub-región, el servicio de Agua potable se mantiene diariamente, según un programa de racionamiento.

"El Niño" ha traído para la captación de la planta de tratamiento de Agua Potable, un problema de sedimentación en el canal de aducción y en las unidades de tratamiento, debido a la gran cantidad de sólidos que trae el río, dificultando una atención eficaz a la población.

El sistema de alcantarillado, se encuentra colmatado en algunas zonas debido al arrastre de material por efecto de las lluvias. Se observa roturas en las redes de agua y desagüe, especialmente en poblaciones urbano marginales y los ramales con destino a otros distritos.

EMAPATUMBES requiere de un programa de emergencia para su rehabilitación inmediata y posterior a esta, presupuesto para:

- Proyectos de rehabilitación de emergencia.
- Proyectos de rehabilitación y optimización de emergencia.
- Proyectos de Ampliación y Mejoramiento

Pesquería.- Presenta serios daños a su infraestructura, principalmente en el sector Caleta Grau, La Cruz, Acapulco, Punta Mero, Cancas y Puerto Pizarro, así mismo una grave crisis social debido al corte de vías de acceso, producidas por el desabastecimiento de productos marinos a los mercados locales, traslado de materiales, víveres, hielo, paralizando gran parte de la flota de pesca artesanal, la infraestructura langostinera ha sido sumamente dañada.

Los terminales pesqueros de la zona se encuentran totalmente arenados. Embarcaciones de pescadores artesanales, han sufrido serios daños al ser arrastrados y varados por la acción del fenómeno "El Niño" en el mar, dejando a muchas familias sin sustento diario.

4.2.1.3. Consecuencias Sociales del Fenómeno "El Niño" 1992

Las dos últimas ocurrencias del fenómeno "El Niño" en 1983 y 1992 han sido particularmente destructivos para nuestra zona de frontera nor-oeste, con las intensas lluvias y desbordes del río Tumbes, uno de los más caudalosos de nuestra costa. Esta catástrofe que ha producido enormes pérdidas en la propiedad y en la producción agrícola, ha debido ser soportada precisamente por una de las poblaciones de más bajo nivel económico del país. Como no puede predecirse los períodos de recurrencia del fenómeno, estos territorios están condenados a vivir con el temor de que se repita cuando menos se piensa.

Las consecuencias sociales por efecto de las inundaciones, son difíciles de cuantificar, en comparación con las consecuencias económicas negativas que se miden en unidades monetarias.

Es conocido el nivel de pobreza del agricultor minifundista, donde las inundaciones impactan con toda su crudeza a sus reducidos ingresos, como lo que ocurre con los agricultores de Pampas de Hospital, Plateros, San Juan de La Virgen, San Jacinto, Malval, La Variante, etc.

Su capacidad de pago a créditos del Banco Agrario disminuyen, más aun durante la emergencia, donde el compromiso mayor lo tienen los propios agricultores; por lo tanto las necesidades básicas del agricultor no son atendidas, y el nivel de escolaridad disminuye en forma alarmante.

4.2.1.4. Microzonificación por el Fenómeno "El Niño"

De acuerdo a estudios realizados por el Departamento de Planificación del CISMID, se ha realizado un mapa de micro zonificación de peligro por el fenómeno "El Niño" en donde se establecen 3 sectores:

1. Zona de "Ciudad Vieja"

La parte baja de este sector es la más expuesta a los efectos de un fenómeno "El Niño". Al elevarse el caudal del río Tumbes hasta un promedio de 1,500 m³/seg., es cuando se produce la inundación del río a través del canal "La Tuna", llegando hasta 100 metros cerca de la Avenida Panamericana.

La parte alta de la ciudad actúa como cuenca colectora de las precipitaciones pluviales, produciéndose una inundación total. Las zonas planas de la parte alta están expuestas a inundaciones por lluvias (Plaza de Armas, mercado, un sector de Pampagrande y la salida a San Juan de la Virgen).

En las calles de pendiente pronunciada se produce erosión debido al escurrimiento de las aguas pluviales, dando lugar a pequeñas zonas de depósitos temporales de material deleznable (al pie de la quebrada "El Nieto").

Al pie de la quebrada "El Tumpis" se quedan detenidos pequeños y constantes depósitos aluviales y la napa freática se encuentra superficial (0.5 m de la superficie).

2. Zona de "Ciudad Intermedia"

Esta zona está ubicada en la parte baja, a la izquierda de la Avenida Panamericana, está expuesta a enlagueamiento por las aguas de las precipitaciones pluviales; a la derecha de la misma avenida se produce depósito constante de material acarreado por escurrimiento de la quebrada "X" además de sufrir inundaciones por lluvias.

La mayor parte de este sector tiene vegetación, debido a la constante humedad.

El asentamiento Humano "Las Malvinas" ubicado en la parte alta, es un lugar relativamente plano, se inunda por las lluvias produciéndose charcos debido al material suelto.

3. Zona "Nuevo Tumbes".

Esta zona es relativamente plana, considerada como zona alta, está conformada por material superficial suelto, es inundable y se forman charcos con las lluvias, en algunos sectores cercanos a las laderas de la quebrada "Pedregal" existe erosión por escurrimiento de aguas pluviales.

4.2.2. Análisis de las Precipitaciones Pluviales.

El cuadro N°4.2.2.1 es un cuadro comparativo de máximas precipitaciones pluviales en diferentes años en el departamento de Tumbes, sirve para comparar estas en varios lugares de Tumbes. Con estos datos se obtiene la curva de precipitaciones mensuales y anuales. Se estima que para el año de 2001 aproximadamente, deben producirse nuevamente grandes precipitaciones pluviales en esta región debido a la presencia del fenómeno "El niño". El mapa de inundaciones presenta las zonas de alto riesgo de inundaciones (lámina N°9)

La lámina N°10 da a conocer el mapa de Isoyetas en la Cuenca del río Puyango-Tumbes, donde se observan las zonas en las cuales las precipitaciones han

CUADRO Nº4.2.2.1.

**CUADRO COMPARATIVO DE MAXIMAS PRECIPITACIONES PLUVIALES
EN LA SUB-REGION TUMBES**

(Años 1925- 1982 - 1992)

FECHA	MES	AÑO	PRECIPITACION (mm.)	LUGAR
25	01	1925	120	ZORRITOS
16	02	1925	375	ZORRITOS
25	04	1983	173	RICA PLAYA
18	05	1983	160	TUMBES
30	03	1992	132	TUMBES
04	04	1992	138	TUMBES
12	04	1992	203	TUMBES
13	04	1992	126	TUMBES

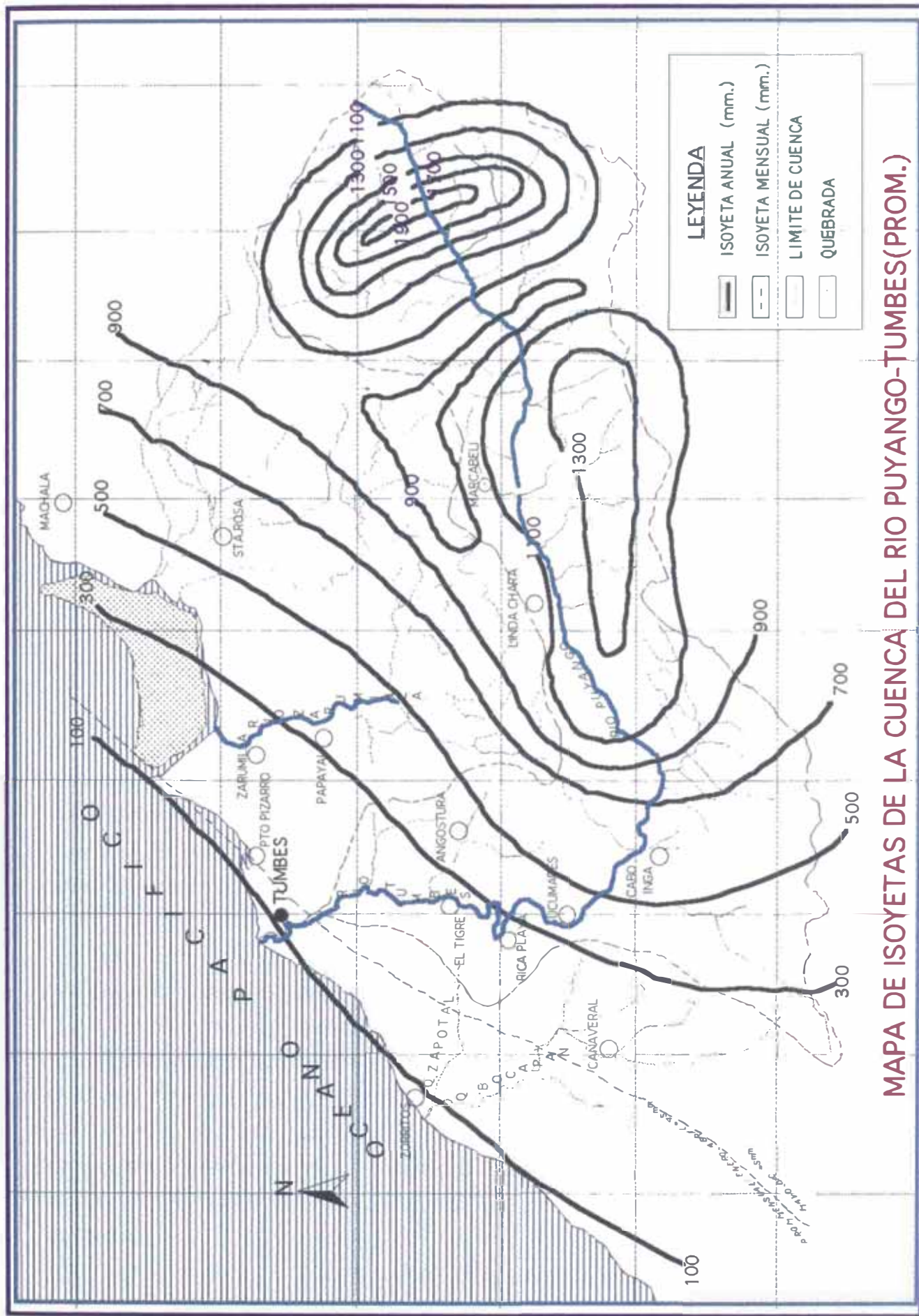
FUENTE: Zona Agraria de Tumbes.

CUADRO Nº.4..2.3.1

**AFOROS EN LOS RIOS Y QUEBRADAS EN EL DEPARTAMENTO DE
TUMBES DURANTE EL NIÑO
(1982 - 1983)**

AÑO	AFORO PROMEDIO ANUAL(m ³)	FUENTE
1982	357,822 SECO SECO	RIO TUMBES RIO ZARUMILLA QUEBRADA CASITAS
1983	815,128 154,164 S.I 46,023	RIO TUMBES RIO ZARUMILLA QUEBRADA CASITAS CANAL INTERNACIONAL

FUENTE: Zona Agraria Tumbes



MAPA DE ISOYETAS DE LA CUENCA DEL RIO PUYANGO-TUMBES(PROM.)

FUENTE: CORPORACION ANDINA DE FOMENTO: PROYECTO PUYANGO TUMBES

LAMINA N°10

tenido la misma intensidad.

Antes del año 1983 las precipitaciones pluviales, normalmente oscilaban entre los 30 mm. y 120 mm. originando períodos de sequía y humedad respectivamente pero no produjeron desastres.

La presencia excepcional del fenómeno "El Niño", y sus efectos lluviosos ocasionó que las precipitaciones entre Enero y Junio de 1983, presentan variaciones con 204 y 360 mm. Esta presencia masiva de agua, y las consecuentes inundaciones crecientes, mayores a la capacidad de ríos y quebradas originó pérdidas en la producción, acciones destructivas sobre la infraestructura productiva, económica y social. Daños que han disminuido la capacidad física instalada con pérdidas y recuperación difícil de lograr a corto plazo.

Observar los diagramas de precipitaciones en diferentes estaciones, desde el año 1964 al 1983. (Gráfico N°1 de Precipitación Total Anual estación zona El Tigre y Gráfico N°2 diagrama de Precipitaciones en Diferentes Estaciones).

La lámina N°11 muestra la ubicación de las diferentes estaciones meteorológicas e hidrológicas en el departamento de Tumbes en donde se tiene un control de las precipitaciones pluviales y variaciones de caudal durante todo el año y de acuerdo a la cota donde se encuentren ubicadas estas estaciones, se tendrán los datos de precipitación y aforos del río Tumbes.

4.2.3 Variaciones del Cauce

Debido a las grandes y persistentes precipitaciones pluviales que se producen con la ocurrencia del fenómeno "El Niño", el río Tumbes incrementa su caudal, produciendo inundaciones de zonas agrícolas y zonas pobladas.

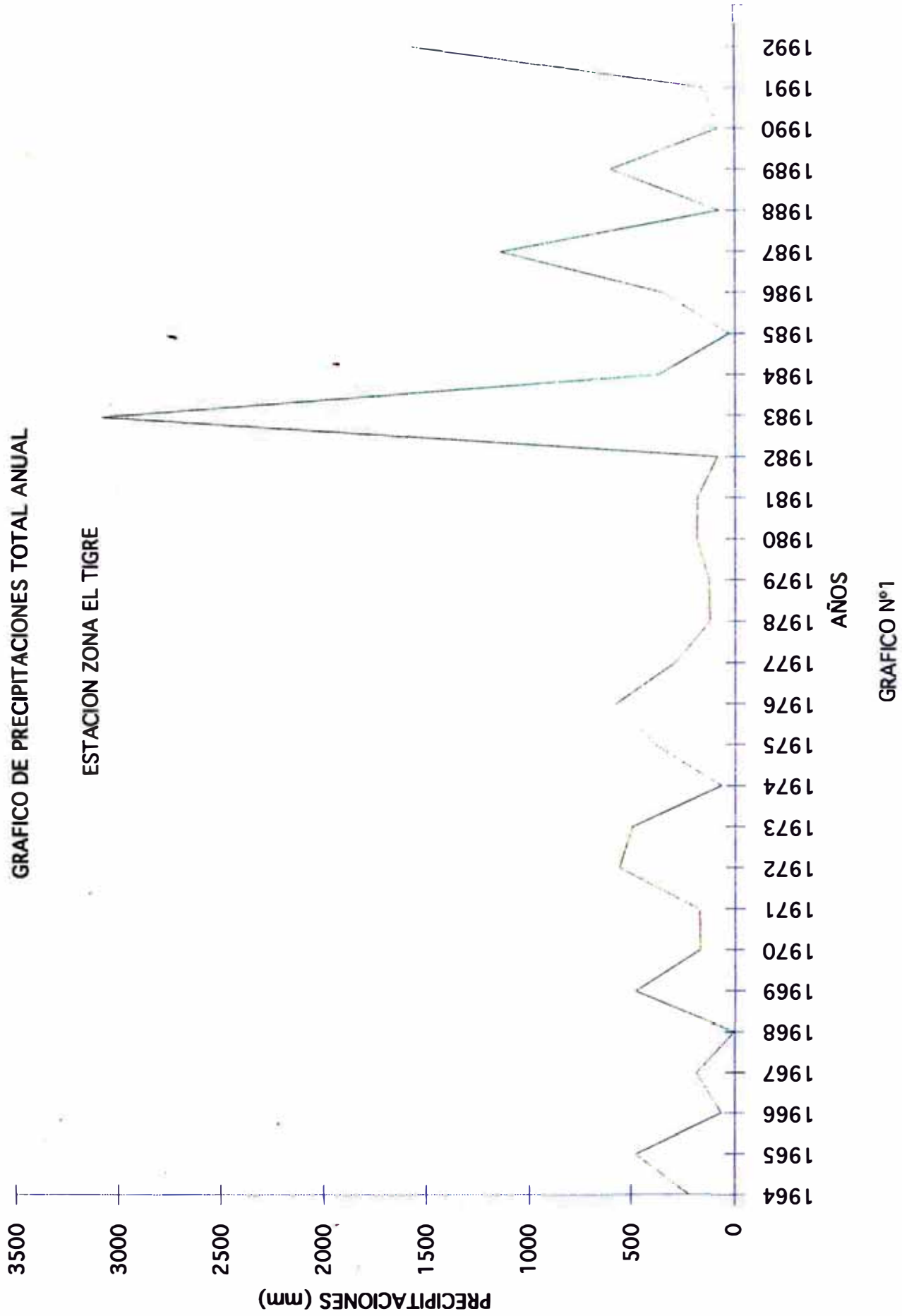
El río Tumbes debe sus cambios constantes de caudal a la pendiente que posee, generando además de las crecidas grandes inundaciones en la ciudad.

En la época de estiaje podemos observar ciertos islotes de sólidos en el río, esto demuestra como es que el lecho del río se está colmatando, con lo cual el nivel que presenta el agua es superior a su nivel natural.

Un fenómeno que se observa al atardecer en el río, es el regreso de las aguas, debido a las mareas que se producen en el mar. Como se observa en la fotografía N°27 las ondas que produce la corriente vienen del mar hacia la ciudad.

En el siguiente cuadro N° 4.2.3.1 se muestra una relación de hechos comparativos de climatología y variaciones del cauce del río Tumbes y otros en relación al año 1982-1983. Año considerado como el más catastrófico en la historia de Tumbes.

El aforo durante 1982 puede considerarse como normal; pero en 1983 por la presencia del fenómeno "El Niño", es excepcional de acuerdo a la magnitud de la



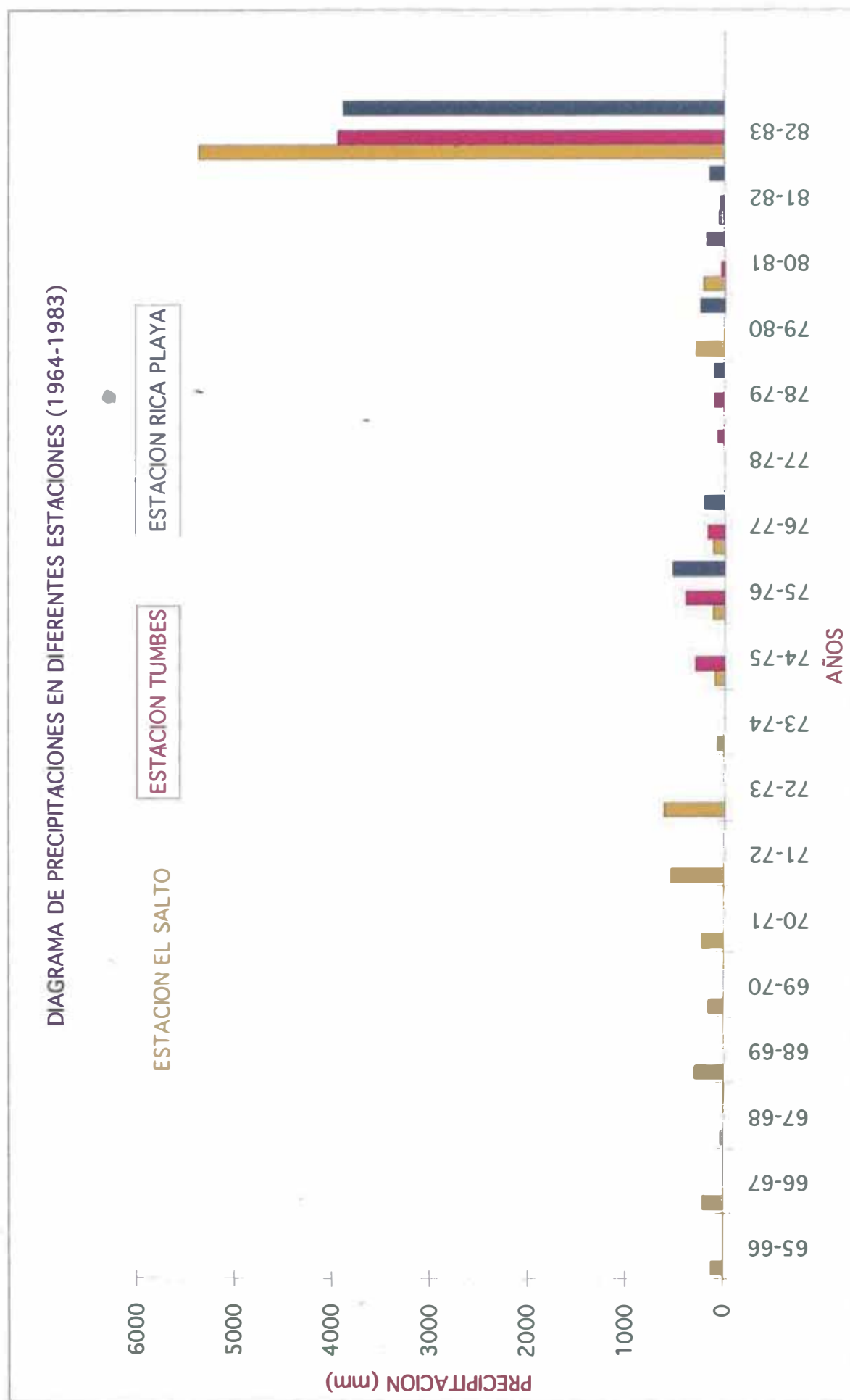


GRAFICO N°2

masa jamás registrada según se muestra en el cuadro anterior mencionado.

4.2.4. Análisis de las Variaciones del Caudal del Río Tumbes

En este acápite se analiza las variaciones que se han producido en el caudal del río Tumbes durante una serie de años. Lo que se muestra en el trazo del Hidrograma de Avenidas del río Tumbes desde el año de 1975 y durante 1983 (en el mes de Marzo) el pico más alto de la curva mostrada en el Hidrograma N°3(Gráfico N°3) de Avenidas del río Tumbes (Marzo 1975 y 1983) se produce el día 15 de Marzo de 1975, en donde el río Tumbes alcanza un caudal de 1,420 m³/seg. y el día 18 de Marzo de 1983 el caudal alcanzado es de 1,290 m³/seg y 1,409 m³/seg. según A.Rocha I.A. S.A. como se observa del Gráfico N°4 (Enero-Junio 1975 y 1983).

Con datos de caudales tomados en la estación Higuerón, se ha confeccionado un Gráfico de Descargas Medias Anuales del río Tumbes(Gráfico N°5), desde el año 1963 hasta el año 1992. y aquí se observa que la descarga media anual máxima ocurrió en el año 1983.

Los aforos promedios registrados por la Zona Agraria de Tumbes en los ríos Tumbes, Zarumilla y Canal Internacional en el año 1992 (Cuadro N°4.2.4.1) en las fechas de mayor precipitación en el río Tumbes, el día 30 de Marzo de este año presenta un máximo caudal de 1,780.22 m³/seg.

4.3. Sismos

Son movimientos de origen tectónicos, originados por el desplazamiento de la corteza terrestre y la parte superior del manto, trayendo una liberación de energía capaz de producir profundas transformaciones en la configuración externa de la misma.

Además la profundidad del foco y la heterogeneidad del subsuelo, hacen que las ondas de propagación del sismo produzcan las armónicas correspondientes, y la intensidad de las vibraciones sísmicas pueden amplificarse enormemente, si el sentido lateral de vibración del punto concide con el período del sismo en el sitio, produciéndose el fenómeno llamado resonancia.

Los sismos hacen su aparición sin ningún aviso previo, provocando en muchos casos fenómenos secundarios, que suman sus efectos a la destrucción original del mismo (avalanchas, deslizamientos, fallas y hundimientos, represamiento de ríos, inundaciones , etc.).

Los efectos sísmicos se reflejan por el efecto producido sobre la naturaleza.

HIDROGRAMA DE AVENIDAS DEL RIO TUMBES MARZO 1975 y 1983

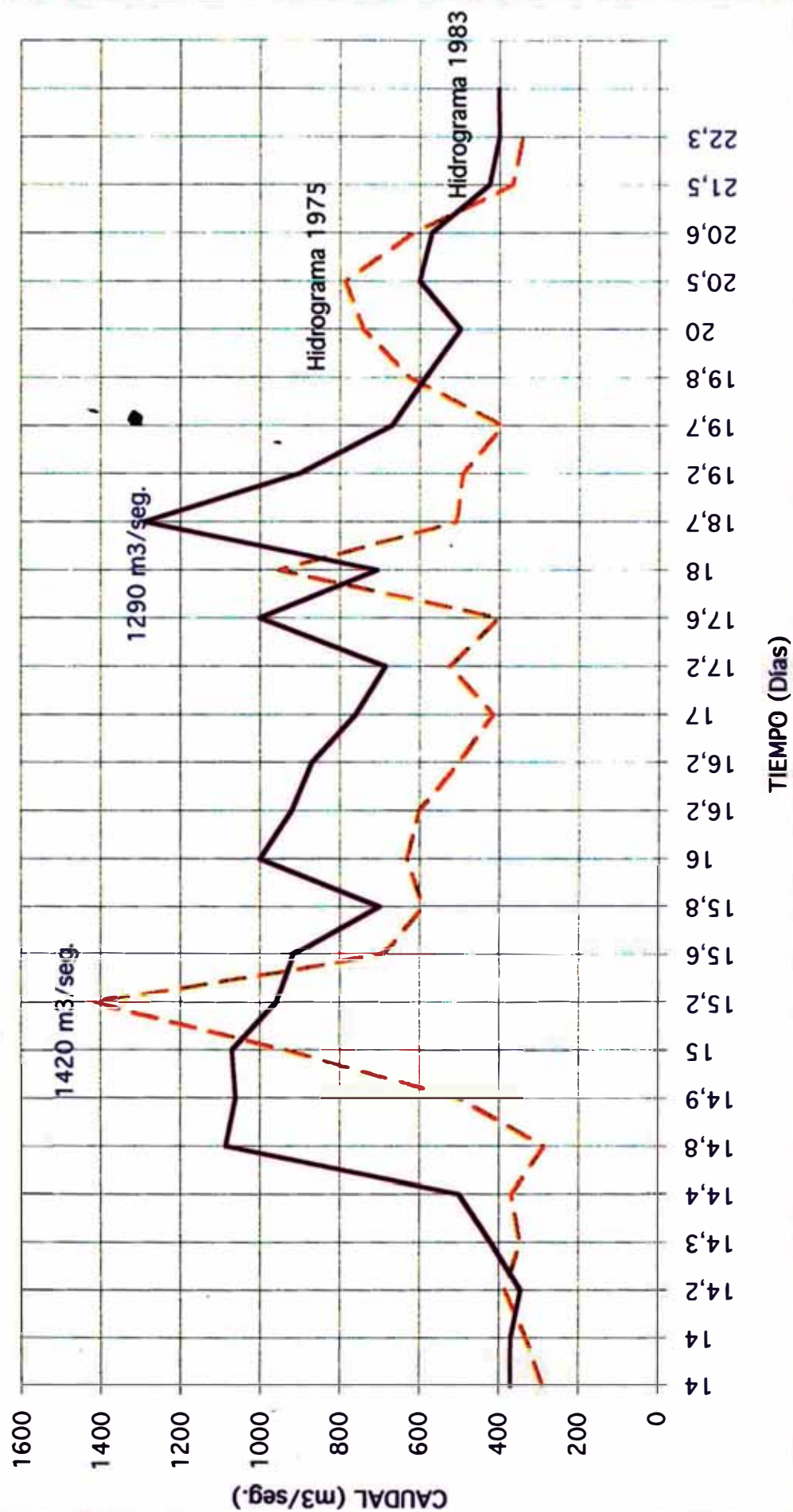


GRAFICO N°3

GRAFICO N° 4
HIDROGRAMA DE AVENIDAS DEL RIO TUMBES
ENERO - JUNIO (1975 y 1983)

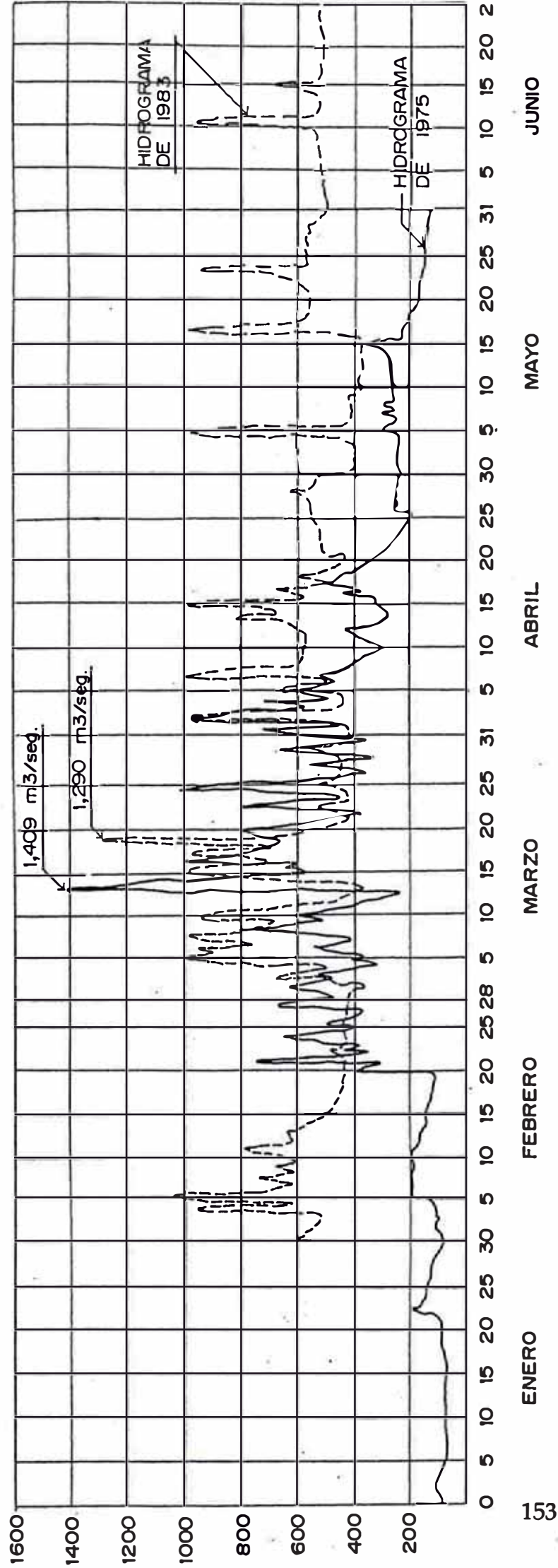


GRAFICO DE DESCARGAS MEDIAS ANUALES RIO TUMBES

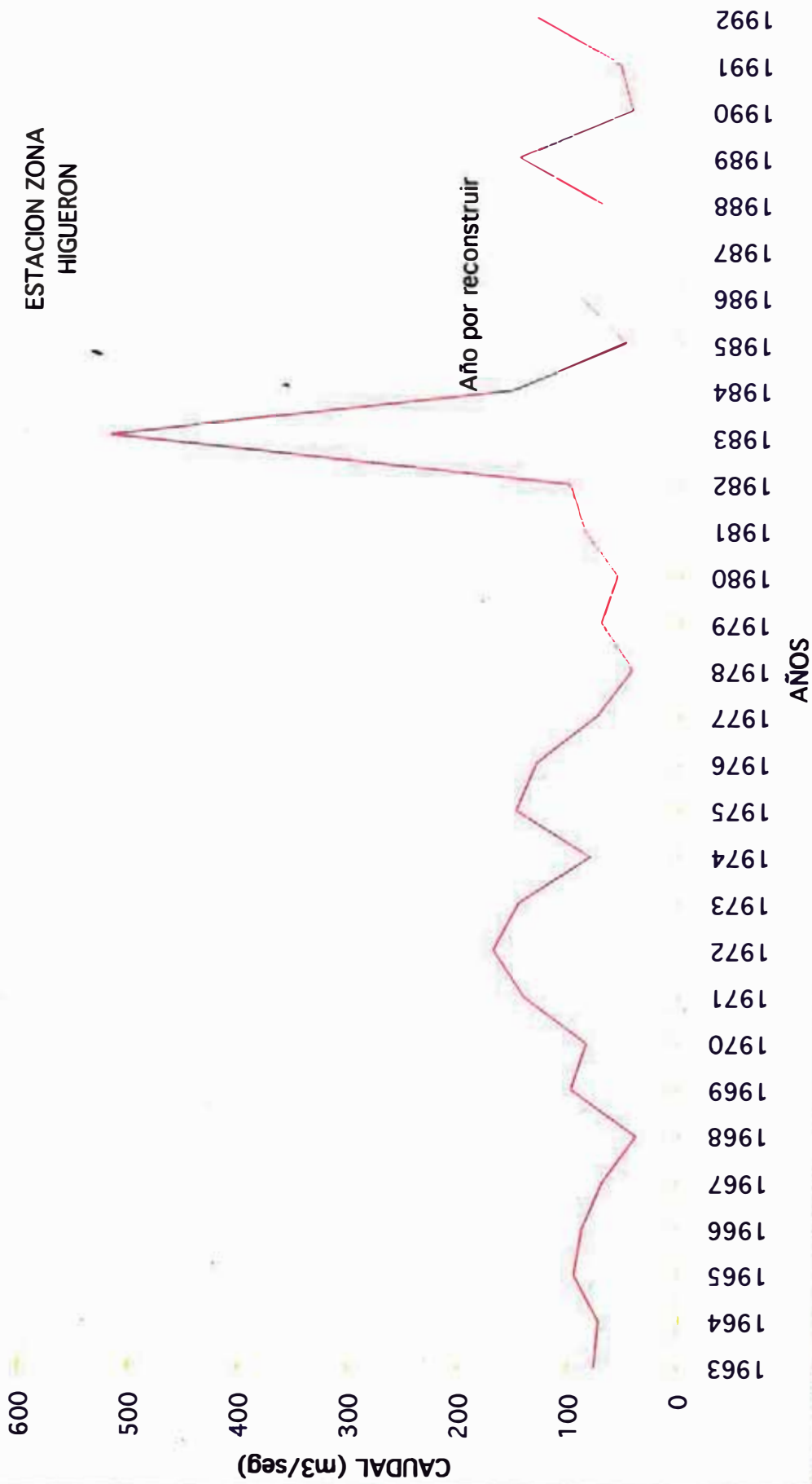


GRAFICO Nº5

CUADRO N° 4.2.4.1

AFOROS PROMEDIOS DE LOS RIOS DE TUMBES (1992)
MAXIMOS CAUDALES POR FECHAS DE MAYOR PRECIPITACION
(m³/seg)

FECHA	RIO TUMBES (m ³ /seg)	RIO ZARUMILLA	CANAL INTERNACIONAL
01-01-92	47.700	S.I	S.I
31-01-92	132.239	S.I	S.I
07-02-92	403.530	S.I	S.I
12-02-92	520.057	S.I	S.I
22-03-92	1,696.593	221.288	110.772
30-03-92	1,780.722	237.628	65.218
05-04-92	1,567.992	57.210	2.633
15-04-92	1,550.008	186.331	39.733
03-05-92	773.010	41.112	37.441
08-05-92	715.890	81.118	6.866
28-05-92	283.334	32.004	1.032

FUENTE: Zona Agraria de Tumbes.

A continuación se presenta las zonas en que ha sido dividida la ciudad de Tumbes debido a los efectos sísmicos o microzonificación por efectos sísmicos, atendiendo a los peligros y efectos que producen los sismos sobre las personas, grado de destrucción de las obras realizadas por el hombre y por su efecto sobre la naturaleza.

4.3.1. Microzonificación por Efectos Sísmicos

Zona 1:

En caso de producirse un sismo en Tumbes, esta zona es la que sufriría los mayores daños por ser la zona que ofrece mayores peligros, por lo que se le ha denominado como zona I, esta presenta condiciones favorables para la ampliación de ondas sísmicas, asentamientos, posible densificación y licuación de suelos.

Esta zona está conformada por toda la parte baja de la "Ciudad Vieja" y la ciudad intermedia, sus suelos están compuestos por arenas, arcillas y limos, siendo su consistencia blanda casi nula, muchos de ellos son suelos sueltos, presentan las condiciones favorables para la amplificación de las ondas sísmicas.

La calidad de estos suelos, sumados a la baja capacidad portante que poseen y su perfil no definido, hacen que en esta zona se produzcan asentamientos.

Cabe mencionar que esta sería una de las razones, que haría colapsar el sistema de agua potable y alcantarillado, pues al asentarse el terreno se producen roturas en las tuberías debido a su rigidez, como consecuencia del desplazamiento de determinados tramos; los buzones también sufren estos asentamientos no uniformes, trayendo como resultado fugas tanto de agua como de desagüe; además de producirse las conexiones cruzadas cuando la presión en las tuberías de agua decae, esto quiere decir, el ingreso de las aguas servidas a las redes de agua potable, constituyendo un gran peligro para la salud.

Es muy fácil identificar este tipo de problemas, pues se observa asentamientos del terreno a simple vista.

En caso de producirse un sismo de alta intensidad, se produciría un colapso generalizado en el servicio de agua potable y alcantarillado, y otras estructuras que se hallan realizado sobre este tipo de terreno.

También encontramos algunos lugares con suficiente potencial de arena, lo que produce probables problemas de densificación, la napa freática en este lugar se presenta casi superficial, debido a ello existe el latente peligro de licuación y algunos puntos con potencial arenoso.

Zona: 2

Se caracteriza por ser relativamente plana, su suelo está compuesto de

material medianamente compacto, está ubicado al pie de depresiones topográficas, y no tener un perfil definido de su suelo.

Esta zona la vamos a encontrar en dos sectores: Uno es zona plana en la ciudad vieja en la parte baja de la quebrada "El Nieto", y la otra en la zona de expansión hacia la salida de San Juan de la Virgen. El peligro de asentamientos, es latente en esta zona, y debido a la naturaleza de su suelo va a existir amplificación de ondas en caso de sismos, pero de menor grado.

Zona: 3

Toda la parte alta de la "Ciudad Vieja", la "ciudad intermedia", y "El Nuevo Tumbes" son consideradas en esta zona, siendo características de estas áreas, los suelos arenosos y arcillosos (a veces gravosos) presentando peligro de amplificación de ondas. En casi la totalidad de la zona estos suelos son compactos, y su capacidad portante es mayor que en la zona baja.

Existe muy poca probabilidad de problemas de asentamiento y densificación en esta zona. En algunos lugares de la "Ciudad Vieja" en las riberas del río, existen algunas rocas grandes, por ello aquí no debe existir problemas frente a las ondas sísmicas.

Zona: 4

"Pedregal" y el límite de las partes alta y baja de la "Ciudad Intermedia", esta zona presenta como característica principal laderas con pendiente pronunciada, las lluvias erosionan en forma constante estas laderas, por ello de ocurrir un sismo se presenta el peligro de desplazamiento por partes.

Con esta clasificación, debido a los efectos sísmicos, se cuenta con una herramienta muy importante para el diseño de obras futuras, pues se tomarán las medidas necesarias y apropiadas, para que en el caso de ocurrir un sismo las estructuras sufran el menor daño posible.

En la lámina N°12 se han ubicado en el mapa de Micro zonificación Sísmica, los diferentes componentes de los sistemas de agua Potable y alcantarillado, y se puede observar cual de éstos Sistemas sería el más afectado en caso de sismo.

4.4. Efectos de los Desastres en la Salud Ambiental

Desde el mes de Febrero de 1992, Tumbes soportó fuertes lluvias y avenidas de ríos y quebradas, que afectaron seriamente la infraestructura vial, agrícola, educativa, salud, saneamiento básico, etc. Como consecuencia de las lluvias e inundaciones, la salud de la población fue seriamente deteriorada, recrudeciendo la epidemia de el cólera y proliferando otras enfermedades como la malaria, dengue y

acarosis.

La lluvia más fuerte de toda la temporada cayó el día 29 de Marzo, dando lugar a que las quebradas que cruzan la carretera a Puerto Pizarro, como otra quebrada que corre paralela a dicha vía, hayan producido fuerte erosión y con ello la destrucción parcial de la red de agua potable, quedando esta población desabastecida de agua.

Además de la carencia de la energía eléctrica, se sumó a esto el corte de la carretera Panamericana que no permitía traer suministro de petróleo para operar los equipos electromecánicos, también se incrementó la epidemia de cólera, teniéndose que declarar en emergencia los servicios de agua potable y alcantarillado.

Debido al corte de energía eléctrica, las cámaras de bombeo de desagües quedaron interrumpidas, el desagüe se salió por los buzones e inundó las calles, sobre todo en la parte baja de la ciudad, originándose el estancamiento de las aguas servidas que representan peligrosos focos de contaminación dentro de la ciudad, por ello se tomaron medidas y acciones inmediatas a fin de evitar el peligro de aparición y propagación de epidemias en la población.

4.5. Medidas de Emergencia Durante las Inundaciones

Las inundaciones son los desastres naturales que más han afectado durante esta última década al departamento de Tumbes. En 1983 tuvieron un efecto devastador, tanto en la ciudad de Tumbes como en otros centros poblados y sobre todo para la agricultura que quedó totalmente arrasada. Los efectos posteriores en algunas zonas desérticas fueron ventajosas, pues crecieron pastos naturales, y en cuanto a la Ecología, aparecieron especies vegetales que habían desaparecido, creando así un sistema de equilibrio ecológico.

En el año 1992 nuevamente se hace presente este fenómeno de "El Niño", produciendo inundaciones, pero esta vez el malecón Benavides atenuó el desborde del río en la margen derecha de este. A pesar de ello la zona baja de la ciudad si fue inundada por el río, ya que a esta altura no existe protección alguna, pues le corresponde la zona agrícola separada de la población por el canal "La Tuna". Por lo tanto se tuvieron que adoptar medidas de emergencia dada la gravedad con que se presentaron estas inundaciones en la ciudad, produciendo un caos en los sistemas de agua potable y alcantarillado con el consiguiente perjuicio para la población.

4.5.1. Control de Insectos

Debido a las inundaciones en las partes bajas y planas de la ciudad, se forman enormes lagunas de agua de lluvia (a ambos lados de la Carretera Panamericana, en

las depresiones) y de aguas servidas (barrio San José, FONAVI). Estos lugares se convierten en criaderos de zancudos que deben de ser erradicados inmediatamente, agregando larvicidas o petróleo en las zonas planas y depresiones para evitar epidemias, o mediante la construcción de canales rústicos de tierra, en las zonas que tienen pendiente y derivar estas aguas estancadas, hacia el buzón más cercano que esté operativo.

En la ciudad de Tumbes, el Ministerio de Salud por intermedio de su Departamento de Malaria es el encargado de la campaña de control de la malaria, esto a nivel de toda la Sub-región.

Los casos de malaria se producen generalmente en el campo. Existen dos clases de malaria: la malaria falsiparo (maligna) y la malaria vivax (benigna, por ser menos mortal); siendo uno de los factores que inciden en el aumento de la malaria las inundaciones y permanencia de las aguas estancadas, por ser esta una zona de frontera, la malaria se dispersa y se propaga muy rápidamente debido a la migración. Otro factor es el incremento masivo de sembríos de arroz (1991 habían 2,600 Has. y en 1992 existen 4,040 Has.) y la falta de limpieza de los canales de irrigación.

Durante las inundaciones se han tenido que adoptar, medidas de control de estos insectos vectores, tales como: ataque al vector en su fase adulta y acuática mediante la aplicación de larvicidas y control físico (haciendo limpieza de la vegetación, dándole corriente al agua estancada, efectuando rellenos, etc.).

En la fase adulta se realiza un control químico, mediante la fumigación espacial con equipos modernos, y fumigación intradomiciliaria. El control del parásito en etapa de plasmodium, se realiza con tratamientos radicales en 5 días.

Se ha encontrado que el distrito de Corrales, es el que tiene mayormente este problema por la densidad de mosquitos que aquí se desarrollan.

Otro insecto que se tiene que controlar, es el mosquito Ahedayipti, causante del temible "Dengue", el cual es detectado en el mes de Marzo de 1992 durante las últimas inundaciones, apareciendo como dengue clínico 15 casos comprobados, con incidencia en tres provincias (265 casos).

El dengue se ha presentado en Aguas Verdes, Zarumilla, Tumbes, La Cruz y Zorritos.

Para controlar la proliferación de estos insectos, se hacen aplicaciones espaciales e intradomiciliarias, con productos órgano fosforados a partir del mes de Marzo, y control de focos con abate (aplicado en todos los depósitos de las casas).

Este mosquito se reproduce dentro de las casas, por ello se realizan inspecciones a la vivienda. Esta enfermedad (malaria) es asintomática .

La presencia de lluvias y las alteraciones climatológicas, obligaron al sector salud a quintuplicar su capacidad de atención a las personas y las acciones que se

tomaron durante la emergencia fueron:

- Petrolización y desinfección de lagunas, charcos etc. que se presentan como lagunarios de zancudos y batracios.
- Fumigaciones y rociamientos intradomiciliarios, para el control de la malaria.

4.5.2. Control de Roedores

Debido a la salida de los desagües, las ratas hacen su aparición dentro de la ciudad, siendo éstas portadoras de la peste bubónica y de otras enfermedades que son transmitidas por las pulgas, poniendo en peligro la salud de la población.

Por ello se realizó un programa de desratización durante la emergencia, en forma inmediata aplicando una serie de venenos de acción mortífera como rodenticidas que son aplicados en cajitas de 300 gramos, luego de ser preparados.

4.5.3. Calidad del Agua

Como consecuencia de los asentamientos del terreno, se produce la rotura de las tuberías de desagüe y el consiguiente cruce de las conexiones domiciliarias de agua con la red de desagüe, contaminando el agua de abastecimiento para la población con el peligro de la aparición de enfermedades gastrointestinales, como la tifoidea, disentería y sobre todo el temible cólera. Durante la emergencia se incrementaron los casos debido a que por las tuberías de agua potable iba el *Vibrio Cholerae*, que hay en las excretas del hombre, y que habían contaminado las redes de agua potable debido a las conexiones cruzadas.

Por esto debió de hacerse una campaña de educación sanitaria a la población, en donde se pone en conocimiento la enfermedad y como tratarla.

Además se debe de realizar inmediatamente, la revisión y reparación de los tramos afectados de desagüe y llevar a cabo, un programa de desinfección de las redes de agua potable, mediante la cloración que asegure la permanencia del cloro residual. Pero como por las inundaciones es imposible reparar inmediatamente los tramos afectados, debe de realizarse un programa de letrización de emergencia, para evitar los focos de contaminación dentro de la ciudad, y llevarse un control de estas para ver si están cumpliendo con el objetivo para lo que fueron construidas.

Durante la emergencia no se realizaron en la Planta de Tratamiento, análisis bacteriológicos del agua de las redes, pues no existían los equipos necesarios para ello.

Para poder tener una idea más precisa de la calidad del agua captada y filtrada en la Planta de Tratamiento de Tumbes, se han obtenido datos que el Laboratorio Central de EMAPATUMBES ha realizado durante los años 1989, 1990,

CUADRO N° 4.5.3.1

DETERMINACION TURBIEDAD U.J : AGUA CRUDA

PLANTA NUEVA NTU : AGUA SEDIMENTADA Y FILTRANTE

MES	AÑO 1989			AÑO 1990			AÑO 1991			AÑO 1992			AÑO 1993		
	C	S	F	C	S	F	C	S	F	C	S	F	C	S	F
ENERO	142.00	41.00	4.80	185.00	17.80	5.00	157.00	24.90	5.20	193.00	15.90	6.00	192.40	2.00	4.30
FEBRERO	189.00	38.00	4.50	513.00	19.60	6.00	354.00	31.40	14.90	766.00	22.10	7.40	1.21	20.00	6.50
MARZO	236.80	29.50	4.70	259.00	17.20	5.00	632.00	13.30	4.30	2,796.00	25.80	9.00	1,330.00	26.90	6.03
ABRIL	186.20	22.90	4.89	656.00	28.50	6.00	384.00	15.00	5.00	1,837.00	19.90	6.90	1,281.00	29.00	6.30
MAYO	118.70	8.00	4.80	157.00	21.00	7.90	86.00	14.20	8.70	833.00	22.50	6.00	382.00	22.90	8.10
JUNIO	40.00	6.20	3.50	64.90	14.80	7.50	55.60	6.60	3.60	146.00	17.90	6.00	58.70	14.60	9.20
JULIO	40.00	6.20	3.10	50.00	10.18	4.50	55.00	10.00	4.50	80.50	17.60	3.00	30.00	11.90	5.30
AGOSTO	29.40	6.70	2.60	50.00	12.20	6.00	55.00	11.00	4.50	55.00	7.80	5.00	30.00	12.10	5.80
SETIEMBRE	25.00	5.90	2.30	50.00	10.90	6.00	55.00	8.70	4.90	61.00	13.60	5.00	30.00	13.80	5.20
OCTUBRE	25.00	5.70	2.50	50.00	9.40	2.30	55.00	9.80	5.20	55.00	14.20	4.50	37.90	12.60	4.60
NOVIEMBRE	25.00	5.60	2.80	50.00	9.20	3.50	55.00	9.60	5.00	55.00	14.50	4.50	---	---	---
DICIEMBRE	25.00	25.00	5.00	50.00	9.90	2.30	207.00	14.80	6.00	66.00	15.70	5.60	---	---	---

C AGUA CRUDA

S AGUA SEDIMENTADA

F: AGUA FILTRADA

NOTA: La turbiedad de cada mes en los Sistemas es el promedio

FUENTE: Laboratorio Central EMAPATUMBES

CUADRO N° 4.5.3.2

DETERMINACION DE TURBIDEZ EN AGUA CRUDA, SEDIMENTADA Y FILTRADA EN LA PLANTA NUEVA

DIA	OCTUBRE 1993			NOVIEMBRE 1993			DICIEMBRE 1993		
	C	S	F	C	S	F	C	S	F
1	30.00	13.00	5.80	150.00	70.00	6.00	60.00	12.00	4.50
2	30.00	12.00	5.60	500.00	73.00	7.00	60.00	12.50	4.00
3	30.00	12.00	5.40	207.00	60.00	7.50	60.00	12.00	4.50
4	30.00	9.00	4.00	110.00	26.00	6.00	60.00	14.50	4.50
5	30.00	13.00	6.00	150.00	18.00	9.00	60.00	12.50	5.00
6	30.00	12.00	6.00	143.00	18.00	6.50	60.00	6.20	3.10
7	30.00	12.00	5.70	200.00	15.00	7.00	60.00	5.70	3.00
8	30.00	13.00	5.00	100.00	18.00	7.00	60.00	5.20	2.90
9	30.00	12.00	5.00	90.00	35.00	9.00	60.00	5.70	2.70
10	30.00	12.00	5.00	80.00	19.00	7.50	60.00	8.50	3.50
11	30.00	11.00	3.50	80.00	21.00	9.00	60.00	7.00	4.00
12	30.00	11.00	3.60	265.00	28.00	8.00	60.00	8.00	4.00
13	30.00	12.00	3.80	300.00	25.00	7.00	60.00	7.00	4.70
14	30.00	12.00	3.80	150.00	14.00	9.00	60.00	15.50	4.50
15	30.00	11.00	3.50	250.00	32.00	7.00	534.00	15.00	5.00
16	30.00	11.00	3.60	125.00	27.00	9.00	534.20	17.00	4.20
17	30.00	11.00	3.40	75.00	15.00	6.00	373.50	16.00	5.00
18	30.00	11.00	3.50	63.00	25.00	7.00	300.00	18.00	5.50
19	30.00	7.00	3.70	80.00	25.00	7.00	435.20	20.00	5.50
20	30.00	11.00	4.00	60.00	31.00	7.00	882.20	19.00	4.50
21	30.00	11.00	4.00	60.00	28.00	7.00	278.60	16.00	4.00
22	30.00	9.20	3.20	60.00	16.00	9.00	150.00	16.50	4.00
23	30.00	9.50	3.20	60.00	15.00	9.00	100.00	15.00	4.00
24	30.00	11.50	3.10	60.00	17.00	9.00	100.00	16.00	4.50
25	100.00	18.00	6.00	60.00	17.00	9.00	100.00	15.00	4.50
26	70.00	15.00	6.00	60.00	18.00	10.00	100.00	17.00	4.50
27	40.00	13.00	6.00	60.00	16.00	10.00	363.10	17.00	4.50
28	40.00	15.00	6.00	60.00	15.00	4.50	505.00	22.00	5.00
29	40.00	13.00	6.30	60.00	14.00	4.50	1,000.00	21.00	5.00
30	40.00	14.00	5.00	60.00	14.00	4.50	4,275.00	20.00	4.50
31	125.00	14.00	5.00	60.00	14.00	4.50	200.00	20.00	4.50

FUENTE: Laboratorio Central de EMAPATUMBES

* Las turbideces de cada día son promedio

C= Agua cruda (U.J)

S= Agua sedimentada (N.T.U)

F= Agua filtrada (N.T.U.)

PROMEDIOS DIARIOS DE EFICIENCIA DE FILTRACION MESES OCTUBRE A DICIEMBRE AÑO 1993

DÍAS	OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	Ua	Ue	Ef	Ua	Ue	Ef	Ua	Ue	Ef
1	13.00	5.80	55.40	70.00	6.00	91.40	12.00	4.50	62.50
2	12.00	5.60	53.30	73.00	7.00	90.40	12.50	4.00	68.00
3	12.00	5.40	55.00	60.00	7.50	87.50	12.00	4.50	62.50
4	12.00	4.00	66.70	26.00	6.00	76.90	14.50	4.50	69.00
5	9.00	6.00	33.30	18.00	9.00	50.00	12.50	5.00	60.00
6	13.00	6.00	53.80	15.00	6.50	56.70	6.20	3.10	50.00
7	12.00	5.70	52.50	15.00	7.00	53.30	5.70	3.00	47.40
8	12.00	5.00	58.30	18.00	7.00	61.10	5.20	2.90	44.20
9	12.00	5.00	58.30	35.00	9.00	74.30	5.70	2.70	52.60
10	12.00	5.00	58.30	19.00	7.50	60.50	8.50	3.50	58.80
11	11.00	3.50	68.20	21.00	9.00	57.10	7.00	4.00	42.90
12	11.00	3.60	67.30	28.00	8.00	71.40	8.00	4.00	50.00
13	12.00	3.80	68.30	25.00	7.00	72.00	7.00	4.70	32.90
14	12.00	3.80	68.30	14.00	9.00	35.70	15.50	4.50	71.00
15	11.00	3.50	68.20	32.70	7.00	78.60	15.00	5.00	66.70
16	11.00	3.60	67.30	27.00	9.00	66.70	17.00	4.20	75.30
17	11.00	3.40	69.10	15.00	6.00	60.00	16.00	5.00	68.80
18	11.00	3.50	68.20	25.00	7.00	72.00	18.00	5.50	69.40
19	7.00	3.70	47.10	25.00	7.00	72.00	20.00	5.50	72.50
20	11.00	4.00	63.60	31.00	7.00	77.40	19.00	4.50	76.30
21	11.00	4.00	63.60	28.00	7.00	75.00	16.00	4.00	75.00
22	9.20	3.20	65.20	16.00	9.00	43.80	16.50	4.00	75.80
23	9.50	3.20	66.30	15.00	9.00	40.00	15.00	4.00	73.30
24	11.50	3.10	73.00	17.00	9.00	47.10	16.00	4.50	71.90
25	18.00	6.00	66.70	17.00	9.00	47.10	15.00	4.50	70.00
26	15.00	6.00	60.00	18.00	10.00	44.40	17.00	4.50	73.50
27	13.00	6.00	53.80	16.00	10.00	37.50	17.00	5.00	70.60
28	15.00	6.00	60.00	15.00	4.50	70.00	22.00	5.50	75.00
29	13.00	6.30	51.50	14.00	4.50	67.90	21.00	5.00	76.20
30	14.00	5.00	64.30	14.00	4.50	67.90	20.00	4.50	77.50
31	14.00	5.00	64.30	----	----	----	20.00	4.50	77.50

FUENTE: LABORATORIO CENTRAL EMAPTUMBES

Ef= Eficiencia %

Ua= Unidades de turbiedad nefelométricas

Ue= Unidades de turbidez nefelométricas

$$\text{Fórmula Ef} = \frac{(Ua - Ue)}{Ua} \times 100$$

4.5.5. Servicio de Emergencia

Cuando el colector se encuentre rehabilitado, se debe de hacer que el desagüe que se encuentra represado aguas arriba, corra libremente o instalar motobombas, para bombear el desagüe de un buzón a otro, sirviendo como un by pass para aprovechar el tramo rehabilitado o alguno que se encuentra en normal funcionamiento.

CAPITULO V

VULNERABILIDAD A LOS

DESASTRES NATURALES

EN LA CIUDAD DE TUMBES

CAPITULO

5

5. VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES NATURALES EN LA CIUDAD DE TUMBES

5.1. Consideraciones en un Análisis de Vulnerabilidad de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado.

La ciudad de Tumbes, debido a la incidencia desastres naturales tales como, intensas precipitaciones pluviales y avenidas con las consiguientes inundaciones de zonas agrícolas y pobladas, se ha convertido en un departamento sumamente vulnerable a este tipo de desastres. Como se ha podido ver el fenómeno "El Niño" ocurrido en esta última década (2 veces), después de 9 años vuelve a afectar las mismas zonas aumentando su vulnerabilidad y constituyendo de esta manera, zona de peligro de desastre por precipitaciones pluviales e inundación del río Tumbes, debido a la topografía tan accidentada de la ciudad.

La vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado tiene su origen: en defectos de diseño, defectos constructivos o falta de obras complementarias de resguardo que deben ser advertidas con anterioridad. La falta de mantenimiento en los sistemas existentes ha aumentando esa vulnerabilidad a los desastres naturales, y representa un alto riesgo de colapso de los sistemas.

A continuación se analiza la vulnerabilidad, de cada uno de los componentes del sistema de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Tumbes.

5.1.1. Agua Potable

El agua potable es el elemento vital en la vida del ser humano, por ello se deben de tomar medidas a corto y largo plazo para preservar que este líquido elemento no falte durante el transcurso normal del tiempo y durante épocas en que

el lugar se encuentra en estado de emergencia por la ocurrencia de algún tipo de desastre.

Los reservorios apoyados el "Recreo" (actualmente ha sido rehabilitado y opera como reservorio flotante) y "Hualtaco" (fuera de servicio) se encuentran ubicados en zonas altas con pendiente, sobre terrenos sueltos no asfaltados, son sumamente erosionables por las lluvias, presentando actualmente un alto grado de vulnerabilidad, y riesgo inminente de colapsar debido también a su antigüedad y mal estado de conservación.

Las zonas adyacentes a estos dos reservorios son viviendas, que en caso de terremoto al colapsar estos pueden producir daños materiales y de pérdida de algunas vidas humanas, ya que éstos se encuentran pegados a las viviendas.

El reservorio más grande que existe para abastecer la ciudad, es el llamado "El Tablazo" con un volumen de almacenamiento de $2,500 \text{ m}^3$, está asentado sobre terreno plano, y presenta mayor seguridad para afrontar los desastres naturales; ya sea inundaciones o terremotos. Su antigüedad data de Agosto de 1978, en que fue puesto en funcionamiento, presentando buenas condiciones de conservación en su estado estructural, más no así en el mantenimiento de su caseta de válvulas, en donde se observa que está inundada debido a la falta de mantenimiento de las válvulas.

En la Urbanización Nuevo Tumbes se encuentra ubicado el reservorio elevado, sus estructuras no presentan vulnerabilidad con respecto a sufrir daños durante una inundación, debido a que es de reciente construcción y es elevado, además su base está protegida con una losa de concreto contra la erosión de las lluvias.

El otro reservorio que existe en Nuevo Tumbes, es apoyado su capacidad es de 550 m^3 , no cuenta con el mantenimiento adecuado, pues se observa la presencia de maleza a su alrededor contribuyendo esto al deterioro de las tuberías de ingreso y salida. Un sismo no produciría muchos daños en las estructuras de este reservorio pero una precipitación pluvial de grandes proporciones inundaría esta zona produciendo daños en la base de este reservorio ya que se encuentra desprotegido..

Saliendo más al norte de Nuevo Tumbes se encuentra el reservorio elevado para Puerto Pizarro, con una capacidad de $1,000 \text{ m}^3$, cuenta con su propio pozo de abastecimiento de reciente construcción por lo tanto no muestra ningún desperfecto.

5.1.1.1. Captación

La captación de agua para la ciudad se realiza en dos puntos del río Tumbes, a través de los cuales se lleva el agua hasta la planta de tratamiento de agua potable.

La zona de captación antigua de agua es la que presenta una mayor

vulnerabilidad, con alto riesgo de quedar inutilizada debido a que el río cambia de curso, dejando un meandro de arena que obstruía la bomba de succión, arenando la bomba constantemente y dejándola inoperativa (desde 1992) durante las grandes avenidas del río Tumbes.

Se tuvieron que realizar trabajos con maquinaria pesada para limpiar el canal aductor para poner este punto de captación en operatividad; pero la naturaleza es mucho más fuerte, y ha formado grandes depósitos de arena que alejaron el agua de la captación; por ello se deben tomar las precauciones necesarias con respecto a este punto, ya que el cauce del río cada vez se aleja más de la planta de tratamiento, y es más difícil la captación de agua en este lugar. Debido a que el cauce se alejó completamente del canal aductor, esta dejó de funcionar hasta la actualidad (1944) pero nuevamente el río Tumbes ha retomado su cauce antiguo (Ver Fotografía N°28) y se hace necesaria la rehabilitación de la captación antigua para aprovechar las estructuras y equipos en abandono actual, para incrementar la producción de agua cruda, ya que actualmente la captación solo se realiza en el Puente Viejo.

Como medida para evitar el alejamiento del cauce del río, la Subregión Departamental de Tumbes, realizó obras de enrocado en la margen izquierda del río, al lado opuesto del meandro, lo cual fue una medida que dió resultados momentáneos mientras se terminaba de equipar la captación Puente Viejo (2 electrobombas una para la Planta Antigua y la otra para la Planta Nueva); además se debería realizar la limpieza del cauce del río, aguas abajo para evitar que se eleve el fondo del río Tumbes.

Este punto es vulnerable debido al fenómeno "el Niño", que trae como consecuencia grandes avenidas, produce inundaciones en ambos márgenes del río, cambiando su cauce alejándose continua y peligrosamente de la captación. La anterior inundación, que se produjo producto de este fenómeno en el año 1983, hizo de los sistemas de agua Potable y Alcantarillado, sistemas vulnerables a este tipo de desastre.

Al ocurrir el del año 1992, incidió sobre los mismos lugares y sistemas, haciéndolos altamente vulnerables, sobre todo, y es bastante visible el alejamiento del cauce del río Tumbes que es la única fuente superficial que abastece la Planta de tratamiento de agua potable de Tumbes.

Debido a esto la captación antigua ha quedado inoperativa, como consecuencia del alejamiento del cauce del río debido a la inestabilidad de este.

El otro punto de captación, se encuentra frente a lo que fue el Puente Antiguo, y los problemas que aquí se dan, son debidos a los cambios de caudal que se producen tanto en época normal como en avenidas, por ello aquí hace falta una tubería de succión flexible que no sea rígida para ubicarla a diferentes posiciones y alturas, ya que este punto quedará desabastecido cuando el caudal del río esté por

debajo de la altura de la tubería existente.

Como la captación está ubicada en un recodo (Ver Fotografía N°29), hacia adonde las aguas arrastran troncos, palos y malezas, quedandando detenidas, obstaculizando a las canastillas de succión, se hace necesario la continúa limpieza de éstas, para evitar que atore las canastillas de succión, convirtiéndose esta labor en peligrosa en época de avenidas.

La vulnerabilidad sísmica de la captación es baja, a este desastre por estar sus estructuras de captación sobre terreno rocoso, por lo tanto no pelagra esta en caso de ocurrir este fenómeno. Pero si es de alta vulnerabilidad a las variaciones de caudal y grandes avenidas.

Como se puede observar del análisis de vulnerabilidad, el fenómeno "El Niño" hace de que la captación antigua presente un alto riesgo de desaparecer, debido al constante cambio de cauce que se produce en el río, producto del depósito de sólidos, que hacen que la captación se aleje, y tenga que utilizarse temporalmente hasta que nuevamente, regrese a su cauce normal

5.1.1.2. Conducción

Las líneas de conducción o impulsión, se encuentran en mal estado siendo necesario obras complementarias para el mejoramiento de éstas; el peligro a que están expuestas estas tuberías son: erosión producida por la lluvias torrenciales, que trae como consecuencia el fenómeno "El Niño" cuando aparece en esta zona de nuestro país.

La mayoría de las calles de la ciudad de Tumbes no se encuentran pavimentadas, y debido a la topografía del terreno tan accidentada, hace que las lluvias discurren erosionando el terreno; por lo tanto las tuberías son afectadas por este fenómeno en la mayoría de los tramos de esta línea, sobre todo aquellos que llevan el agua hacia otras ciudades como, La Cruz, Zorritos y Corrales que van rodeando la carretera. Durante las fuertes precipitaciones producidas en el año 1992, esta línea fue afectada en varios tramos cortándose el suministro de agua Potable a estas poblaciones.

Por lo tanto las líneas de conducción tanto en la ciudad de Tumbes, como las que van hacia otras localidades y que son abastecidas desde la Planta de Tratamiento, son vulnerables a la erosión producida tanto por las fuertes precipitaciones como por inundaciones.

Al producirse un terremoto, la línea de agua hacia Zorritos quedaría inutilizada por fallas del suelo, como asentamientos, desplazamientos, altas intensidades sísmicas, etc..Existe una falla a lo largo de la carretera produciéndose una grieta grande y por consiguiente la rotura de la línea de conducción de agua .

5.1.1.3. Tratamiento

Se refiere al tratamiento del agua para ser potabilizada, este sistema que consta de varios tipos de estructuras complicadas como: sedimentadores, floculadores, decantadores y filtros, presenta una alta vulnerabilidad debida a su deficiente operación y mantenimiento, pues muchas de estas presentan desperfectos que no son reparados en su debido momento, trayendo como resultado que los filtros trabajen sobrecargados y por lo tanto se produzca agua de muy mala calidad.

La falta de energía, durante las emergencias producidas por los desastres naturales, es un factor muy importante que hace crecer la vulnerabilidad del Sistema de Agua Potable pues, la planta de tratamiento tiene que disminuir su eficiencia debido a que sólo se cuenta con equipo de emergencia de 500 KW, en regular estado de operatividad, el mismo que produce 300 KW. de potencia efectiva y que normalmente se utiliza cuando diariamente se realiza el racionamiento de energía eléctrica, para que funcione un solo equipo de bombeo en la captación.

Debido a los cortes de las carreteras, al producirse una emergencia existen problemas de desabastecimiento de petróleo para poder utilizar los equipos de emergencia o grupos electrógenos.

Existe falta de previsión con respecto a la capacidad de almacenamiento de productos químicos, existentes en la planta de tratamiento para potabilizar el agua.

El almacén de la planta no tiene la capacidad suficiente, ni se cuenta con las precauciones pertinentes para almacenar por períodos largos, producidos por una emergencia tal como inundaciones(que produjeron el corte de las carreteras), haciéndose imposible obtener estos productos.

Los sismos producirían daños en las estructuras físicas de la Planta de Tratamiento; además de las rajaduras que actualmente se observan en las construcciones dentro de esta, y en las unidades tales como floculadores, sedimentadores, decantadores y tuberías de conducción de agua en las diferentes unidades.

En la planta de tratamiento existe el riesgo de producirse incendio, debido a un corto circuito como consecuencia de la caída de la estación eléctrica ubicada sobre la sala de distribución de agua potable para La Cruz-Zorritos y Corrales.

De ocurrir un sismo fuerte o debido a la falta de protección de esta contra las lluvias persistentes

Una de las paredes de esta sala de distribución tuvo que ser eliminada por presentar serias rajaduras, el techo de esta construcción estuvo por mucho tiempo sostenido por parantes de madera, constituyendo un grave peligro para la planta de tratamiento; pues en caso de lluvias es sumamente peligroso ya que la estación

eléctrica que está sobre esta construcción no está debidamente protegida contra lluvias.

La planta de tratamiento cuenta con canales de evacuación de lluvias, debido a que el terreno tiene pendiente hacia estos canales se hace fácil la evacuación de las aguas pluviales que desaguan directamente al río.

5.1.1.4. Distribución

El sistema de distribución de agua potable de Tumbes, se realiza a través del sistema de redes (Ver Lámina N°13). En las zonas altas con fuertes pendientes se produce serios problemas de desabastecimiento debido a la falta de presión en las redes, dotando a estas zonas por espacio de 2 horas diarias de agua, cuando la altura de agua en el reservorio es de 2.50 m.

Convirtiendo la distribución de agua favorable a las zonas bajas que cuentan con un promedio de 6 a 8 horas. Existe un abastecimiento intermitente, por lo tanto en determinadas horas la tubería se encuentre vacía, existiendo el peligro que por la presión negativa en tramos averiados y presencia de aguas negras, estas puedan ser succionadas y contaminar la red de distribución.

Muchas de estas redes ya han cumplido su periodo de diseño, encontrándose en malas condiciones. En zonas con napa freática alta como la parte baja de la ciudad, existen hundimientos de tuberías y roturas de éstas, produciéndose fugas grandes visibles y otras menores.

Tumbes es un departamento que por su clima tropical llueve constantemente, siendo perjudicial a las redes que se encuentran sobre terrenos inundados por determinados periodos de tiempo. En caso de desastres el problema es aún mayor debido a la larga permanencia de las aguas de lluvia y a las grandes inundaciones generalizadas, produciendo estas grandes presiones sobre las tuberías de agua, haciendo que se desplacen, o por la gran erosión en las zonas altas y con pendientes pronunciadas, hacen que estos muchas veces colapsen.

La distribución del agua potable en Tumbes, se realiza además por camiones cisterna y piletas.

Un desastre natural, puede producir un racionamiento del líquido elemento, e incrementar la posibilidad de surgir enfermedades gastrointestinales, de la piel, etc. En caso de inundaciones los encharcamientos que se producen son causantes de malaria, dengue, fiebre amarilla por ser estos hábitat de los zancudos, mosquitos y otros vectores.

5.1.1.5. Fuentes Subterráneas de Abastecimiento en la Ciudad de Tumbes

Pozo Tubular Lishner Tudela.- Este pozo fue diseñado para un rendimiento de 25 lps, fue puesto en funcionamiento en Enero de 1993 y funcionó hasta el 03-07-93; en que la electrobomba sumergible se malogró debido a que se suministró el cable eléctrico de menor longitud. Nuevamente es puesto en funcionamiento el 04-03-94 después de 8 meses, retirándosele 11 tubos por lo que actualmente el rendimiento ha disminuído de 25 a 14 ó 15 litros por segundo.

La línea de impulsión del pozo al reservorio elevado es de 17m. aproximadamente, el diámetro de la tubería de Asbesto Cemento es de $\varnothing 8"$ de diámetro.

El cuadro N° 5.1.1.5.1 da una relación mes a mes (año 1993) de la producción de agua del pozo Lishner Tudela, durante los 7 meses de funcionamiento.

La ubicación de este pozo con respecto a zonas de riesgo por inundaciones puede decirse que existe este peligro, por ser esta una zona plana en donde las aguas de lluvia permanecerán detenidas por mayor tiempo, lo que favorece es que la continuación de ésta, existe una quebrada hacia donde discurrirían las aguas de lluvia y no se formarían grandes alturas de agua.

La vulnerabilidad a los efectos sísmicos es mediana por estar en la zona N°3 de riesgo sísmico (según el mapa de Microzonificación Sísmica).

Pozo Tubular Puyango (Andrés Araujo).- Este pozo tiene un rendimiento de 16 a 18 lps, la línea de impulsión desde el pozo hasta el reservorio apoyado de 550 m³ es de 1,500 metros aproximadamente, su diámetro es de $\varnothing 6"$ y de Asbesto Cemento.

La ubicación de este pozo dentro del campamento del Proyecto Binacional Puyango Tumbes, lo hace altamente vulnerable a las inundaciones, ya que está ubicado en una zona de depresión hacia donde se acumula el agua de lluvia, peligrando la calidad del agua del pozo que podría contaminarse.

Este pozo por estar ubicado sobre suelo formado por arcillas y arenas compactas, pertenece a la zona N°3 de riesgo sísmico, con lo que podemos apreciar que es medianamente vulnerable a este fenómeno.

Actualmente este pozo se ve afectado por el golpe de ariete que se produce en la tubería de succión, y que se ve reflejado en las rajaduras que se observan en el piso de esta caseta, debido a la disipación de esta presión negativa.

Este pozo cuenta con un sistema de cloración por inyección de cloro gas directamente en la tubería de impulsión.

CUADRO N° 5.1.1.5.1

PRODUCCION DE AGUA (M³) DEL POZO LISHNER TUDELA

(Año 1993)

MES	(M ³)
ENERO	25,732
FEBRERO	18,163.4
MARZO	18,500
ABRIL	20,500
MAYO	22,500
JUNIO	23,834
JULIO	18,540

FUENTE: EMAPATUMBES

En el cuadro N° 5.1.1.5.2 se aprecia la producción mensual de agua en este pozo y que indica como ha ido variando, su producción durante 14 meses entre 1993 y 1994.

CUADRO N° 5.1.1.5.2

PRODUCCION DE AGUA EN EL POZO PUYANGO

(Año 1993-1994)

AÑO	MESES	VOLUMEN PRODUCIDO (M ³)
1993	ENERO	16,171
	FEBRERO	11,376
	MARZO	17,560
	ABRIL	9,544
	MAYO	18,241
	JUNIO	18,856.8
	JULIO	30,290.7
	AGOSTO	31,492.8
	SETIEMBRE	29,613.6
	OCTUBRE	25,886.9
	NOVIEMBRE	23,323.9
	DICIEMBRE	32,594.4
1994	ENERO	34,214
	FEBRERO	31,644

FUENTE: Laboratorio Central de EMAPATUMBES

5.1.2. Sistema de Alcantarillado

Es el conjunto de conductos destinados a recibir la descarga de las aguas de desperdicio de los predios urbanos servidos.

Este sistema se ha constituido en el más vulnerable de los servicios vitales en la ciudad de Tumbes, después de las inundaciones producidas por dos fenómenos "El Niño": en 1983 y 1992, las instalaciones han quedado con un alto grado de vulnerabilidad a este tipo de desastres, y en las condiciones que se encuentran, en caso de ocurrir un sismo, este sistema colapsaría completamente.

Muchos tramos de tuberías de desagüe (Ver lámina N°14), son incapaces de soportar un caudal superior para el que fueron diseñados, haciendo que se produzcan atoros en determinadas zonas de la ciudad durante todo el año, además por la antigüedad de estas, se produce corrosión en la parte alta quedando inservibles.

Los suelos de la ciudad también colaboran a la vulnerabilidad del sistema, pues muchos de ellos contienen grandes proporciones de sales que deterioran las partes bajas de las tuberías de desagüe.

Lo que hace que este sistema sea altamente vulnerable, es la carencia de equipos electromecánicos, grupos electrógenos de emergencia, antigüedad de las estructuras, mala operación y mantenimiento de los equipos y del sistema, falta de equipos de limpieza de colectores y tuberías muchas de las cuales trabajan saturadas, colectores y tramos de tubería desplazados o hundidos por efecto de las inundaciones y falta de personal especializado o recursos humanos y económicos para realizar programas preventivos de operación y mantenimiento de este sistema.

El sistema de alcantarillado se dice que tiene una alta vulnerabilidad a los desastres naturales porque su estación de bombeo de desagües N°1 que es la que recolecta todos los desagües de la ciudad para llevarlos a su disposición final, está ubicada en una zona altamente vulnerable a las inundaciones y a sismos.

Esta cámara no cuenta con estructuras de protección contra las inundaciones. Las inundaciones han provocado el deterioro de los equipos electromecánicos y estructuras físicas.

El terreno sobre el cual está asentada esta cámara es un terreno que favorece la amplificación de ondas sísmicas, densificación y licuefacción del suelo, que hace de esta zona altamente vulnerable por efectos sísmicos.

Al ocurrir cualquiera de estos dos fenómenos causarían el colapso de esta cámara de bombeo. Las redes antiguas cuyas uniones son rígidas su comportamiento ante un sismo es inadecuado.

5.1.2.1. Colectores

Se refiere a las alcantarillas principales del sistema de alcantarillado que concentran el volumen de los desagües por evacuar en las diferentes zonas del sistema.

Muchos de los colectores principales de la ciudad, presentan un alto grado de vulnerabilidad en caso de desastre por inundaciones o por sismos, su antigüedad en algunos tramos, otros deteriorados durante las inundaciones ocurridas en estos últimos años. Muchos tramos de la red deben ser rehabilitados en un corto plazo para evitar la colmatación continua de éstos.

No existen programas de mantenimiento y limpieza de colectores, pues no se cuenta con equipo de baldes ni con hidroyet para limpieza y descolmatación del sistema de alcantarillado.

La zona del mercado y hacia el dren (calle Castilla), El Hospital (calle 24 de Junio), en la zona baja Barrio FONAVI (ver fotografía N°30) y la calle Los Tumpis, cuyos colectores principales durante todo el año ofrecen problemas de atoros, lo que está indicando que se debe de proponer una solución integral a este sistema.

Muchos de estos colectores debido a la napa freática alta y a las inundaciones producidas por las precipitaciones pluviales, sufren desplazamientos y hundimientos provocando represamientos en éstos.

Con respecto al personal de mantenimiento de estos colectores puede decirse que es insuficiente para llevar a cabo este trabajo, aparte de no contar con los equipos necesarios para realizar dicha tarea. EMAPATUMBES no cuenta con el equipo necesario para la limpieza de colectores, solo tienen varillas de fierro para realizar los desatoros.

Al ocurrir inundaciones este problema se agrava, debido a que estos son utilizados para evacuar el agua de lluvias e inundación que viene arrastrando grandes cantidades de sólidos colmatando los colectores y las redes.

Los sismos también producirían efectos catastróficos sobre estos componentes del sistema de alcantarillado, ya que los que se encuentran en terrenos sueltos y con elevado nivel freático, sufrirían graves daños en su estructura, produciéndose el colapso de muchas zonas de la ciudad, con la consiguiente contaminación por aguas servidas. La recomendación en estos casos es el corte inmediato del abastecimiento a la población y luego realizar un racionamiento hasta que se hallan evaluado los daños.

5.1.2.2. Depuración

En la ciudad de Tumbes no existen instalaciones destinadas al tratamiento de

los desagües. Los provenientes de urbanizaciones y asentamientos humanos ubicados en las laderas adyacentes a la quebrada "El Pedregal", descargan mediante un emisor de $\varnothing$ 12" (con una pendiente del 2.3%) llega a esta quebrada produciendo un foco infeccioso para la población cercana y animales que allí pastean.

En "Nuevo Tumbes" todo el desagüe proveniente de la urbanización Lishner Tudela y Andrés Araujo, es descargado por medio de un emisor a una laguna de oxidación, ubicada al frente de esta urbanización al otro lado de la Panamericana.

Este sistema de tratamiento consta de dos unidades: una laguna primaria y otra secundaria; el proyecto ha sido realizado por ENACE. Estas lagunas en caso de precipitaciones pluviales fuertes pueden quedar afectadas por aguas pluviales provenientes de la quebrada Luay.

El funcionamiento actual de estas lagunas es normal, a pesar de tener defectos de diseño en los sistemas de ingreso de aguas servidas y salida del efluente tratado.

El ingreso se hace por un costado de la laguna en vez de hacerlo por la parte más angosta. Existe pérdida de algas debido a estos defectos de diseño. La salida hacia la laguna secundaria se realiza por rebose.

Los desagües de la ciudad antigua tienen como disposición final río Tumbes, sin ningún tratamiento previo de las aguas servidas, contaminando el río y el agua que es captada para riego por el canal "La Tuna" (ver fotografía N°31) y "El Romero" aguas abajo. Esta contaminación es más grave en época de estiaje, en que el caudal del río disminuye hasta 10 m³/seg.

5.1.2.3. Emisor

Corresponde a la obra destinada a conducir el efluente final del sistema de alcantarillado, al punto de su disposición o vertimiento final.

El emisor ubicado en la quebrada "El Pedregal" (Ver Fotografía N°32), corre el riesgo de que por las continuas lluvias, las laderas de esta quebrada se desplacen y se deteriore algún tramo de esta tubería.

Las inundaciones han hecho que el emisor de la ciudad antigua, sea vulnerable a sus efectos, pues la ocurrida en 1992 ha dejado afectado dos tramos de éste. Uno de ellos ha sido completamente barrido por la erosión del agua sobre el terreno, estando actualmente por este motivo, la zona de descarga más cercana a la ciudad

Lo que demuestra que este emisor es vulnerable a las inundaciones por las variaciones de caudal del río Tumbes, y por estar paralelo a la margen derecha de éste (no está protegida) a una cota de aproximadamente 5 metros, que permite fácilmente la inundación de los terrenos adyacentes a este. El tipo de terreno

bastante blando favorece la erosión tanto de las aguas como de las lluvias.

5.1.3. Ubicación de las Localidades

Para tratar de establecer la vulnerabilidad de los componentes básicos de los Sistema de Agua Potable y Alcantarillado, en primer lugar se ha considerado la ubicación geográfica de la ciudad, pues la ocurrencia de los fenómenos naturales causantes de los desastres, no tienen la misma incidencia en otras regiones. El fenómeno "El Niño" ha afectado en mayor grado que a otros departamentos de la Costa peruana, al departamento de Tumbes y Piura.

Las inundaciones originadas por precipitaciones pluviales, presentan también un marco de ocurrencia cíclica. En determinadas zonas este fenómeno en ocasiones especiales, puede alcanzar magnitudes excepcionales. Por lo tanto una ciudad como Tumbes, debe estar preparada, adoptando medidas preventivas para atenuar los efectos que producen este tipo de desastres naturales.

Como sabemos, Tumbes se encuentra ubicada en una zona de actividad sísmica, que la convierte en una ciudad vulnerable a este tipo de desastre. Los sismos se presentan en forma inesperada y las medidas que se deben de adoptar son del tipo preventivo: diseñando en zonas de menor vulnerabilidad, no permitiendo asentamientos de poblaciones en zonas de alta vulnerabilidad sísmica, las estructuras que se hagan deben de tener cierto grado de seguridad ante tal desastre.

Por todo esto la ciudad ha sido dividida en zonas inundables y zonas de alta vulnerabilidad sísmica. Los mapas de riesgos sirven para ubicar los sistemas frente a un desastre y para que se tomen las medidas necesarias para la mitigación y prevención de estos desastres. Se hace necesario que la Municipalidad intervenga para que se respete las zonas de expansión urbana y usos de suelo, ya que así se podría evitar que las poblaciones se asienten en zonas vulnerables a los desastres naturales.

5.1.4. Influencia de los Suelos

Para realizar un análisis de vulnerabilidad se debe de considerar las características topográficas, geológicas y orográficas propias de la localidad

Tumbes, presenta una topografía bastante accidentada (ver Lámina N°15), está formada por zonas altas, bajas y planas que las convierte en vulnerables a las inundaciones, además de los suelos deleznable en los cuales se produce erosión y arrastre de los sólidos, la napa freática superficial hace que las aguas provenientes de las lluvias no se infiltren, sino que se queden en la superficie y se inunde la zona.

Suelos con sales que hacen que las tuberías sean vulnerables a la corrosión.

Los suelos sueltos favorecen a la amplificación de ondas, densificación y licuefacción de suelos , haciendo de estas zonas altamente vulnerables a los sismos.

En la lámina N°16 se aprecia los diferente tipos de suelo y como están compuestos en la ciudad de Tumbes.

5.1.4.1. Terrenos LLanos y Estables

Presentan menor riesgo a los efectos de inundaciones, puesto que la fuerza erosiva de las aguas decrece en función de su menor velocidad de desplazamiento, la cual se reduce considerablemente, a razón de la mayor superficie en que ellos puedan normalmente discurrir.

Pero este tipo de terreno si bien reduce los efectos erosivos, puede generar un problema de permanencia o duración de los efectos de las inundaciones, por falta de drenaje natural de las aguas, como ocurre en las partes bajas de la ciudad de Tumbes, pues el agua no tiene hacia donde discurrir, como por ejemplo: Barrio San José, Fonavi, Nuevo Tumbes etc.

En el caso de sismos, cuyos efectos varían en función de la intensidad del fenómeno y las características geológicas del subsuelo, es evidente que los efectos secundarios que pueden derivarse de ellos serán relativamente menores.

5.1.4.2. Terrenos Medianamente Accidentados

Determinan condiciones dinámicas mucho más destructivas en el caso de las inundaciones de origen pluvial, en donde a los efectos mismos de las aguas es el de la erosión que ellas mismas producen como consecuencia de su mayor velocidad de desplazamiento, esto se da en muchas zonas de esta ciudad (calle Los Tumpis).

En caso de sismos, se suman potencialmente mayores riesgos de efectos secundarios propiciados por la topografía local.

5.1.4.3. Terrenos con Topografía Bastante Accidentada

El riesgo de los efectos directos o secundarios de las catástrofes naturales cobran mucho mayor importancia. Así mismo, sus características geológicas, orogénicas y climatológicas, constituyen factores trascendentales en la magnitud de dichos efectos. Este tipo de topografía nos muestra dos diferencias bien marcadas:

- a) Las zonas accidentadas, como consecuencia de procesos orogénicos antiguos en los cuales se ha alcanzado un equilibrio estático entre ellas y las áreas continentales que las rodean. El que se generen fenómenos de características catastróficas (aludes, nevadas, deshielos y deslizamientos de tierra), dependen

exclusivamente de las condiciones meteorológicas reinantes y en la latitud de sus ubicaciones.

- b) Zonas accidentadas de relativa poca antigüedad orogénica, las cuales no presentan una estabilidad aun definida.

Los fenómenos naturales de carácter catastrófico tales como precipitaciones pluviales excepcionales, etc. de carácter directo, presentan un componente imprevisible que corresponde a los sismos. En realidad al carácter destructivo de ellos (aludes, deshielos, deslizamientos, precipitaciones pluviales excepcionales, etc.) en razón directa de su intensidad y de las características locales de la zona de ocurrencia, se suman como efectos secundarios los derivados de la topografía y orografía regionales, los cuales pueden representarse en términos de su poder destructivo, peligros mayores que los derivados directamente de un sismo.

Las inundaciones determinarán efectos mucho, más duraderos en casos de ocurrir sobre terrenos impermeables o naturalmente saturados de humedad; como ocurre en las zonas bajas de la ciudad de Tumbes.

Los sismos cuando afectan áreas saturadas de agua en el subsuelo, suelen producir alteraciones fundamentales de dichas características, dado que los estratos permeables, generalmente constituidos por mantos de arenas confinadas no son estables, dando origen a afloraciones anormales y afectando profundamente en otros casos la captación de aguas subterráneas mediante pozos, cuya estabilidad y rendimiento pueden verse substancialmente alterados.

La estabilidad del terreno puede ser profundamente modificada como consecuencia de los fenómenos naturales

5.1.5. Micro Zonificación de Suelos en la Ciudad de Tumbes

La ciudad de Tumbes ha sido estudiada considerando todos los desastres naturales que puedan ocurrir dentro de esta área, tales como terremotos, inundaciones, deslizamientos, fallas de suelo, etc. Esta área ha sido seleccionada siguiendo los siguientes criterios

- Ciudades con rápido crecimiento demográfico.
- Centros poblados importantes que tienen problemas de seguridad física.
- Ubicación de las obras importantes que se ejecutaran en un futuro cercano.

De acuerdo al área y a los estudios de desastres que se producen, para cada peligro potencial se ha preparado un mapa de amenazas por sub-zonas y su grado de peligro. Superponiendo estos mapas se logra obtener uno en el que el área de estudio queda dividida en sectores de diferentes peligros, con el cual se identificará las zonas de mayor peligro, de alto riesgo y las más seguras, de acuerdo a este mapa,

cada área será utilizada para un determinado fin.

Con la microzonificación, se pueden realizar planes de emergencia para la prevención de desastres naturales minimizando los daños que éstos producen.

*1 Documental del Perú, año 1976, Departamento de Tumbes

CAPITULO VI

ANALISIS DE

VULNERABILIDAD DE LOS

SISTEMAS

DE AGUA POTABLE Y

ALCANTARILLADO

CAPITULO

6

6. ANALISIS DE VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.

6.1 Aspectos de un Análisis de Vulnerabilidad

Para tratar de establecer el análisis de vulnerabilidad de los servicios de agua potable y alcantarillado, debemos de tener en cuenta las condiciones locales particulares en cada caso considerando los siguientes aspectos:

1. Ubicación geográfica de la ciudad, en relación a las zonas de normal incidencia de agentes naturales, causantes de catástrofes, teniendo en cuenta las tormentas tropicales, las inundaciones producidas por tsunamis o mareas excepcionales, y la actividad sísmica de la localidad.
2. Características topográficas, geológicas y orogénicas locales, puesto que en virtud de sus diferentes características, los agentes naturales pueden actuar en mayor o menor grado en sus efectos devastadores.
3. Calidad predominante de los suelos y subsuelos, en relación específica a su grado de saturación y permeabilidad, respecto a las aguas subterráneas normales en la localidad. La inestabilidad de algunos subsuelos saturados, puede producir efectos realmente graves en caso de sismos.
4. Inestabilidad general de los suelos, a lo largo del recorrido necesario de las obras de abastecimiento o disposición de las aguas servidas.

A nivel de institución EMAPATUMBES, no cuenta con equipos ni personal suficiente para poder responder adecuadamente ante una emergencia como lo es una inundación.

El reparto de agua en camiones cisternas sería deficiente, al no contar con los camiones cisterna necesarios ni personal para realizar esta labor.

No existe un programa de racionamiento, ni programa de reparto de agua adecuado, control de calidad del agua etc.

La capacidad de respuesta en la Planta de Tratamiento es medianamente eficiente, en otros lugares demora mayor tiempo.

6.1.1 Análisis de Vulnerabilidad de los Sistemas

6.1.1.1 Agua Potable

Siendo el agua el elemento principal para la vida del ser humano en tiempos normales, durante la ocurrencia de un desastre natural, esta necesidad se hace más difícil de poder satisfacer; por lo tanto la empresa de agua potable y alcantarillado debe garantizar el servicio, sobre todo en los lugares hacia donde se ha reunido a los damnificados.

Un análisis de vulnerabilidad del sistema de agua potable es necesario, como una medida de prevención, de esta manera se conocerán las partes débiles y las confiables y para adoptar las medidas preventivas durante la época normal; reparando los componentes del sistema, adquiriendo equipos, stock de repuestos, etc. Conociendo las partes débiles del sistema, en caso de emergencia se debe de dirigir todos los esfuerzos hacia estos.

En este capítulo analizaremos las estructuras principales de tratamiento, los reservorios que abastecen a la población, las redes de agua y estaciones de bombeo, tomando en cuenta los dos tipos de desastres que tienen mayor riesgo de ocurrencia en el departamento de Tumbes: inundaciones y terremotos.

El desastre natural producido por las inundaciones en Tumbes, es producido por el fenómeno "El Niño" en forma imprevisible cada 7 a 8 años.

El análisis de vulnerabilidad, le permitiría a la Empresa EMAPATUMBES, poder con esta información elaborar un programa de implementación de medidas de prevención, que servirán para facilitar la ejecución de mejoras físicas y estructurales, así como la ubicación de las futuras estructuras y componentes del sistema en lugares de menor riesgo o utilizar técnicas y materiales que reduzcan los riesgos de colapso en caso de desastres.

El campo de la operación y mantenimiento de los sistemas, también es producto de un análisis, por si fuera necesario reforzar este aspecto, mediante la capacitación del personal encargado.

Después de este análisis, podremos determinar el riesgo al que se está expuesto, al ocurrir determinado desastre.

El sistema de agua potable de la ciudad de Tumbes, en general presenta una vulnerabilidad media a los desastres naturales; la captación es el componente de este

sistema que presenta el mayor grado de vulnerabilidad y alto riesgo de quedar inutilizada por causa del alejamiento del cauce del río Tumbes. Se agrega a esto el que el mantenimiento de las unidades de tratamiento y equipos de la Planta de Tratamiento, ha sido deficiente por muchos años, varios de los equipos existentes en su momento no se les realizó el mantenimiento oportuno quedando algunos inutilizados, tanto en la captación, tratamiento del agua, así como del control de la calidad de ésta en el laboratorio.

Las deficiencias en la administración y conducción de la Empresa, han contribuido en los últimos años, a incrementar la vulnerabilidad del sistema de agua potable de Tumbes.

En la actualidad, la administración de turno está deseosa de realizar cambios, en favor de la Empresa. Se hace necesario que realice una revisión y actualización de las normas que utiliza la Empresa para el diseño de las estructuras y tuberías de agua potable. Además, realizar por medio de convenio con el CISMID, el análisis de vulnerabilidad de las estructuras de los sistemas de agua potable de Tumbes.

A continuación se detalla el análisis o estado de la vulnerabilidad, en que se encuentran los componentes del sistema de agua potable y que nos servirá para hallar el grado de confiabilidad de este sistema.

6.1.1.2. Fuentes de Abastecimiento

- **Río Tumbes**

El río Tumbes es la fuente principal de abastecimiento de agua en Tumbes, debido a su regular cauce durante todo el año existe agua suficiente en este. La navegación se realiza durante todo el transcurso del año, es el único río navegable de la costa peruana.

Se han realizado una serie de proyectos de irrigación en la margen izquierda del río Tumbes para atender las necesidades de agua para la agricultura. Como sabemos existe un proyecto de gran alcance para el aprovechamiento de las aguas del río Tumbes este es el proyecto binacional Puyango-Tumbes, que data del año 1971, el cual fue formulado por Perú y Ecuador para controlar las aguas del río Tumbes desde su nacimiento en el Ecuador, en la confluencia de los ríos Calera y Amarillo.

La cuenca del río Tumbes, tiene una superficie total de 5,177 Km²., de los cuales 3,739 Km². se encuentran en territorio ecuatoriano y 1,438 Km.² en territorio peruano.

El proyecto binacional Puyango-Tumbes (La lámina N°17 muestra el esquema general del este proyecto y sus alcances), es un proyecto orientado a la irrigación de al menos 50,000 Has. en el Ecuador y al menos 36,000 Has. en el Perú; pero además este proyecto es sumamente importante para ambos países y sobre todo para el nuestro, porque mediante este proyecto se puede evitar mediante el control de esta cuenca hidrográfica, las inundaciones producidas por las fuertes precipitaciones pluviales, con el consiguiente aumento de los caudales normales de estos ríos, produciendo inundaciones en grandes áreas de terrenos agrícolas y zonas pobladas.

El cambio de curso del río (Ver Fotografía N° 33) traería serias consecuencias, tanto económicas como sociales al departamento, por ello mientras no se llegue a realizar el proyecto binacional que también tiene como objetivo el abastecimiento de agua para fines: doméstico, saneamiento ecológico e industrial, es necesario tomar otras medidas inmediatas para proteger la margen derecha del río Tumbes.

Desde 1972 el Perú, paralelamente a la realización de los estudios, ha ido realizando una serie de actividades orientadas a proporcionar información para la prosecución de los estudios.

Las inundaciones producidas en la ciudad, por el río Tumbes en el año 1983, fueron devastadoras, ya que en ese entonces no existía el Malecón Benavides, que fue construido durante el proceso de rehabilitación. En 1992 este malecón evitó que ocurriera lo del "Niño" anterior, aunque no ha sido la solución total, pues el nivel medio de la superficie del agua se eleva constantemente, debido a la acumulación de sedimentos en el fondo de este.

Dentro de los fenómenos que se producen constantemente en el río, se están realizando estudios de los probables efectos de las mareas, como erosión y socavación de las defensas del malecón y pilares del puente sobre la carretera Panamericana. Por las tardes se puede observar, como el agua regresa por efecto de la marea.

Este río es la única fuente superficial para el abastecimiento de la ciudad de Tumbes, lo que hace que la Planta de Tratamiento de agua corra el riesgo de quedar inoperativa debido a lo errante de su cauce de este.

Estudios de defensas ribereñas, han sido realizados por el PRONADRET en 1988, estudios que quedarían sin efecto si este cauce cambiara de curso.

Además de estos estudios se han realizado otros (Inade, A.Rocha) estudios integrales de régimen de Avenidas del río, dando pautas para su control.

• Pozos

Los pozos existentes en el departamento de Tumbes, tienen como fuente principal el agua subterránea proveniente del río Tumbes y Zarumilla. En la actualidad en la ciudad de Tumbes 2 pozos abastecen a la Urbanización Andrés Araujo y Lishner

Tudela, uno a Puerto Pizarro y en Zarumilla existen 4 pozos, de los cuales sólo están en funcionamiento 2 de ellos que abastecen las localidades de Zarumilla y Aguas verdes, los otros 2 se encuentran fuera de servicio, uno de ellos se ha tratado de rehabilitarlo sin resultado alguno.

En 1992 durante la emergencia producida por las inundaciones, causadas por el fenómeno "El Niño", muchos de estos pozos fueron afectados por: el corte de energía eléctrica, sufriendo desperfectos permanentes.

El problema actual en los pozos, es el golpe de ariete en la mayoría de las casetas de bombeo. Este fenómeno ocurre en el momento de encender el equipo, produciéndose rajaduras en piso y paredes de las casetas, debido a la fuerte presión que se produce cuando esto ocurre. En las casetas de bombeo las válvulas de alivio y purga de aire no funcionan, otro problema es la válvula check cuyo funcionamiento es defectuoso debido al desconocimiento de su manejo.

La capacidad de diseño de algunos de estos pozos, como por ejemplo el de la Urbanización Lishner Tudela, es desaprovechada debido a la falta de una buena inspección durante la ejecución de las obras, ya que el contratista no cumplió con instalar el equipamiento como lo indica el proyecto. En el mencionado pozo se instaló la bomba con un cable que tiene 20 metros menos de lo que le corresponde para la altura de diseño del pozo, por lo tanto actualmente este pozo tiene un menor rendimiento.

En general la vulnerabilidad que presentan los pozos que tiene a su cargo EMAPATUMBES, es debido al golpe de ariete, a la falta de energía, falta de mantenimiento de los equipos, desconocimiento del manejo de las válvulas de alivio y purga, no existe un control histórico del rendimiento de los pozos.

Para las poblaciones de Zarumilla y Aguas Verdes, la producción actual de sus pozos es insuficiente para abastecer a su población. Los dos pozos que actualmente funcionan en Zarumilla necesitan ser reequipados; pues se encuentran en mal estado y para cubrir el déficit de agua potable se está construyendo un pozo en Aguas Verdes, para que ya no dependa de Zarumilla.

En Papayal (Baldarrago), existe un pozo que requiere de trabajos de reparación en su sistema producido por los cortes de energía, trayendo como consecuencia la interrupción del servicio.

• **Disminución de la Fuente de Agua.**

En el área motivo del presente estudio, existen tres tipos de fuentes de abastecimiento:

Aguas superficiales provenientes del río Tumbes.

Aguas sub-superficiales, cuyo origen se encuentra también en el río Tumbes y Zarumilla y la captación de las mismas se efectúa mediante galerías filtrantes y

Aguas subterráneas, cuyo origen es también el río Tumbes y Zarumilla y se captan mediante pozos profundos.

En el caso de aguas superficiales (aguas captadas por bombeo, dirigido a la Planta de Tratamiento de Agua Potable), la vulnerabilidad es a consecuencia de lo errante del curso del río Tumbes en su parte baja (desembocadura en el mar).

La baja pendiente que tiene en esta zona el río, hace que el escurrimiento ocasione grandes meandros que en circunstancias, pueden alejar a distancia considerable, el líquido elemento del área de captación.

En el caso del agua sub-superficial, la disminución de la fuente, puede producirse por atarquinamiento de los lechos filtrantes, con que se rodea normalmente la tubería de recolección.

• **Contaminación de Fuentes.**

En el caso de aguas superficiales (captación de la Planta de Tratamiento de Tumbes), existe contaminación detectada, en los análisis bioquímicos que se efectúan en el laboratorio de la Planta de tratamiento. Cabe señalar que el gran movimiento de caudal, sus variaciones y el uso ínfimo de desinfectantes en la agricultura, dejan actuar íntegramente la capacidad bentonal del río, asegurando la baja contaminación que se detecta.

En el caso de fuentes sub-superficiales y de aguas subterráneas, ocurre la contaminación en caso de inundaciones, que en especial son frecuentes en las zonas de galerías filtrantes.

6.1.1.3. Captación

La vulnerabilidad que se aprecia en la captación es debido al alejamiento del cauce del río, quedando la captación antigua sin fuente de abastecimiento desde mediados de 1992 hasta 1994 en que el río ha regresado a su cauce antiguo; pero esta captación se encuentra inoperativa y debe de ser rehabilitada.

Las avenidas producidas por el fenómeno "El Niño", son las que mayores daños han producido (ver fotografía N°35), pues al irse elevando el fondo del río, el cauce se ha ido alejando peligrosamente, hasta desviarse unos 300 metros de la captación durante el último "Niño" de 1992, motivo por el cual la captación antigua quedó fuera de operación.

Para darnos cuenta de la variabilidad del curso del río Tumbes, les diré que actualmente (Mayo 1994) el río ha ocupado nuevamente su cauce antiguo, en la zona de la captación antigua.

La captación del "Puente Viejo", es la que actualmente capta agua para toda la Planta de Tratamiento, inclusive para la ampliación de esta.

Esta captación está ubicada en un recodo en la margen derecha del río Tumbes, aquí la vulnerabilidad surge de la carencia de una tubería flexible (Ver Fotografía N° 36), que sirva para dirigir esta hacia lugares con mayor profundidad, cuando el río disminuya su caudal, evitando que la bomba succione aire y se malogre. La tubería de succión de esta captación es rígida y no permite realizar los cambios de posición necesarios, en momentos que baja el caudal del río.

Otra de las causas que producen la vulnerabilidad de este componente del sistema, es que en este lugar los troncos y vegetación que trae el río quedan detenidos en este recodo, con el consiguiente peligro que queden atrapados en las canastillas de succión y las malogren. Por esto el personal constantemente, realiza la limpieza de estos obstáculos, para evitar que atoren las canastillas de succión.

La vulnerabilidad de la captación de agua cruda, del sistema de agua potable de Tumbes es debido a las variaciones que sufre el cauce del río Tumbes y a las grandes avenidas, producidas por las precipitaciones pluviales, consecuencia del desorden climatológico que trae el fenómeno "El Niño".

6.1.1.4. Planta de Tratamiento

La planta de tratamiento, está constituida por dos plantas: la planta antigua y la planta nueva, y la planta antigua a su vez por una planta pulsator y otra convencional; estas dos últimas presentan debido a su antigüedad y falta de mantenimiento, sus galerías de válvulas y tuberías en muy mal estado, existen fugas por tuberías y válvulas, además en la sala de control de filtros, los medidores de pérdidas de carga nunca han funcionado y los filtros se encuentran funcionando con un lecho filtrante bastante bajo.

La Planta antigua, es la que abastece a las localidades de La Cruz- Zorritos y a Corrales; su rendimiento es pésimo, pues el agua que produce es de baja calidad (Ver Fotografía N° 37). En esta planta no funcionan bien las válvulas de desagüe, las compuertas de los filtros se encuentran malogradas, las válvulas de by pass de las cisternas de almacenamiento también están malogradas y la sala de distribución de agua potable de esta planta, ha tenido que ser rehabilitada, pues carecía de una pared portante, por lo que el techo estaba sostenido por parantes.

El floculador de esta planta (Ver Fotografía N° 38), necesita rehabilitarse, sus pantallas se encuentran rotas; muchas veces este funciona ahogado y su sistema de dosificación es deficiente. También los sedimentadores y decantadores no funcionan, sólo sirven como depósito actualmente, por ello también los filtros tienen que trabajar sobrecargados de turbiedad.

La planta Nueva es de reciente construcción, sin embargo presenta problemas de fuga de agua tratada en cantidades alarmantes, las válvulas de desagüe se encuentran funcionando deficientemente al no lograrse que estas se cierren completamente ocasionando, fugas de agua a tratar de los sedimentadores.

Respecto a contaminación futura por inundación de aguas de lluvia, esta planta corre este riesgo en una de las cisternas, pues esta ha sido construida a nivel del suelo, faltándole una tapa sanitaria para contrarrestar este peligro.

El terreno sobre el cual está construida la planta de tratamiento, la convierte en medianamente vulnerable a desastres naturales producidas por sismos, aquí la vulnerabilidad se produce más por el estado de las instalaciones, por su mantenimiento, falta de energía constante que hace que estos equipos se malogren disminuyendo su vida útil.

La planta de tratamiento es altamente vulnerable, a las grandes crecidas del río Tumbes, producidas por las precipitaciones pluviales. La captación de agua cruda se torna sumamente difícil, y el tratamiento de esta; debido a las altas turbiedades, la planta en determinadas ocasiones tiene que dejar de funcionar.

En épocas normales debido a la variabilidad de caudales, la dosificación de productos químicos se encarece debido al incremento de la dosis, al tener que tratarse agua con mayor turbiedad.

6.1.1.5 Reservorios

Tumbes cuenta con un total de 15 reservorios: 9 reservorios apoyados y 5 elevados, de los cuales al distrito de Tumbes le corresponden: 2 reservorios apoyados en la ciudad antigua y uno en la Urbanización Andrés Araujo, uno elevado en la Urbanización Lishner Tudela y el otro elevado de Puerto Pizarro ubicado al norte de la ciudad de Tumbes.

El reservorio apoyado "El Tablazo" de 2,500 m³ de capacidad, se encuentra en la cota más alta de la ciudad antigua a 33 m.s.n.m., es abastecido desde la planta de tratamiento, su estado actual es aceptable en cuanto a su estructura física, la caseta de tuberías y válvulas que se encuentra al costado del reservorio, hacen cerca de 2 años que se encuentra inundada, deteriorando las tuberías y válvulas y los cimientos de esta instalación debido a la constante humedad a que está sometida, la siguiente fotografía N° 39 (caseta de válvulas de el Tablazo) es una muestra evidente de esto.

Además esta caseta se encuentra en una especie de depresión, lo que hace que en época de lluvias esta sea completamente inundada porque allí se reúne el agua de lluvias.

El reservorio el Tablazo abastece al reservorio "Los Militares" (439 m³) de uso exclusivo del cuartel del Ejército, ubicado al frente de este reservorio. La calle

donde está ubicado "El Tablazo" es una calle completamente erosionable, por ello durante la época de lluvias la tubería de aducción es desenterrada en este tramo, produciendo serios daños.

El otro reservorio actualmente rehabilitado es "El Recreo" (en la Fotografía N°40 se aprecia la ubicación inadecuada del reservorio, de allí su peligrosidad), que sirve como reservorio flotante, presenta peligro debido a las precipitaciones pluviales, ya que está ubicado en una calle sin asfalto y con pendiente pronunciada, poniendo en peligro de erosión de su base. Otro peligro es el que corre la población, debido a que este se encuentra completamente pegado a las viviendas y en una calle por donde se transita diariamente.

Actualmente las necesidades de abastecimiento, superan a la oferta, pero no existen lugares aparentes dentro de la ciudad antigua, para construirse más reservorios; luego de llevarse a cabo la construcción del otro reservorio adyacente al "Tablazo" y de las mismas condiciones de diseño.

El abastecimiento en Tumbes es centralizado, lo que hace de este sistema un sistema vulnerable, pues no llega a cubrir las necesidades de la población. Actualmente se ha realizado el estudio de la fuente subterránea en "Las Malvinas", en donde se construirá el reservorio "El Mirador" con su propio pozo; también el hecho de que Puerto Pizarro ya cuente con su propio reservorio y pozo, sirve para descentralizar el abastecimiento de Tumbes y que se convierta en más confiable y seguro.

6.1.1.6. Tuberías de Conducción e Impulsión

La tubería de impulsión de agua para la localidad de Tumbes, se inicia en la planta de tratamiento, en la cota 10.0 m.s.n.m., desde la cisterna de 1,000 m³; llegando hasta el reservorio "El Tablazo" a través de 1,075 metros de tubería de A.C. 16" clase A-150. Pasa por las calles José Jiménez, Benavides, Jirón La Mar y termina en la Avenida El ejército, siguiendo una pendiente de 3.8%.

La línea de impulsión, atraviesa calles totalmente sin asfalto y con cierta pendiente del terreno lo que hace que durante las lluvias, estos sean erosionados dejando estas tuberías desprotegidas como lo muestra la Fotografía N° 41.

En la calle La Mar está ubicado el reservorio "El Hualtaco" actualmente fuera de servicio debido a sus malas condiciones en que se encuentra; sin embargo no se han clausurado las válvulas de agua que venían de la planta y que abastecían a este reservorio. Un tramo de la tubería de fierro que sale de este reservorio, está al descubierto y en malas condiciones existiendo una gran fuga de agua.

La zona donde está ubicada la tubería de impulsión es medianamente vulnerable a desastres producidos por sismos, el efecto sería que debido al corte de fluido eléctrico, se produciría el cese del flujo de agua hacia el reservorio, produciéndose el

desabastecimiento total de agua a la ciudad; pero si es vulnerable al fenómeno "El Niño"

El trayecto de la línea de impulsión, es una zona altamente erosionable por la acción de las lluvias, dada la topografía de elevada pendiente.

La intersección de la calle La Mar con la calle Piura, es una zona inundable por las lluvias, y por aquí también pasa un tramo de la línea de impulsión que es afectada por las lluvias. Las tuberías de impulsión y conducción ubicadas en esta zona son altamente vulnerables al fenómeno "El Niño".

La red de impulsión de Corrales que viene desde la Planta de Tratamiento, sufre movimientos en su trayecto debido a que se encuentra en terreno saturado de agua de los canales de irrigación de la zona.

La tubería de impulsión de La Cruz Zorritos, ha sido dañada en varios tramos. Durante la última emergencia las poblaciones abastecidas por esta línea quedaron desabastecidas. Otro de los problemas que tiene esta línea, es la de tener que atravesar por una zona con falla geológica en el lugar llamado Malpaso, que la hace sumamente vulnerable a los efectos sísmicos, lluvias e inundaciones.

La construcción de esta línea la convierte en vulnerable, debido a las reducciones de diámetro que se producen en su trayecto y que hacen de este sistema un cuello de botella, que no permite realizar un mejor abastecimiento a estas localidades, actualmente existe déficit de abastecimiento en estas.

En la avenida Alfonso Ugarte está ubicada la tubería de conducción que va hacia San Juan de la Virgen y al Asentamiento Humano Las Flores, esta avenida tiene una pendiente pronunciada y no tiene asfalto, lo que la convierte en erosionable y vulnerable al efecto de las lluvias.

La vulnerabilidad de las tuberías secundarias y conexiones domiciliarias en la zona baja de la ciudad de Tumbes (San José, Urbanización FONAVI, Villa Militar, calle Tarapacá, Tacna) es sumamente alta por estar sometidas en forma constante a inundaciones y durante períodos prolongados, produciéndose asentamientos y deterioro de tramos de tuberías y cajas de registro.

Otra de las zonas es la quebrada "Tumpis", completamente erosionable y la parte baja de la quebrada "El Nieto" donde las tuberías son seriamente afectadas y en la zona de expansión hacia la salida a San Juan de la Virgen las tuberías de agua de 8" y alcantarillado de 8".

6.1.1.7. Aducción

La tubería de aducción tiene dos tramos, uno de 16" que sale del reservorio hacia la calle Hilario Carrasco en un tramo de 320 metros y el otro de 680 metros de 12", que va desde el reservorio "El Tablazo", pasa junto al cuartel militar hasta llegar a la calle "Los Tumpis", donde recibe el flujo de inundación de lluvias de esta quebrada.

La falta de asfaltado hace que esta calle sea altamente erosionable además de ser un suelo sumamente blando.

La vulnerabilidad que presenta esta zona frente al fenómeno "El Niño" es mediana, aunque en este último "Niño" de 1992, esta vulnerabilidad se ha incrementado, debido a que en 1983 éstas mismas tuberías de agua fueron afectadas, agregándose a esto que su antigüedad también se ha incrementado en 9 años más.

Este tramo de tubería de aducción, está dentro de la quebrada más destructiva dentro de la ciudad, y por aquí discurren grandes cantidades de agua de lluvias, en una gran longitud. Su suelo es muy malo y por ello la vulnerabilidad frente a sismos es alta.

6.1.1.8. Distribución

Las redes de distribución en la ciudad de Tumbes, se realiza mediante redes de tubería de $\varnothing$ 4" y hasta $\varnothing$ 6", que se derivan de tuberías de mayor diámetro. La antigüedad de estas data por lo menos unos 25 años, lo que las hace vulnerables debido a la falta de mantenimiento de estas y a la ocurrencia de inundaciones y erosión por efecto de las precipitaciones. A causa de los dos últimos "Niños" de 1983 y 1992 la ha hecho más vulnerables.

No existe un catastro de redes, ni se sabe a ciencia cierta el estado en que se encuentran estas tuberías, toda la información que aquí se da, es gracias a las visitas de campo efectuadas, junto con personal de EMAPATUMBES, y a la información proporcionada por ingenieros de la zona. En la Lámina Nº 18 se presenta la Red Matriz de Agua Potable de Tumbes, las áreas abastecidas por este sistema y el caudal correspondiente a cada una de ellas.

Muchos de los tramos de esta red, se encuentran en pésimo estado de conservación, son de fierro fundido muy antiguas (rígidas y vulnerables a la corrosión); existen muchas fugas que no han sido reparadas durante muchos años.

En algunas calles, como la calle Piura se ha realizado el cambio de tubería de fierro fundido de $\varnothing$ 6" por tubería de A.C. $\varnothing$ 8", en un tramo de 100 metros. En la Lámina Nº 19 vemos los diámetros de las tuberías matrices de la ciudad antigua.

Al igual que las tuberías de conducción, las de distribución tienen los mismos problemas de roturas constantes, sobre todo donde no existe asfalto la erosión de los suelos en las zonas con pendiente pronunciada y en terrenos deleznales.

Otro de los factores que determinan que las redes se deterioren rápidamente es la presencia de sulfatos, que dañan tanto las tuberías de agua como las de desagüe.

6.1.1.9 Válvulas

Como se ha podido apreciar en la lámina N°13 del capítulo V, podemos apreciar tanto las tuberías con sus diferentes diámetros y la ubicación de las válvulas de agua potable en la ciudad de Tumbes, según fueron diseñadas; pero no se cuenta con una información detallada de la existencia de estas ya que, muchas han sido enterradas al ocurrir las inundaciones por el rellenado de las pistas, lo mismo ocurre con los grifos contra incendio, los pocos que existen no funcionan, debido a su mal estado de conservación. No existe un catastro de grifos ni de válvulas existentes.

De ocurrir un fuerte sismo, Tumbes no cuenta con grifos operativos para apagar los incendios que posiblemente se produzcan, ya que no existe el sistema contra incendio, ni se pueden manipular las válvulas de cierre de agua principales porque no se sabe su ubicación. Lo curioso de esto es que cuando se tiene que realizar alguna reparación de tuberías, debido al desconocimiento de que y donde se encuentran las válvulas, se tiene que cerrar la válvula general y cortar el agua a toda la ciudad.

Las válvulas no reciben mantenimiento, por lo que por ellas existen fugas constantes incrementándose estos desperfectos durante las emergencias.

El estado de las válvulas y el desconocimiento de sus ubicaciones, hace que el sistema de agua potable sea vulnerable, pues en caso de desastre no se puede realizar acciones rápidas de cierre de válvulas tanto para el caso de sismos como de inundaciones, para realizar el racionamiento y reparación de tramos afectados.

6.1.1.10. Cisternas de Almacenamiento

Dentro de la Planta de tratamiento existen 4 cisternas de almacenamiento de agua tratada, dos de 280 m³ correspondientes a la planta Antigua, para abastecer a las localidades de Corrales, La Cruz y Zorritos y 2 cisternas de 1,000 m³ cada una, para la localidad de Tumbes.

En una de las cisternas de 1000 m³, existe el peligro de contaminación por el ingreso de aguas de lluvia, ya que carece de tapa sanitaria.

Las cisternas de la Planta Antigua tienen las válvulas de by pass en mal estado y también corren el peligro de contaminar el agua tratada en caso de lluvias, por estar al ras del suelo y no tener protegidos sus ingresos.

6.1.1.11. Estaciones de Bombeo de Agua Potable.

El sistema de agua potable de la localidad de Tumbes, cuenta con 5 estaciones de bombeo, 3 para captar el agua del río Tumbes, de las cuales 2 están fuera de servicio al quedar inoperativa la captación antigua (puesta fuera de servicio por el alejamiento del

ría). La captación "Puente Viejo" actualmente es la que abastece de agua cruda a toda la planta de tratamiento. Las otras dos estaciones de bombeo corresponden a las salas de distribución de agua tratada, tanto para la producción de la planta Antigua como para la Nueva. Ver Fotografía N°42.

Al producirse un desastre natural, ya sea inundaciones o sismos, estas estaciones están expuestas a los cortes de energía eléctrica. El equipo de emergencia con que cuenta la planta no es suficiente para cubrir esta necesidad. El caudal captado disminuye y también el agua producida, con el consiguiente racionamiento para todas las localidades que se abastecen del sistema Tumbes.

En la estación de bombeo de distribución de agua potable, para Corrales, La Cruz y Zorritos (Ver Fotografía N° 43), existe el peligro de producirse un corto circuito debido a la ocurrencia de un fuerte sismo o por las fuertes lluvias. La estación eléctrica se ha ubicado sobre el techo de la sala de distribución de agua hacia Corrales, La Cruz y Zorritos. La fotografía es una muestra evidente, del peligro que produce la mala ubicación de esta estación eléctrica. En caso de un sismo fuerte podría producirse un corto circuito al caerse esta, o en caso de fuertes lluvias debido a la falta de protección.

Actualmente se ha tenido que rehabilitar una pared que faltaba de esta estación, estando el techo sostenido por parantes.

Las estaciones de bombeo de aguas subterráneas (pozos) para el abastecimiento de la zona de Nuevo Tumbes (La Fotografía N° 44 muestra la de la Urbanización Andrés Araujo), la estación que se encuentra en el campamento del Proyecto Binacional Puyango-Tumbes está ubicada en zona baja e inundable. La estación de bombeo del pozo "Lishner Tudela" está en una zona completamente plana y sería afectada por la permanencia de las aguas pluviales.

De ocurrir un sismo, estas dos estaciones de bombeo no serían casi afectadas pues el suelo sobre el que están construidas no favorece a las ondas sísmicas. Estos suelos están conformados por arcillas y arenas compactas.

Las estaciones de bombeo más afectadas por las inundaciones, son las de las zonas rurales de Tumbes, como ocurrió en 1992, en que el río inundó las estaciones de bombeo de las galerías filtrantes de San Jacinto, Pampas de Hospital y San Juan de La Virgen, necesitando estas de obras civiles para su protección y reparación de sus equipos electromecánicos.

Los desastres naturales, tanto sismos como inundaciones, producen corte de energía; por lo tanto los tableros eléctricos y equipos mecánicos (electrobombas y motores) disminuyen su vida útil, añadiéndose a esto la falta de mantenimiento durante muchos años.

Los sismos generalmente producen cortos circuitos en los tableros eléctricos, y queman el motor de las electrobombas dejándolas inutilizadas.

6.1.2. Análisis de Vulnerabilidad del Sistema de Alcantarillado

El sistema de alcantarillado de la localidad de Tumbes, es el que presenta alta vulnerabilidad a los desastres naturales, produciéndose sismos e inundaciones la cámara de bombeo N°1 sería la más afectada por encontrarse ubicada en una zona vulnerable tanto a inundaciones como a sismos. La parte baja de la ciudad recibe las aguas de lluvia provenientes de las zonas altas, convirtiéndose en una inmensa laguna agregándose a esto el desborde del río al sobrepasar el caudal promedio durante las avinadas.

Esta cámara de bombeo de no cuenta con protección contra inundaciones, por ello todo el equipo e instalaciones eléctricas son inundados, quedando completamente afectados, además que esta cámara recibe mayor, caudal pues las aguas pluviales también llegan a esta cámara, ya que el drenaje pluvial de la Av. Teniente Vásquez, está conectado al alcantarillado doméstico.

La otra estación de bombeo de desagües que es altamente vulnerable a las inundaciones, es la que se encuentra ubicada cerca al Hospital (Ver Fotografía N°45), ya que esta no cuenta con la estructura física adecuada, los equipos electromecánicos no cuentan con el ambiente adecuado, se les protege sólo con calaminas en techos provisionales. Se encuentran ubicados sobre un terreno cercado solamente, por lo tanto en época de lluvias esto se inunda totalmente.

Durante las épocas normales, existe inundación de las calles aledañas, por desagües provenientes de la cámara de bombeo de la Urbanización Tumbes, este problema se ve incrementado en épocas de lluvias.

Las obras que constituyen el sistema de alcantarillado de Tumbes se han visto muy afectadas durante las inundaciones producidas por el fenómeno "El Niño" tanto del año 1983 como de 1992. Fue imposible impedir que los pobladores, hicieran ingresar el agua de lluvias por las tapas de los buzones, produciéndose en muchas zonas de la ciudad el rebalse de las aguas negras, como consecuencia del represamiento y excesiva carga producida.

Debido a las grandes inundaciones, que trajeron consigo materiales sólidos y limos, estos se depositaron en las alcantarillas, obstruyéndolas debido a que la velocidad de arrastre decrece.

El sistema de alcantarillado de Tumbes tiene 45 años de antigüedad, por lo tanto las tuberías se encuentran en malas condiciones. En caso de ocurrir un sismo el

comportamiento de este sistema es desfavorable, debido a la rigidez y nula resistencia a la flexión que tienen los materiales utilizados en su construcción.

Las fugas de desagües que se producen, constantemente durante épocas normales, nos están dando un índice, del estado actual de las instalaciones de desagüe en la ciudad.

El peligro constante de la contaminación de los desagües al sistema de agua potable, se incrementa en caso de un desastre natural por conexiones cruzadas..

El sistema de alcantarillado actualmente no tiene capacidad para trasladar el caudal producido; también existen tramos de fierro en pésimas condiciones, lo que hace de este un sistema sumamente vulnerable, a esto añadimos las inundaciones de 1983 y 1992 y la falta de mantenimiento del sistema durante muchos años.

6.1.2.1. Colectores Primarios y Secundarios

Los colectores ubicados en la calle Tacna y Piura , sobre todo en los alrededores del mercado entre la calle Piura y Andrés Araujo, calle Castilla y Grau, Francisco Ibáñez, 7 de Enero, Castilla, Los Tumpis, Teniente Vásquez, 24 de Julio y Arica y 24 de Julio y Arica (Ver Fotografía N°46); durante todo el año, se producen problemas de atoro en estos colectores, lo que indica que estos deben de ser rehabilitados urgentemente para evitar la gran contaminación por aguas servidas, que se produce en la ciudad de Tumbes.

En caso de desastres el comportamiento de estos colectores será desfavorable dada la vulnerabilidad actual, este sistema colapsaría. En la Lámina N° 20 se hace una apreciación de este problema.

6.1.2.2. Emisor

El emisor de desagües está construido en sus tramos finales, sobre terrenos agrícolas en la margen derecha del río Tumbes, esta zona es inundable por este cuando aumenta su caudal, lo que hace de este altamente vulnerable a las precipitaciones pluviales, a las inundaciones y además está ubicado en zona de alta sismicidad, por lo tanto también vulnerable a efectos sísmicos.

El emisor no cuenta con la protección que el enterramiento ofrece a estas estructuras.

En la Fotografía N°47 que se muestra a continuación, podemos ver el estado en que quedó el emisor después de la lluvias de 1992, en donde el tramo, que se encuentra junto al canal "La Tuna" fue seriamente afectado. Unos 100 metros más adelante, un tramo fue totalmente cortado, por ello actualmente la descarga final se realiza mas cerca de la ciudad. Convirtiéndose en un peligro de contaminación para la población

sobre todo en época de estiaje, cuando el caudal del río es menor y la capacidad de autopurificación del río es menor.

6.1.2.3. Estaciones de Bombeo de Desagües

La cámara de bombeo de desagüe N°1, cuenta con un sistema de rebose para evacuar las aguas de los desagües hacia el río para evitar que se inunde la cámara seca, y se malogren los equipos eléctricos (Ver Fotografía N° 48) y quedando paralizado el trabajo, muchas veces se cuenta con un sólo equipo de bombeo, poniendo en peligro el funcionamiento de esta cámara, pues en cualquier momento deja de funcionar.

La línea de rebose, es una tubería que sale por la pared hacia un canal que lleva los desagües directamente al río contaminando sus aguas.

Otro de los problemas que hace que esta cámara sea vulnerable a la ocurrencia de un desastre natural, es que no ha sido diseñada para bombear 600 lts/seg., que es el caudal que tiene que bombear en época de lluvias, ya que el sistema de drenaje pluvial de la Av. teniente Vásquez, está conectado a la red doméstica que descarga en esta cámara. Además tiene que bombear el agua proveniente de las lluvias que ingresan por los buzones de la ciudad.

La cámara de bombeo N°2 o del Hospital (Ver Fotografía N°49), se hace cada vez más vulnerable, ya que sus equipos eléctricos se encuentran al aire libre, debido a que no cuenta con un ambiente de material noble para proteger a sus equipos. Esta cámara recibe parte de los desagües de la zona baja, que en época de lluvias recibe un caudal adicional, debido a la inundación de la parte baja por el río.

Durante todo el año esta zona se ve afectada por la inundación de los desagües, que salen por el colector ubicado en la calle 24 de Julio y Arica. Inundación producida, por el encuentro de dos flujos de bombeo de aguas servidas, provenientes uno del Hospital y el otro de la Zona Militar, inundando toda la Avenida 24 de Julio y parte de la Panamericana. Siendo este un gran foco infeccioso para la población tumbesina.

El sistema de alcantarillado de la ciudad de Tumbes, es el más vulnerable de los sistemas ya que tiene ubicada dos cámaras de bombeo en esta zona de alto riesgo a los desastres: inundaciones y sismos y la cámara N°3 está ubicada en terreno inundable por el río y lluvias. La napa freática del terreno de estas zonas es casi superficial, el hecho de ser una zona baja la convierte en recolectora de todos los aportes de lluvias de las zonas altas.

6.1.2.4. Zona de Disposición Final

La disposición final de los desagües de la ciudad de Tumbes, se realiza en forma directa al río sin ningún tratamiento de estos, en la ciudad antigua y en "Nuevo

Tumbes" existe una laguna de oxidación de "Lishner Tudela", de reciente construcción y que a pesar de algunas fallas en el diseño, como son los sistemas de entrada y salida, se encuentran funcionando bastante bien a diferencia de las otras existentes en el departamento que tienen el mismo diseño pero no funcionan. En las Fotos N°50 y N°51 se aprecia las lagunas primaria y secundaria de Lishner Tudela y sistema de salida en el que las algas escapan por el sistema.

La Fotografía N° 52 que se presenta a continuación, de la descarga del emisor de Tumbes, es una muestra evidente de como, en su trayecto por un canal hacia el río, las aguas servidas van contaminando sembríos a su paso, antes de llegar al río. Otra muestra de contaminación es también en el canal "La Tuna" , se observan agricultores que captan las aguas servidas que fugan del emisor de desagües adyacente a la captación de este canal cuando el nivel de agua del río disminuye para utilizarlas para el riego de zonas agrícolas .

Actualmente la descarga final, sólo se encuentra a unos 500 metros de la parte baja de la ciudad convirtiéndose en un foco de contaminación del agua del río Tumbes, haciendo peligrar la calidad del agua que se capta para el abastecimiento aguas arriba, ya que debido a las mareas al atardecer las líneas de flujo invierten su sentido.

Las quebradas también sirven de lugar de descarga final en Tumbes, en la quebrada "Pedregal" se descargan los desagües provenientes de algunas urbanizaciones como Andrés Araujo y El Bosque. Contaminando la quebrada, mediante un emisor de ø12" que está expuesto a derrumbes de las laderas de esta quebrada.

El desagüe se puede observar como un curso de agua negra produciendo malos olores y dando un pésimo aspecto. Estas aguas servidas cruzan por debajo de la Panamericana.

6.1.3. Drenaje Pluvial

El sistema de drenaje pluvial existente en la ciudad de Tumbes, es insuficiente para drenar las grandes precipitaciones pluviales que se producen, sobre todo cuando hay ocurrencia del fenómeno "El Niño". La mayoría de los sistemas de drenaje que existen, se encuentran en mal estado, el de la avenida teniente Vásquez se encuentra imposibilitado para evacuar el agua de lluvias, las cuales se dirigen hacia la zona baja de la ciudad y paralelas a esta avenida tales como las calles: Tacna, Tarapacá, el barrio San José y la Villa Militar; las rejillas de las alcantarillas de este sistema, se encuentran en mal estado pues han sido deformados por el peso de los vehículos que transitan por esta avenida (transporte pesado, camiones del ejército y otras unidades pesadas).

El dren de la calle Castilla y malecón Benavides no cumple con su función, no tiene mantenimiento y arrojan desmonte en su interior. Cuando el caudal del río crece a

un nivel superior al de la ciudad, las aguas hacen su ingreso por este, causando serios problemas.

Este dren en vez de constituir una solución, para evacuar las lluvias inunda parte de la ciudad, por lo que se recomienda sea rehabilitado, colocando una compuerta que permita evacuar el agua de lluvia que viene de la ciudad y que no ingrese el agua del río, cuando este sobrepase su nivel normal

En Pampagrande (quebrada "El Nieto") también existe una alcantarilla para la evacuación de aguas pluviales, aun se encuentra en funcionamiento;. además la vida útil de las alcantarillas ubicadas en la ciudad intermedia y Nuevo Tumbes a lo largo de la Panamericana va decreciendo, pues en cada una de estas lluvias se produce colmatación y sedimentación, cerrando las áreas de evacuación. En el año 1992 quedaron casi inútiles al no poder evacuar la gran cantidad de agua de lluvia, produciendo grandes alturas de agua de inundación.

6.1.3.1. Buzones de Entrada

Los buzones de entrada o bocas de tormenta de estos sistemas de drenaje pluvial, no cuentan con el diseño apropiado para la gran cantidad de sólidos que las inundaciones traen consigo en esta región, las rejillas protectoras son inapropiadas para el tipo de tráfico vehicular que pasa por estas avenidas.

6.1.3.2. Tuberías de Conducción

Las líneas de conducción de aguas pluviales, se encuentran con gran cantidad de sólidos en su interior, disminuyendo su capacidad de evacuación, al ser conductos cerrados necesitan de un equipo especial para su limpieza, que es muy difícil por la gran cantidad de sólidos, lo que ha sucedido con el de la Av. Teniente Vásquez que actualmente se encuentra fuera de funcionamiento, debería realizar su descarga directamente al río; pero no ha sido así, ya que a esta red se han hecho instalaciones de conexiones domiciliarias de desagüe, que van a la cámara de bombeo N°1.

6.2. Análisis de Riesgos de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado

De acuerdo al estado general que presenta la estructura física de los componentes de los sistemas de agua potable y alcantarillado; y de las condiciones naturales que ofrece la ciudad de Tumbes en los lugares donde se ubican estos sistemas, se ha realizado el análisis de riesgos que presentan ante determinados fenómenos naturales en dichas áreas. Con este análisis se ha determinado de acuerdo a los datos

históricos tanto de lluvias como ocurrencias de sismos, esta zona de nuestro país está amenazada por este tipo de desastres naturales.

En la ciudad de Tumbes existen zonas que presentan una gran evidencia de riesgo por las condiciones desfavorables que aquí existen, ya sea por las condiciones naturales del terreno (topografía), así como por el estado de las instalaciones, debido a su antigüedad y falta de mantenimiento.

Los riesgos que presentan estos sistemas, son las inundaciones del sistema de alcantarillado y redes de agua potable, que se encuentran ubicadas en las partes bajas, además de su riesgo sísmico en esta misma zona debido a la composición blanda de sus suelos.

La erosión de los terrenos con pendiente pronunciada, y por consiguiente el daño de líneas de conducción e impulsión, es otro de los riesgos a que están expuestos los sistemas de agua y alcantarillado

De acuerdo al análisis de vulnerabilidad realizado a cada uno de los componentes se ha establecido el riesgo que corren a determinado peligro.

6.2.1. Riesgo: Terremoto

Area de riesgo:

De acuerdo a la sismicidad histórica, Tumbes es una ciudad amenazada por sismos. En el área de riesgo que se presenta en la ciudad de Tumbes, existen zonas favorables para la amplificación de ondas sísmicas debido a la composición de los suelos conformados por arenas, arcillas y limos y muchas veces sueltos, no cuentan con un perfil definido y baja capacidad portante, por lo que se condiciona para producir asentamientos.

En algunos lugares, probables efectos de densificación, por contener suficiente potencial de arena, latente peligro de licuación debido a la napa freática superficial y algunos puntos con potencial arenoso.

Las zonas relativamente planas, compuestas de material medianamente compacto en algunos lugares sueltos, por su ubicación al pie de depresiones topográficas, laderas de pronunciadas pendientes y constantemente erosionadas por lluvias, por lo que presentan peligro de desprendimiento en caso de sismo severo.

En Tumbes se han presentado desde 1906 hasta 1970, sismos de gran intensidad; en total han producido 7 sismos (1906, 1912, 1923, 1953, 1957, 1960 y 1970) y que han producido graves daños, tanto de vidas humanas como socioeconómicos.

Según información proporcionada por el Instituto Geofísico del Perú, el Departamento de Tumbes no se encuentra en una Zona de alto riesgo sísmico; aunque las

posibilidades de sismos intensos no se deben de descartar, pues se tienen presentes los terremotos ocurridos en este departamento, el 12 de Diciembre de 1953 de grado 7.5 en la Escala de Mercalli Modificada y del 10 de Diciembre de 1970 de grado 7.0 de la misma escala.

Los terremotos ocurren con más frecuencia y con la mayor severidad, en las llamadas "zonas sísmicas". Los territorios del Perú y Ecuador están situados en esta zona, la cual tiene una dirección principal paralela a la costa.

Casi todos estos movimientos que se han producido en nuestro continente han sido generados por la permanente interacción entre la Placa Oceánica Nazca y la Placa Continental.

La Placa Nazca, se moviliza constantemente, hacia el Este y la Placa Continental hacia el Oeste, provocándose una presión que al liberar energía da lugar a los sismos. Aunque se están realizando investigaciones, aún no es posible alertar sobre la proximidad de un terremoto y consecuentemente el impacto es súbito e inesperado. Por lo tanto un plan de operaciones debe estar listo.

El efecto más evidente de los terremotos es el daño estructural que causan. Las estructuras ubicadas en la superficie como: reservorios, plantas de tratamiento y otras estructuras pueden dañarse o destruirse debido a los movimientos que produce un sismo de gran intensidad, también puede producirse deslizamientos del terreno, asentamiento del terreno o licuefacción, causando a veces un colapso de las estructuras adyacentes.

Debajo de la superficie, las tuberías se dañarán, sobre todo en donde el terreno cambia de materiales blandos a suelo firme.

Las zonas de relleno mal compactadas, son un peligro en caso de sismos. Los pozos pueden sufrir variaciones en la presión o tuberías dañadas.

Las fisuras subterráneas y los cambios en la permeabilidad del suelo, suelen alterar los niveles de agua subterránea, haciendo que los pozos se sequen.

También los tanques sépticos y las letrinas pueden verse afectadas.

Los terremotos incrementan el riesgo de incendios, y la interrupción del abastecimiento de agua por la falta de energía, constituiría un obstáculo para combatir los incendios.

El agua puede ser contaminada por la salida de los desagües y tanques sépticos dañados al ingresar por las roturas producidas debido a hundimientos del terreno y desplazamientos de las líneas de agua. Otro peligro es el de contaminación de las aguas subterráneas, si es que las aguas contaminadas de la superficie se filtran a través de las fisuras recientemente producidas.

El sistema de agua y alcantarillado sería afectado al producirse un aumento en la demanda y la consiguiente sobrecarga de los sistemas de desagüe, incrementando el trabajo de los equipos de bombeo.

Carácter del Impacto:

Al ocurrir un sismo, inmediatamente se realiza la suspensión total, del servicio de agua potable. La evaluación de los daños en los pozos debe de realizarse Inmediatamente se restablezca el fluido eléctrico, y realizar las reparaciones de emergencia.

Los sismos de gran intensidad en la zona de estudio, como se ha expuesto anteriormente, pueden dañar seriamente, contaminar y también interrumpir completamente el abastecimiento de agua.

En Tumbes de producirse un terremoto catastrófico, se interrumpiría el abastecimiento de agua potable, ya que al cortarse la energía eléctrica, esta quedaría inutilizada; además del daño que el sismo podría producir en algunas de las estructuras de la planta, que actualmente se encuentran en malas condiciones físicas.

Impacto en el Servicio:

En la Planta de Tratamiento de Agua se reanudará la producción, una vez concluida la evaluación de daños y efectuadas las reparaciones de emergencia y verificada la funcionalidad de las redes matrices.

Estructuras Expuestas:

A continuación se realiza el análisis de riesgo sísmico, que corren las estructuras del sistema de agua potable y alcantarillado, de la ciudad de Tumbes:

En la zona baja de la ciudad antigua, cerca al cuartel Coloma, se encuentra ubicada la cámara de bombeo de desagües N°1 (es la que recolecta todos los desagües provenientes de la ciudad antigua.); las características sísmicas que presenta esta zona , son las más favorables para que cuando se produzca un sismo, las instalaciones de esta cámara quedarían totalmente dañadas.

En esta zona se observa un terreno que es favorable a la amplificación de ondas sísmicas, asentamientos, posible densificación y licuación (napa freática sumamente superficial); baja capacidad portante, su suelo esta compuesto por arcillas, arenas y limos.

En esta zona también están expuestas, las tuberías de agua potable y alcantarillado, ya que tiene una antigüedad de más de 30 años y la uniones son rígidas, por lo que debido a la napa freática alta estas están en continuo movimiento por las presiones del agua, en caso de ocurrir un sismo el sistema de redes colapsaría totalmente, dejando a toda esta zona en malas condiciones de abastecimiento y sanitarias

debido a la salida de los desagües por las roturas de tuberías y la inundación de la cámara de bombeo N°1.

Lo mismo sucedería con las instalaciones de agua y desagüe en la parte baja de la quebrada El Nieto y la zona de expansión a la salida de San Juan de la Virgen, al producirse probablemente asentamientos del terreno, ya que sus suelos están formados por material medianamente compacto y están ubicados al pie de depresiones topográficas.

La parte alta de la ciudad "Vieja" y "Nuevo Tumbes", es una zona de suelos compactos y capacidad portante 1.5 Kg./ cm.^2 , por lo tanto los reservorios ubicados en estos terrenos (los reservorios "El Tablazo" de $2,500 \text{ m}^3$, el de la Urbanización Andrés Araujo de 550 m^3 ambos apoyados y el reservorio elevado de Lishner Tudela de $1,000 \text{ m}^3$), tienen un riesgo bastante bajo frente a las ondas sísmicas.

6.2.2. Riesgo: Inundaciones

Area de Riesgo

Las áreas de inundación son las zonas bajas y las planas de la ciudad (ver mapa de inundaciones Lámina N°9 del Capítulo IV). Existen zonas inundables por lluvias, por el río y lluvias, zonas erosionables y zonas de depósito aluvial e inundable.

Al pie de la quebrada Tumpis, zona que recibe el flujo de inundación por lluvias de la quebrada. El hecho de que la mayoría de la ciudad no esté pavimentada incrementa el peligro de erosión, hundimientos y desplazamientos de las tuberías de agua y desagüe.

El área de riesgo de la provincia de Tumbes, abarca además al sistema de galerías filtrantes de San Juan de La Virgen, San Jacinto, Pampas de Hospital, Pocitos y Papayal y la Zona alta del Tablazo

Carácter del Impacto

Inundación, por el aumento del caudal del río hasta $1,500 \text{ m}^3$ promedio diario, y por precipitaciones pluviales de 200 mm. Elevación generalizada de los niveles de los pozos y galerías filtrantes.

Debido al racionamiento de la energía eléctrica, la producción en la planta es casi nula y los pozos salen fuera de operación, como consecuencia se realiza el racionamiento de agua potable en la ciudad, lo que implica el cierre de las válvulas principales del sistema.

Aumento del costo de tratamiento del agua superficial, por altas turbiedades.

Impacto en el Servicio

Alta posibilidad de contaminación, por intrusión de aguas de lluvia y desagües, en los sistemas de abastecimiento.

Fugas y aniegos domiciliarios.

Fuerte racionamiento del abastecimiento, por disminución en la capacidad de producción, quedando el sistema con un fuerte déficit en la demanda, la alta turbiedad desmejora la calidad del agua, debido al arrastre de sedimentos en las tuberías, al operar intermitentemente

Aumento considerable del reparto de agua en camiones cisterna.

Estructuras Expuestas

Planta de tratamiento de agua potable, líneas de conducción e impulsión.

Rotura de la línea de impulsión La Cruz Zorritos en un recorrido total de 27 Km, en los cruces de las quebradas, puentes y fallas geológicas (Malpaso).

Cámara de bombeo de desagües N°1 y N°2. Ver Fotografías N°54 y Fotografía N°55.

Conexiones domiciliarias de agua y desagüe, en mal estado y en zonas donde no existe asfalto.

Colectores de desagüe en malas condiciones.

Galerías filtrantes y componentes del sistema.

Caseta de válvulas del reservorio "El Tablazo".

6.3. Medidas de Prevención

Estas medidas sugieren el refuerzo de los servicios, para resistir la fuerza del desastre y comprenden generalmente las mejoras físicas estructurales. Para que una organización sea eficiente, esta incorporará esfuerzos preventivos dentro de la totalidad de sus actividades, incluyendo las operaciones y el mantenimiento, de la eficiencia de estas depende la capacidad de respuesta frente a una situación de emergencia, propiciando una mejor gestión.

Los efectos adversos que producen los desastres naturales, sobre las estructuras físicas de los sistemas de agua potable y alcantarillado de una Empresa de saneamiento, son cuantiosos y destructivos, si es que no se toman las medidas necesarias para poderlos atenuar; ya que la mayoría de desastres no se pueden prevenir.

El no estar preparados para la ocurrencia de un fenómeno de la naturaleza, cuyos efectos destructivos sean graves traería como consecuencia, cuantiosas pérdidas

económicas para la Empresa, y una deficiente distribución de agua potable durante el desastre.

Las medidas de prevención sugieren, el refuerzo de los servicios para resistir la fuerza del desastre, y comprenden generalmente las mejoras físicas o estructurales.

Para que una organización sea eficiente, ésta incorporará esfuerzos preventivos, dentro de la totalidad de sus actividades, incluyendo las operaciones y el mantenimiento, de la eficiencia de estas depende la capacidad de respuesta frente a una situación de emergencia, propiciando una mejor gestión.

6.3.1. Medidas a Adoptarse en Caso de Sismos

Como se sabe los terremotos son considerados, como uno de los desastres naturales más devastadores, por su impacto repentino, movimientos violentos y destructores que ocasionan.

En los sistemas de agua potable y alcantarillado, sus efectos se manifiestan por la destrucción total o parcial de las obras de captación, conducción, tratamiento y distribución. Roturas de tuberías de conducción y distribución de agua.

Agrietamiento y/o destrucción de obras civiles, instalaciones y pozos tubulares. Interrupción de la energía eléctrica.

Las medidas preventivas que se deben de adoptar, para la prevención de un terremoto, son sobre todo aquellas que tengan que ver con las estructuras físicas de los sistemas, para lo cual se debe de realizar un convenio con el CISMID, para realizar el análisis de vulnerabilidad de estructuras tan complejas como: captación, filtros, sedimentadores, decantadores, floculadores, reservorios, conducciones principales, casetas de pozos y edificaciones (centros operativos).

En los equipos, efectuar el análisis de vulnerabilidad y determinar las medidas de refuerzo, modificaciones y su costo.

Diseñando las instalaciones con miras a un fácil mantenimiento, acceso, reparación y elementos duplicados, en lo posible (fuentes dobles, o una fuente de emergencia, equipos eléctricos y diesel para el caso de fallas de energía eléctrica o grupos generadores). Además seguir las normas de prevención en relación con la dimensión del centro poblado.

La construcción de todos los elementos, deberá contemplar la máxima resistencia posible, realizando un modelo matemático y probabilístico para su análisis.

Las técnicas de construcción deberán permitir el rápido aislamiento de los tramos y la utilización de accesorios de reparación estándar; uniones flexibles, etc. En el diseño y construcción de las redes de agua y alcantarillado, se debe de hacer referencia a la medición de los efectos de los sismos sobre estos.

En las zonas sísmicas, no se llega a eliminar las fugas de agua al 100%, sino que se está expuesto a un incremento de las mismas. Se debe de hacer un esfuerzo para introducir medios de aislar y medir tramos, para facilitar la detección de fugas.

En el alcantarillado, estas fugas por fallas, se detectan por hundimiento del terreno; para conocer anticipadamente estas fallas, se realiza una técnica de aforo por tramos o por examen de los tubos con equipos especiales.

Un buen sistema de operación es vital, para una respuesta efectiva ante emergencias. Las instituciones, deben ser lo suficientemente fuertes, para actuar por sí mismas y tener alta receptividad ante la ayuda internacional, siendo capaz de responder de inmediato y restablecer en el menor tiempo posible, las condiciones de servicio. Para lo cual es necesario contar con descentralización y autonomía de personal; recursos humanos y recursos presupuestarios; recursos materiales (vehículos, comunicaciones, locales cómodos y antisísmicos). Los sistemas de trabajo deben ser adecuados y contar con: normas y especificaciones, planos de obras, catastros, mantenimiento preventivo, equipos de emergencia (desinfección, tratamiento, movimiento de tierras.), administración de personal (adiestramiento) y almacenes bien dotados con materiales para reparación.

Elaborar un listado de tuberías, accesorios de tuberías, repuestos electromecánicos y materiales, para adquirirlo como stock de emergencias.

Elaborar un listado de equipos diesel y electrógenos, para adquirirlo como stock de emergencia.

Elaborar un listado de equipos, camiones cisterna, tanques inflables y tuberías de menor diámetro, para acondicionar pilones, rentarlos y/o adquirirlos e implementar.

Diseñar un sistema de válvulas de seguridad, para las grandes conducciones del sistema.

Las instalaciones de los sistemas de agua potable y alcantarillado, deben construirse en lugares cercados e independientes de las viviendas, sobre todo los reservorios.

Como medida a nivel institucional, se debe de elaborar un plan de emergencia y oficializarlo e implantarlo. Formar el Comité de Emergencia dentro de EMAPATUMBES, quien será el encargado de trazar y llevar a cabo medidas preventivas y un plan de operaciones de emergencia, dentro de los cuales deben estar incluidos todos los departamentos claves.

Formalizar un convenio con ELECTRONOROESTE, para garantizar que en la rehabilitación del sistema eléctrico se de prioridad, a las líneas y circuitos que abastecen a las instalaciones de EMAPATUMBES.

Como medida preventiva, se debe de contar con un mapa de zonificación sísmica (Ver Lámina N°12 del Capítulo IV) de la ciudad de Tumbes, para que con este, al

realizar nuevas instalaciones, éstas sean debidamente localizadas, considerando los riesgos a que están expuestas, en cada zona de la ciudad

6.3.2. Medidas en caso de Inundaciones

Las medidas preventivas adoptar, en caso de inundaciones, para la ciudad de Tumbes serían:

Tener en cuenta dentro de los planes urbanísticos y de expansión urbana, las zonas que constantemente son afectadas por este tipo de desastre natural.

La lámina N°8 de "Micro zonificación de Peligro por el Fenómeno El Niño" o mapa de inundaciones, muestra las zonas que corren este riesgo y la ubicación de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

La Municipalidad de Tumbes, debe realizar las acciones necesarias para realizar el plan de expansión urbana, teniendo en cuenta los peligros de inundaciones en determinadas zonas, para no planificar viviendas sino dedicar estas zonas a la recreación y así evitar en el futuro pérdidas económicas, debido a la falta de prevención como ocurre en el barrio San José en la zona baja de Tumbes que se ha convertido en la zona más vulnerable a las inundaciones.

Actualmente existe un proyecto de Agua Potable Alcantarillado y de drenaje Pluvial para El Barrio San José, que será muy costoso y con estas obras se pretende dar solución al problema que aqueja a esta población.

La cámara de bombeo N°1, ubicada en la zona más crítica en caso de inundación, debe de contar con sistemas que la protejan de las inundaciones, tales como muros de contención, motobombas para eliminar el agua que ingrese a estas, y equipos electrógenos para la continuación del bombeo durante la inundación, evitando así que los desagües ingresen a la cámara de bombeo, inunden a esta y además las aguas servidas, comiencen a salir por los buzones inundando las calles.

Los nuevos diseños de los sistemas, se harán ubicando las nuevas instalaciones, por sobre los niveles de inundación esperados, que ocurran durante la vida útil de la instalación.

Es de primordial importancia tener en cuenta la zonificación, para regular donde se deben construir las instalaciones vitales.

Descentralización de los sistemas, deben existir más de una fuente de agua, múltiples instalaciones de almacenamiento y existencias des centralizadas de repuestos y suministros, así el sistema en conjunto tendrá la capacidad de proveer, al menos parte de los servicios, incrementando de esta manera su confiabilidad.

Características de diseño especial disminuyen la vulnerabilidad de los componentes.

Uso de zanjas de desviación para impedir que las aguas, circulen junto a las tuberías y las dañen.

Enterrar las tuberías a la mayor profundidad posible.

Debe de realizarse un plan de pavimentación de calles, ya que en Tumbes existen calles sin asfalto y con fuertes pendientes, en donde están ubicadas tuberías principales. Aquí la erosión de las aguas de lluvia es fuerte, y como consecuencia de esta erosión, las tuberías de agua y desagüe sufren grandes daños.

Los tramos antiguos, deben ser cambiados por otros de mayor capacidad y de material que sea resistente a este tipo de desastre. Adoptar técnicas nuevas que contemplen este tipo de problemas cuando se construyan.

Realizar el estudio de nuevas fuentes alternativas de abastecimiento y descentralizar el sistema.

Para atenuar los cortes de energía eléctrica, se deben de instalar generadores de emergencia. Todos los controles automáticos, deben contar con controles manuales alternos.

Requerimiento de información paulatina y el mantenimiento de una reserva de equipos de emergencia y suministros deben estar a disponibilidad en donde se necesiten.

En áreas inundables como Tumbes, el equipo de emergencia útil comprende: generadores de emergencia, equipos de cloración, bombas portátiles, camiones cisternas de distribución para emergencias y tanques plegadizos.

Durante la inundación que se produjera el año 1992, se contó con la colaboración de los camiones cisterna del Ejército Peruano, para realizar la tarea de dotar de agua potable a las zonas que por motivo de la inundación, habían quedado desabastecidas, debido a la rotura de tuberías y contaminación de sus fuentes de agua, caso de las poblaciones rurales que se abastecen de galerías filtrantes, ya que EMAPATUMBES no cuenta con camiones cisternas para cubrir este desfase en el abastecimiento.

Defensa Civil se hizo presente en esta emergencia, llevando un equipo purificador de agua y un reservorio plegable, que no fueron puestos en operación por los encargados de la distribución de agua durante la emergencia, por ello es necesario la capacitación del personal, para que sepan utilizar convenientemente, los recursos de los cuales se les provee durante una emergencia.

El contar con equipos de emergencia, debe estar entre los planes anuales de la Empresa, y no esperar que ocurra el desastre, para en el momento ver como se solucionan los problemas que trae consigo.

Las instalaciones que ya se encuentran ubicadas, en zonas en donde el riesgo de ocurrencia de inundación es alto, se les debe de proteger contra las inundaciones, contaminación y destrucción.

Los controles de la electricidad y del equipo deben instalarse sobre el nivel más alto al que se espera lleguen las aguas.

La cámara de Bombeo de desagües N°1 está en una zona altamente vulnerable y, de alto riesgo a las inundaciones, por lo tanto sus instalaciones se deben elevar sobre pedestales y protegerla construyendo paredes periféricas para inundación/retención del suelo, así como diques circundantes y dotar a esta cámara de un equipo de emergencia para evitar la inundación de la cámara por los desagües además del agua de lluvias y la del río.

Como una medida se deben ir implementando de equipos como motobombas, para evacuar el agua de inundación de esta cámara.

Las medidas de prevención que se realicen para la ciudad de Tumbes, también deben tener en cuenta a la calle Castilla, ya que por el dren aquí ubicado, ingresa agua del río cuando este aumenta su caudal superando el nivel normal, provocando grandes inundaciones. La rehabilitación de este dren es urgente, teniendo en cuenta la colocación de una compuerta, que evite el ingreso de agua del río hacia la ciudad, y se evacúe el agua de las lluvias.

Los sistemas de drenaje pluvial de la ciudad, deben de ser rehabilitados en forma inmediata, ya que actualmente la mayoría de estos se encuentran obstruidos, disminuyendo de esta manera su capacidad de recepción de aguas de lluvia, sobre todo el drenaje existente en la Av. teniente Vásquez, que no cumple con la función para la que fue construido; pues el diseño no es adecuado para la intensidad de lluvias de esta zona y las grandes cantidades de sólidos que arrastran las inundaciones, es necesario también independizarlo del sistema de alcantarillado doméstico, para que la descarga se realice directamente al río.

6.4. Efectos Adversos de los Desastres: Sismos

Los efectos que producen los sismos, son daños generalmente de las estructuras en cualquier elemento de los sistemas. Debido a estos daños existe el riesgo de contaminación debido a la rotura de tuberías principales y alcantarillado, que afecta la calidad del agua en los pozos o en el sistema de distribución.

Debido a la baja presión del agua en las tuberías, el agua de los desagües es succionada por la tubería de agua potable, produciendo contaminación y las inundaciones que se producen por las aguas servidas, generando peligro para la salud.

Interrupción de la energía eléctrica, puede dejar un sistema completamente fuera de operación, al no funcionar los equipos, ya sea en la captación, en la planta de tratamiento, casetas de bombeo de desagües y pozos.

La falta de comunicación y transporte dificulta las actividades de reparación y rehabilitación por interrupciones de caminos y destrucción de puentes.

Rupturas de tuberías de conducción y distribución de agua, y desperdicio de agua.

Agrietamiento y/o destrucción de obras civiles e instalación.

incendios que requieren un elevado consumo de agua para su control.

Interrupción total o parcial de los servicios de aprovisionamiento de agua.

Modificación de la calidad del agua y contaminación en el sistema de distribución.

Las fallas de tuberías durante los terremotos son más frecuentes y en algunos casos afectan seriamente los servicios. La intensidad y distribución de daños y tipos de daños que soportan las tuberías durante un terremoto son:

- a) Función principalmente de la geología que rodea la tubería.
- b) Función del material de la tubería.

Los efectos directos que se producen sobre un sistema de tuberías incluyen:

- 1. Levantamientos y hundimientos regionales.
- 2. Desplazamientos de fallas.
- 3. Movimientos sísmicos.

EFFECTOS INDIRECTOS

Incluyen:

- 1. Deslizamientos.
- 2. Fracturas.
- 3. Desplazamientos laterales de sedimentos.
- 4. Asentamientos diferenciales de sedimentos.
- 5. Compactación de sedimentos.

Estos efectos producen menores daños cuando la tubería se encuentra sobre camas de roca, intermedios en sedimentos granulares gruesos y mayores en sedimentos granulares finos.

En lugares donde existen fallas geológicas existe mayor incidencia de tuberías rotas.

La licuefacción y deslizamientos son otros efectos que causan serios daños a las tuberías.

En las tablas N°.1 y N°.2 se presenta un resumen de los efectos de los terremotos sobre las tuberías.

TABLA N°1

OCURRENCIA RELATIVA DE EFECTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE LOS TERREMOTOS
SOBRE TUBERIAS COLOCADAS EN CAMAS DE ROCA Y SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS

CAMAS EFECTOS	ROCA	SEDIMENTOS	
		GRANULARES FINOS	GRANULARES GUESOS
<u>DIRECTOS:</u>			
Levantamientos regionales	Común	Común	Común
Hundimientos regionales	Común	Común	Común
Desplazamientos de terreno	Común	Común	Común
Fracturas tectónicas	Común	Común	Común
Movimientos sísmicos	Común	Común	Común
- Alta frecuencia	Abundante	Raro	Común
- Baja frecuencia	Raro	Abundante	Común
<u>INDIRECTOS:</u>			
Deslizamientos (rotacionales)	Común	Común	Raro o común
Deslizamientos (traslacionales)	Ninguno	Abundante	Ninguno
Asentamientos diferenciales	Ninguno	Abundante	Común
Desplazamientos laterales	Ninguno	Abundante	Común
Compactación	Ninguno	Abundante	Común
Fracturas	Raro	Abundante	Raro o común

TABLA N°2
INTENSIDAD RELATIVA DE DAÑOS SOBRE TUBERIAS COLOCADAS
EN CAMAS DE ROCA Y SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS

CAMAS CAUSAS DEL DAÑO	ROCA	SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS	
		GRANO FINO (ARCILLA-ARENA)	GRANO GRUESO (GRAVA)
<u>DIRECTOS:</u>			
Levantamientos regionales	Ninguno a leve	Ninguno a leve	Ninguno a leve
Hundimientos regionales	Ninguno a leve	Ninguno a leve	Ninguno a leve
Desplazamientos tectónicos y fracturas.	Moderado a intenso.	Moderado a intenso	Moderado a intenso
Fracturas(no tectónicas).	Leve	Moderado a intenso	Moderado a intenso
Movimientos sísmicos	Leve	Intenso	Moderado a intenso
Desplazamientos(rotacionales).	Moderado	Moderado a intenso	Ninguno a leve
Desplazamientos (traslacionales).	Ninguno	Intenso	
Desplazamientos laterales	Ninguno		
-Tuberías enterradas		Leve a moderado	Leve
- Tuberías expuestas		Moderado a intenso	Moderado
Asentamientos diferenciales.	Ninguno	Moderado	Leve
Compactación	Ninguno	Moderado	Leve

CAPITULO VII
PLANEAMIENTO PARA
DESASTRES

CAPITULO

7

7. PLANES DE EMERGENCIA

Un plan de emergencias constituye un procedimiento para operar el servicio en condiciones de emergencia, bajo la forma de un plan establecido, previsto para una pronta acción de manera organizada, para prevenir o mitigar el daño ocasionado por un desastre.

Este plan debe ser:

- a) Claro, conciso y completo,
- b) debe ser un plan institucional, debe incluir y contemplar responsabilidades para cada uno de los funcionarios de la empresa.
- c) ser dinámico, estar permanentemente en acción, utilizándosele en emergencias de cualquier magnitud, para evaluar constantemente su operatividad y mantener al personal familiarizado con su uso y bien entrenado.

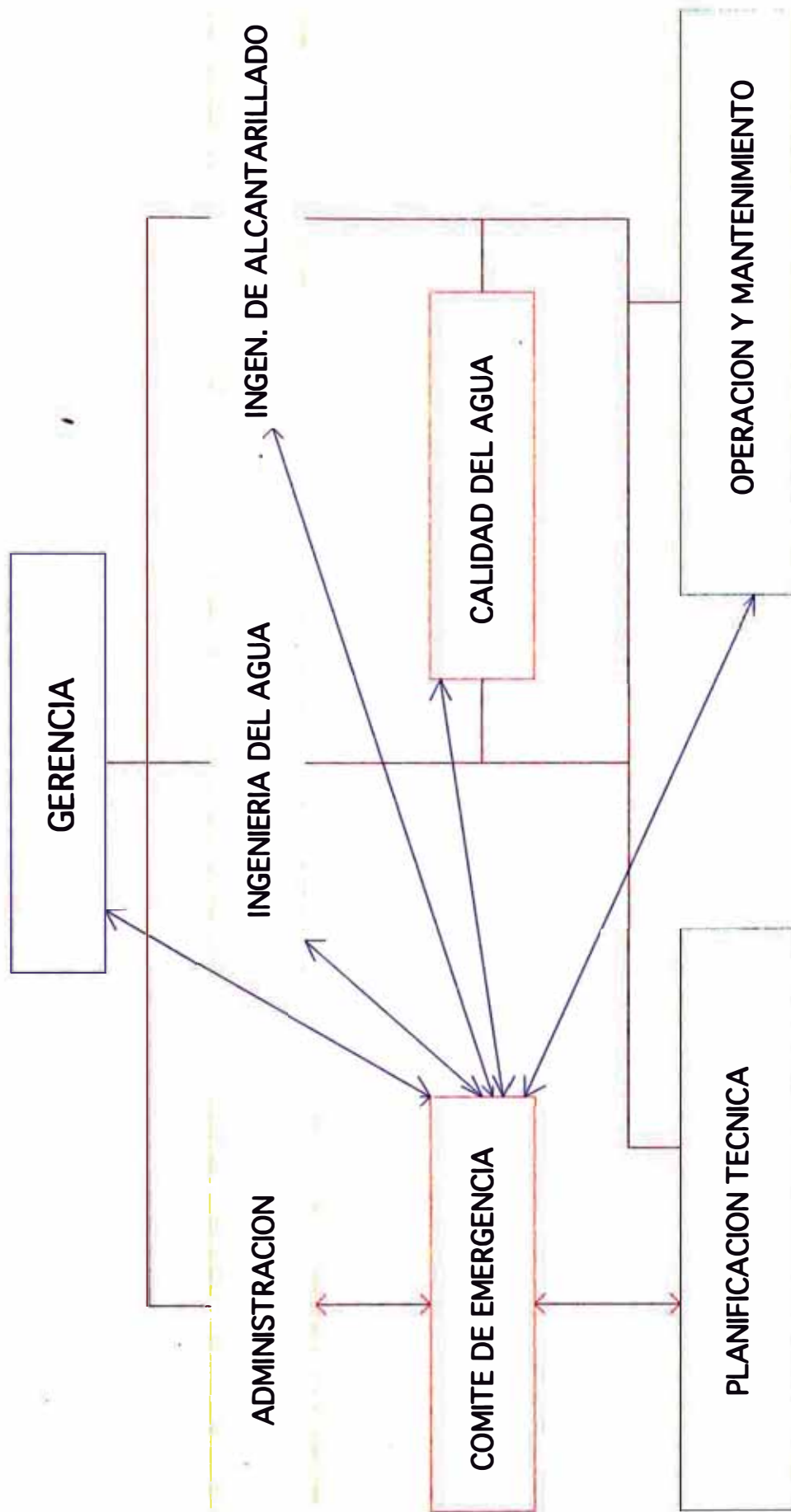
Los objetivos que persigue este plan son:

1. Dar servicio en forma continua en calidad y cantidad adecuadas, por lo menos el mínimo vital para bebida y preparación de alimentos, incrementándose con el tiempo y llegando al límite máximo de la dotación de diseño.
2. Afrontar las emergencias en forma rápida, efectiva y organizada con un mínimo de riesgos y molestias para los usuarios. Dependiendo esto de que este plan sea dinámico con directivas claras y precisas, personal bien entrenado y en cantidad suficiente, con servicio que opere adecuadamente en condiciones normales con un programa de mantenimiento bien implementado y los recursos necesarios.

Además debe existir una comisión mayor organizada a nivel de la ciudad, compuesta por los encargados de los principales servicios afectados y por las autoridades políticas, militares y agencias internacionales de ayuda y la segunda comisión compuesta por los ingenieros del servicio de Agua Potable.

DIAGRAMA N° 1

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE UN SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
Y SU RELACION AL COMITE DE EMERGENCIA



FUENTE: Cuaderno Técnico N° 17 OPS/ OMS

Las reuniones se realizan de acuerdo a la severidad de la emergencia, en las cuales cada representante presentará un informe correspondiente al estado del servicio. Para mayor información de la comisión de emergencia ver Anexo 2.

7.1. Planes Operacionales de Emergencia

La Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Tumbes no cuenta con Planes de Emergencia para enfrentar situaciones de Desastre, a pesar que en forma constante se han presentado inundaciones en esta última década, producida por el fenómeno “El Niño”.

7.1.1. Comité de Emergencia

El Comité de Emergencia es el encargado de realizar programas como respuesta a los riesgos, adoptando las medidas necesarias para el caso, para lo cual se debe de contar con un Esquema Organizacional como el que se muestra en el Diagrama N°1.

El Comité Central de Emergencia, es el que asume la responsabilidad de la Planificación, Organización, Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en la preparación, respuesta y rehabilitación de los sistemas ante situaciones de emergencia y desastre.

Los Comités Operativos de Emergencia, serán los organos funcionales que asumirán las funciones y responsabilidades en la preparación, respuesta y rehabilitación ante situaciones de emergencia y desastre, en coordinación con el Comité Central de Emergencia, en las áreas operativas de la empresa encargadas de las actividades de producción de agua en plantas, extracción de aguas subterráneas, distribución y recolección primaria de agua y desagüe y operación y mantenimiento de los sistemas descentralizados de la Empresa (administraciones zonales).

Es el encargado de establecer turnos de visita a domicilios, evaluar daños visibles y futuros en las conexiones de agua potable. Este comité verificará en la planta de tratamiento, cuanto es la producción, calidad y contaminación debido a las inundaciones o por ruptura de alguna unidad de tratamiento cuando ocurre un terremoto.

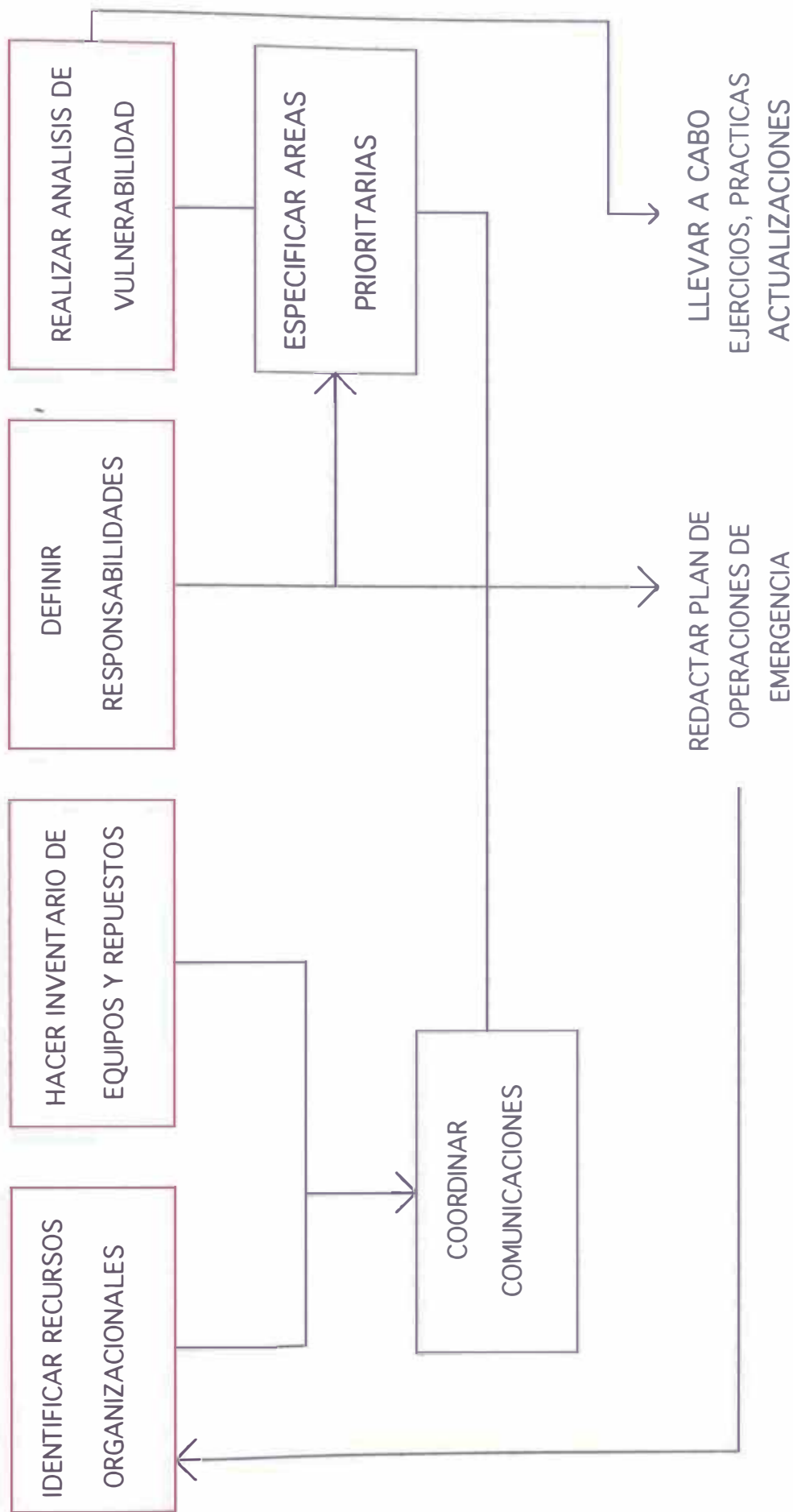
Las estructuras de los sistemas de agua potable y alcantarillado serán inmediatamente verificados: reservorios, plantas, locales para ver el estado en que se encuentran después del desastre, tratando en lo posible de solucionar temporalmente los daños; utilizando elementos de apuntalamiento si es necesario.

Cuando ha ocurrido el desastre, se debe de estar preparado para tomar las acciones inmediatas para lo que se debe de realizar una Planificación como se muestra en el Diagrama N°2.

DIAGRAMA N°2

PLANIFICACION PARA LAS EMERGENCIAS

DIAGRAMA DE FLUJO



FUENTE: CUADERNO TECNICO N°17
OPS/OMS

Dentro del Comité de Emergencia, debe existir una cuadrilla de hombres, para en lo posible reducir las presiones en las redes cerrando las válvulas de agua de las tuberías matrices para reducir fugas; sobre todo en la zona baja de la ciudad en donde se agudizan más los problemas de agua potable y alcantarillado, asegurar el almacenamiento y prevenir la colmatación de las tuberías de desagüe rotas o fracturadas, o desniveladas, llevando el agua de lluvias hacia otro lugar por medio de canales de emergencia.

Como medida de precaución, se debe dar pautas a la población por medio de la radio, de como clorar el agua para su consumo y evitar el desperdicio de esta.

En la planta de tratamiento o en los reservorios de almacenamiento, se debe de reforzar la cloración para prevenir contaminaciones del agua, y verificar su calidad.

La Empresa EMAPATUMBES deberá contar con brigadas para realizar el cierre de conexiones en casas vacías y para desatorar desagües.

Los tramos de tuberías de agua potable afectados deben ser aislados mediante el cierre de válvulas, para lo cual la Empresa contará con un plano de ubicación de válvulas, que será entregado a la cuadrilla encargada de este trabajo.

En la emergencia se deben de dirigir todos los esfuerzos posibles, hacia los lugares a donde se han refugiado los damnificados, decidiendo por el abastecimiento por tuberías si el sitio es cercano, o por cisternas en caso contrario.

Las áreas de emergencia deben de conocerse de antemano, para disponer de medios de abastecimiento y materiales en almacén. Estas áreas de emergencia deben ser ubicadas, antes de ocurrir el desastre, de manera preventiva, para poder evacuar a la población en una rápida acción y lograr un servicio rápido y seguro de abastecimiento de agua. Para lo cual se presenta en el Diagrama N°3 las Etapas a seguir en el Planeamiento, al ocurrir una Emergencia.

Este comité debe tener una asignación formal para trazar medidas preventivas y de preparación, tener autoridad para llevarlas a cabo.

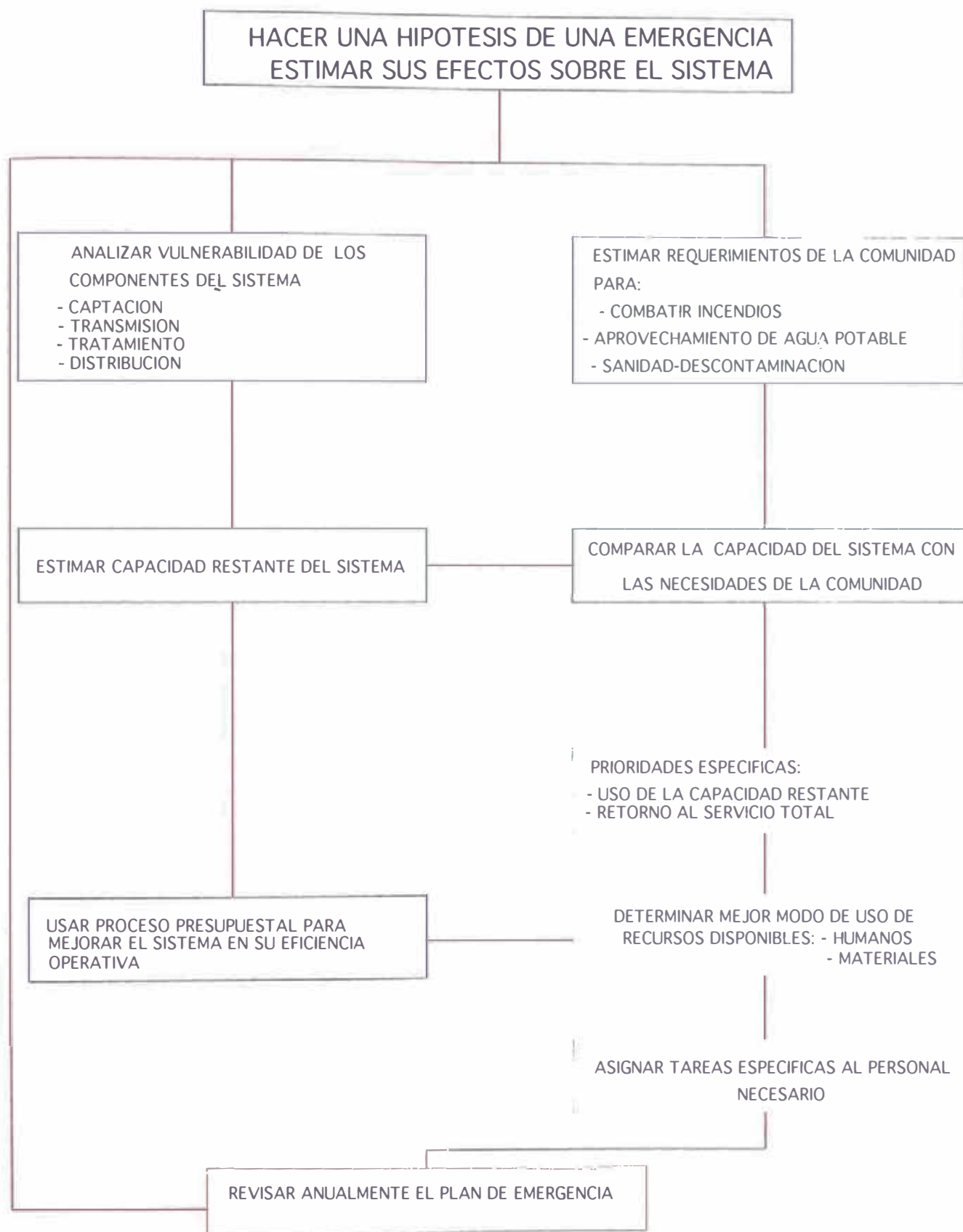
La evaluación de la vulnerabilidad del sistema, debe de ser realizada por dicho comité. Durante la emergencia y para fines de este estudio, con la colaboración de un ingeniero y un técnico de EMAPATUMBES, realicé el análisis de todo el sistema y los resultados son los que se detallan en el capítulo VI.

7.1.1.1. Comité Central de Emergencia

Es el que tiene la responsabilidad de la Planificación, Organización y dirección para la operación y mantenimiento de todos los sistemas de agua potable y alcantarillado de la Empresa, en la preparación respuesta y rehabilitación ante situaciones de desastre, dentro de los alcances y limitaciones establecidos por sus funciones y responsabilidades.

DIAGRAMA N° 3

ESQUEMA DE ETAPAS EN EL PLANEAMIENTO DE EMERGENCIAS



Este Comité estará formado principalmente, por los principales funcionarios titulares de la Empresa:

1. Gerente General
2. Gerente Central de Producción.
3. Administrador Aguas Verdes.
4. Administrador Corrales.
5. Administrador Zorritos -La Cruz.
6. Administrador Zarumilla.
7. Gerente Sistema Administrativo Financiero.
8. Gerente de Planificación.

Las decisiones que tome este Comité central, serán inapelables y de estricto y obligatorio cumplimiento por los Comités operativos y/o demás unidades orgánicas de la Empresa EMAPATUMBES. Para cumplir con sus fines, el Comité Central de emergencia contará con los Comités Operativos de emergencia.

7.1.1.2. Comités Operativos de Emergencia

Son los órganos funcionales que asumen funciones y responsabilidades, en la preparación, respuesta y rehabilitación, ante situaciones de Emergencia y Desastre, en coordinación con el Comité Central de Emergencia, en las áreas operativas de la Empresa encargadas de las actividades de producción de agua en la planta, extracción de Aguas Subterráneas, Distribución y Recolección Primaria de Agua y Desagüe y la Operación y Mantenimiento de los sistemas descentralizados de la empresa.

Los Comités Operativos de Emergencia, tienen como funciones y responsabilidades:

Formular y mantener actualizados los Planes Operativos de emergencia respectivos y los eleva al Comité central para su Evaluación e Integración al Plan de emergencia.

Coordina y dirige la preparación, respuesta y rehabilitación, para situaciones de emergencia y desastre en sus respectivos campos de acción, así como otras funciones designadas por el comité Central en función de la Emergencia.

Realizar el análisis de Vulnerabilidad de los componentes del sistema, en sus respectivos ámbitos de acción.

Los Comités operativos, son los responsables de asumir el mando de las áreas operativas de la Empresa, encargados de la producción, distribución, operación y mantenimiento de los sistemas , siendo estos:

1. Comité Operativo de Emergencia de Plantas de Tratamiento.
2. Comité Operativo de Emergencia de Aguas Subterráneas (pozos y galerías filtrantes).

3. Comité Operativo de Redes Matrices.
4. Comité Operativo de Emergencia de la Administración Corrales.
5. Comité Operativo de Emergencia de la Administración La Cruz-Zorritos.
6. Comité Operativo de Emergencia de la Administración Zarumilla.
7. Comité Operativo de Emergencia de la Administración Aguas Verdes.

Cada uno de los comités, contará con sus respectivos centros de operaciones desde donde dirigirán las operaciones de emergencia en forma eficaz, dada su ubicación, equipamiento estrategia y adecuamiento.

7.1.1.2.1. Comité Operativo de Emergencia de Plantas de Tratamiento

Integrado por los principales funcionarios titulares de las unidades de la Gerencia de Producción de Agua Superficial, presidido por el Gerente de Producción de Agua Superficial; además será el coordinador o nexo con el Comité Central y estará conformado por:

1. Gerente de producción de Agua Superficial.
2. Jefe de la División Técnica.
3. Jefe del Departamento de Operación.
4. Jefe del Departamento de Mantenimiento.
5. Jefe del Laboratorio:
6. Encargado Administrativo.
7. Encargado del Almacén de la Planta de Tratamiento.
8. Jefe de la División de Seguridad.

7.1.1.2.2. Comité Operativo de Emergencia de Aguas Subterráneas

Sus integrantes serán los principales funcionarios titulares de las unidades de la Gerencia de Producción de Aguas Subterráneas, presidido por el Gerente de Aguas Subterráneas, quién además será el coordinador o nexo con el Comité central de Emergencia. Su conformación será la siguiente:

1. Gerente de Producción de Aguas Subterráneas.
2. Jefe de la División de Operación.
3. Jefe de la División de Mantenimiento.
4. Jefe de la División de Proyectos.
5. Jefe de la División de Obras.
6. Encargado del Almacén de la Planta de Tratamiento.

7.1.1.2.3. Comité de Emergencia de Redes-

Los principales funcionarios titulares de las unidades de Redes, serán los integrantes de este comité y será presidido por el Sub-Gerente de Redes; además coordinará o será el nexo con el comité Central de Emergencia.

Este comité estará conformado por:

1. Sub-Gerente de redes.
2. Jefe de la División de Operación y Mantenimiento de Redes Matrices.
3. Jefe de la División de colectores Primarios.
4. Jefe del Departamento de Operación de Redes Matrices.
5. Jefe del Departamento de Mantenimiento de Redes Matrices.
6. Jefe del Departamento de Mantenimiento de Colectores Primarios.

7.1.1.2.4. Comités Operativos de Emergencia de las Administraciones Zonales

Estos comités estarán integrados por los principales funcionarios titulares de las unidades de las Administraciones de Corrales, La Cruz-Zorritos, Aguas verdes y Zarumilla, las cuales estarán presididas por los Administradores zonales, además coordinarán y serán el nexo con el Comité central de Emergencia.

Estarán conformados por

1. Administrador
2. Jefe de la División de Operación y Mantenimiento.
3. Jefe del Departamento de Redes.
4. Jefe del Departamento de Producción.
5. Jefe Administrativo Zonal.
6. Encargado del Almacén Zonal.

7.1.2. Centro de Operaciones de Emergencia

El Centro de Operaciones en caso de emergencia, debe estar ubicado en la Planta de Tratamiento de Agua de Tumbes, por tener las condiciones más favorables para desde aquí dirigir las acciones para hacer frente al desastre. En caso de sismos este es un edificio sólido y por su poca altura (3 pisos) no sufriría mayores daños, además que esta zona no es de alto riesgo sísmico,

En caso de inundaciones, el edificio de control de la planta de tratamiento es el que ofrece mejores condiciones para realizar las operaciones de emergencia. Este edificio cuenta con ambientes libres en el segundo piso, que se pueden utilizar en estos casos, por encontrarse en terreno con pendiente no se inundaría.

El único problema sería el ingreso de vehículos en esta zona, ya que la falta de asfalto es un inconveniente en que la pista se convierte en un lodazal.

EMAPATUMBES debe de contar con un Plan Operativo de Emergencia; además de un local alternativo por si ocurriera cualquier contratiempo, y este podría ser en el Centro Cívico donde funcionan las oficinas administrativas de EMAPATUMBES.

7.1.3. Funciones y Responsabilidades

La Empresa de Agua Potable y Alcantarillado deberá cumplir las siguientes funciones y responsabilidades:

- Proveer y garantizar los servicios de agua potable y evacuación de desagües, en forma segura y continua, en su ámbito o jurisdicción, durante cualquier período, sea este en situación normal o en estado de emergencia.
- Restituir como mínimo a su condición original el servicio de agua potable y alcantarillado en el menor tiempo posible.
- Informar a la población oportunamente de los cortes y/o restricciones del servicio, así como de los lugares alternos para el abastecimiento.
- Apoyar a Defensa Civil con los requerimientos de agua para la atención a poblaciones no servidas por EMAPATUMBES.
- Cumplir y hacer cumplir las leyes, normas u otros dispositivos legales referentes al servicio de Agua Potable y Alcantarillado y sus fuentes.

Funciones y Responsabilidades del Presidente del Directorio:

- Informar al Poder Ejecutivo y a Defensa Civil sobre la situación de emergencia del servicio cuando la situación así lo amerite.
- Solicitar al Presidente de la República o Presidente del Consejo de Ministros, la Declaratoria de Emergencia del servicio cuando la situación así lo amerite.
- Gestionar los recursos (ayuda interna, externa) indispensables para la preparación, respuesta y rehabilitación para situaciones de emergencia y desastre.
- Gestionar ante el Ministerio del Interior el apoyo de seguridad para las instalaciones y equipos requeridos para la ejecución de las acciones previstas en el Plan de Emergencia.

El Directorio cumplirá con las siguientes funciones y responsabilidades:

- Aprobar el Plan de emergencia para Situaciones de Desastre.
Declarar la emergencia interna de la Empresa.
- Solicitar al Gobierno Central la declaratoria de Emergencia de la Empresa.
- Conocer y aprobar el plan de gastos para la preparación, implementación de medidas de prevención, atención de la emergencia y rehabilitación de los sistemas.
- Aprobar las acciones de apoyo o ayuda para los casos de emergencia a otras instituciones o servicios que lo soliciten.

Funciones y responsabilidades del Gerente General o Presidente del Comité Central:

- Presidir y convocar el comité central de Emergencia.
- Declarar la situación de alerta ante la posible ocurrencia de emergencias y desastres.
- Solicitar al Directorio la Declaratoria de Emergencia interna de la Empresa.
- Dirigir el proceso de formulación y preparación del Plan de Emergencia y elevarlo al Directorio para su aprobación.
- Disponer la Implementación del Plan de Emergencia.
- Elevar al Directorio las necesidades de seguridad, Ayuda Interna y Externa y los Planes de gastos para la preparación, implementación de medidas de prevención, atención de la emergencia y rehabilitación de los sistemas.
- Velar para que las funciones y responsabilidades de los comités Central y Operativos de Emergencia y de sus miembros, se cumplan.

El Comité Central de Emergencia tendrá las siguientes funciones y responsabilidades:

- Formular, evaluar, actualizar y divulgar el Plan de Emergencia.
- Evaluar la situación de la Empresa ante el impacto de los desastres, con el fin de plantear la declaratoria de emergencia.
- Disponer y supervisar el entrenamiento permanente del personal en los procedimientos de emergencia tanto teóricos como prácticos.
- Determinar la vulnerabilidad de los sistemas, formular los Planes de Emergencia y desarrollar el programa de implementación de medidas de prevención.
- Disponer la implementación de las medidas de prevención.
- Priorizar, coordinar y disponer las acciones y el adecuado uso de los recursos disponibles durante la emergencia.
- Formular los programas de rehabilitación de los sistemas afectados.
- Conocer y evaluar las solicitudes de ayuda o apoyo, de otras instituciones o servicios declarados en emergencia y elevar propuestas de acción al Directorio.
- Cumplir y hacer cumplir las líneas de coordinación y comunicación de los Comités de Emergencia.
- Proponer el (o los) representantes de EMAPATUMBES ante la Autoridad Autónoma, para el manejo de la cuenca del río Tumbes y ante otros organismos de emergencia del estado.
- Disponer la revisión y actualización periódica del Plan de Emergencia, así como sus anexos, convenios, etc. que formen parte del mismo y/o estén relacionados con él.

Los comités Operativos de emergencia cumplirán las funciones y responsabilidades siguientes:

Formular y mantener actualizados los Planes Operativos de Emergencia respectivos y elevarlos al Comité Central para su evaluación e integración al Plan de Emergencia.

Coordinar y dirigir la preparación, respuesta y rehabilitación para situaciones de emergencia y desastre, en sus respectivos campos de acción, así como otras funciones designadas por el Comité Central en función de la emergencia.

Realizar el análisis de vulnerabilidad de los componentes del sistema de sus respectivos ámbitos de acción.

7.2. Planes de Emergencia

Para llegar a formular e implementar un plan de emergencia se debe:

- Identificar las causas y sus efectos.
- Realizar el análisis de vulnerabilidad.
- Tomar acciones, analizando las actividades que deben programarse para disminuir la vulnerabilidad de los desastres identificados.

El Plan de Emergencia para situaciones de desastre, está conformado por Planes Operacionales y Planes Operativos.

En los Planes Operacionales se establecen las pautas y estrategias para actuar en caso de terremoto e inundaciones, los Operativos permiten conocer específicamente, las responsabilidades de las áreas operativas para los mismos casos de emergencia.

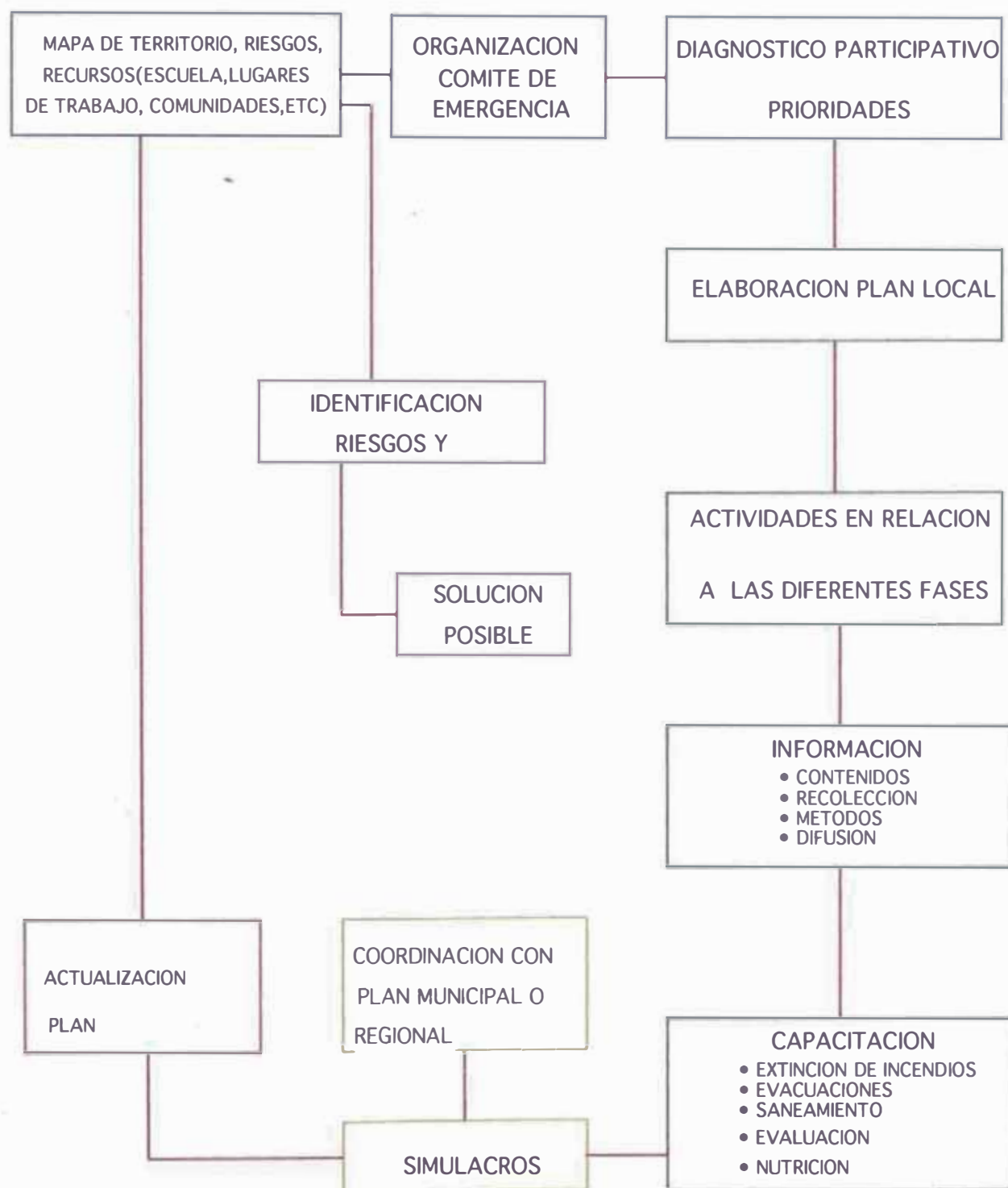
Con estos documentos, la institución podrá actuar de manera organizada y dinámica ante un desastre; estos planes serán claros y completos con el fin de prevenir y mitigar los daños ocasionados por los desastres. El Diagrama N°4 muestra como se desarrolla un Plan de Emergencia Local.

EMAPATUMBES no ha constituido los Comités de Emergencia, sin embargo presentó un Plan de Emergencia 1992 debido al estado en que se encontraban los servicios de saneamiento como consecuencia de las inundaciones que se produjeron en dicho año. Este Plan consistía en la presentación de 16 proyectos de rehabilitación de los sistemas de agua potable y alcantarillado, en todo el departamento de Tumbes. Este grupo de proyectos fueron presentados en el año 1993 para ser financiados por el BID.

El Comité Central debe estar compuesto por los principales funcionarios de la Empresa, siendo este el órgano funcional encargado de la planificación, organización y dirección para la operación y mantenimiento de todos los sistemas de agua potable y alcantarillado, en situaciones de alerta y/o emergencia.

En un plan de emergencia, la primera consideración que se debe realizar es un convenio para emergencias y un plan de abastecimiento de agua de emergencias cuyos elementos son:

PLAN DE EMERGENCIA LOCAL



FUENTE: DIRDN INFORMA-AMERICA LATINA Y EL CARIBE-N°1, ABRIL-JUNIO 1993(PLANES LOCALES DE EMERGENCIA COOPERACION ITALIANA Y OPS)

- a) Iniciación de la emergencia. Esta declaratoria debe ser dada por la gerencia Operacional de EMAPATUMBES basándose en el Plan de Vigilancia del río Tumbes.
- b) Notificación . De responsabilidad del comité de emergencia.
- c) implementación del Plan" etapa de alerta, restricciones y emergencia.

Los abastecedores de agua durante la etapa de alerta son instruidos para controlar las estructuras de captación de agua cruda, estaciones de bombeo y otras instalaciones, para asegurar un mínimo de pérdidas de agua en la operación del sistema.

En la etapa de restricciones se orienta a la población a limitar el consumo de agua a condiciones mínimas de uso sólo doméstico.

Durante la etapa de emergencia, las restricciones impuestas en las operaciones comerciales, industriales y estatales son puestas en vigor por los inspectores de la empresa de agua.

Las acciones durante la etapa de emergencia varían de acuerdo a la seriedad de la emergencia, asociado al grado de reducción de la demanda estimada como necesaria.

7.2.1. Planes Operacionales de Emergencia para Inundaciones

El departamento de Tumbes tiene como característica principal, la presencia de lluvias frecuentes e intensas, durante casi todo el año, siendo de mayor permanencia durante los meses de Diciembre a Mayo, durante los cuales la población se ve afectada por inundaciones producidas por las lluvias intensas y por el aumento del caudal del río Tumbes, llegando a producir tales daños que se considera un desastre cuando ocurre el fenómeno meteorológico de "El Niño", que con su influencia hace que el período de lluvias se convierta en desastroso para estas ciudades, ocasionando desorganización del servicio de agua potable y alcantarillado, por la paralización de los servicios y variación de las actividades normales, así como pérdidas económicas.

Las inundaciones se producen en especial en las partes bajas y planas del departamento, debido a que las precipitaciones sobrepasan los límites normales y el caudal del río los 1,500 m³/seg diario en la ciudad de Tumbes y en las márgenes de este donde están ubicados, sembríos y centros poblados, además de llevar grandes volúmenes en las quebradas, arrasando con los caminos y corte de las carreteras, con el consiguiente desabastecimiento para las ciudades.

La disponibilidad de recursos hídricos de Tumbes se ve gravemente afectada cuando se presentan las inundaciones, durante este período el recurso de agua disminuye notablemente, creando dificultades para satisfacer la demanda de agua potable.

Esto ocasiona restricciones en la oferta de agua, cortes y racionamiento debido a problemas en el tratamiento del agua y a desperfectos en las tuberías.

Tanto la ciudad de Tumbes como las que dependen de este sistema, sufren una reducción de la oferta de agua, además de que la producción de agua subterránea, disminuye por los cortes de energía eléctrica además de que sus casetas han podido ser dañadas por la inundación y esta agua ha podido contaminar el pozo si se ha infiltrado.

7.2.1.1. Declaratoria de Alerta y/o Emergencia

SENAHMI es el encargado de proporcionar la información necesaria y periódica, ya sea en forma de boletines mensuales o extraordinarios o informes específicos, sobre las variaciones meteorológicas, dando la voz de alerta en caso de que las variaciones climatológicas indiquen la posibilidad de ocurrencia de un futuro fenómeno "El Niño" que producirá inundaciones en la región.

El gerente General de Producción analizará y evaluará este tipo de información e informará de ello al Comité Central de Emergencia, el cual de acuerdo al informe presentado sobre la posibilidad de ocurrencia de este fenómeno causante de inundaciones, podrá solicitar tanto a Senamhi, como a otras instituciones como Proyecto Binacional Puyango Tumbes, un informe específico sobre la inminencia, magnitud e intensidad del fenómeno, debiendo verificar su alcance, en función de lo que se declarará el estado de Alerta, el cual constituye un aviso de que las inundaciones provocarán en corto plazo una posible situación de Emergencia, lo que implica que los Comités Operativos de Emergencia deben movilizarse inmediatamente.

Un fenómeno natural como es una inundación, cuyo impacto podría ser previsto con la anticipación suficiente, permitiría declarar el Estado de Alerta y poner en marcha el Plan de Emergencia en sus aspectos preventivos: activación de los Comités Operativos de Emergencia, Determinación de Recursos, Programa de Implementación de Acciones Previas y Evaluación de Acciones Previas.

Durante el Estado de Alerta y Emergencia, las actividades de producción, operación y mantenimiento deben tener atención prioritaria que todas las áreas de la Empresa.

Siendo el Estado de Alerta el período que transcurre desde el momento en que es declarado y se da inicio a la movilización, hasta que se presente el impacto.

Durante la fase de Alerta el Comité Central deberá actualizar los registros pluviométricos.

El Comité Central Procederá a solicitar al Directorio de la Empresa, la declaratoria de Estado de Emergencia interno cuando ya se ha presentado la inundación y de acuerdo a sus efectos sobre la capacidad de producción de agua potable. Además a solicitud del Directorio de la Empresa el Gobierno Central declarará el Estado de Emergencia de la Empresa.

Desde el mes de Febrero de 1992, Tumbes soportó fuertes lluvias y avenidas de ríos y quebradas, afectando seriamente la infraestructura vial, agrícola, educativa, salud, saneamiento básico etc.

Como consecuencia de las lluvias e inundaciones, la salud de la población fue seriamente deteriorada, recrudeciendo la epidemia de cólera y proliferando otras enfermedades como malaria, dengue y acarosis.

El 29 de Marzo de 1992 se produjo la lluvia más fuerte de toda la temporada, dando lugar a que las quebradas que cruzan la carretera a Puerto Pizarro, como otra quebrada que corre paralela a dicha vía, hayan producido fuerte erosión y con ello la destrucción parcial de la red de agua potable.

El sistema de agua potable y alcantarillado, de todo el departamento quedó seriamente afectado, debido a la rotura de las redes; a esto se sumó la carencia de energía eléctrica que no permitía operar los equipos electromecánicos, desde los primeros días de Marzo, además de la carencia de recursos para la adquisición de petróleo por Electro-Noroeste, o por el corte de la Carretera Panamericana que no permite el paso de vehículos que transportan petróleo.

Por lo tanto el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado fue declarado en Emergencia por medio del D.S. N° 007- 92-VC,

La Gerencia General de EMAPATUMBES, emite una Resolución N° 001-93 SUBA-SEC-G 03-03-93 en el cual declara en Emergencia Sanitaria los Servicios Básicos de Agua Potable y Alcantarillado, en el ámbito Sub-Regional, por la crítica situación de los sistemas sanitarios que producen constantes cortes de suministro de agua potable, aniegos y atoros en estas ciudades, por la obsolescencia y antigüedad de las redes, las cuales llegarían a colapsar si las lluvias recrudecen o si ocurriera otro fenómeno "El Niño".

Por resolución de Directorio N°-008-93- EMAPATUMBES 03-05-93, se conforma la comisión técnica encargada de la elaboración de los expedientes técnicos, Estudios y Obras prioritarias a ser ejecutadas por EMAPATUMBES.

Mediante oficio N°001-93-EMAPATUMBES-P.J.E. solicita Disponibilidad Presupuestal, para ejecutar el Plan adjunto de Saneamiento en el ámbito de EMAPATUMBES, cuyo monto asciende a 2'743,000.00 nuevos soles.

Este Plan de emergencia de Saneamiento, se realiza a fin de poder atender y prevenir daños mayores en las instalaciones.

El Decreto Ley 25459, dan fuerza de Ley al D.S. 036-92- PCM. que declara en emergencia a la Región Grau, concediendo fondos del FONAVI para EMAPATUMBES por el monto de 980,000.00 nuevos soles.

La Resolución Ministerial N°019-92-PRES. aprueba la Reformulación y Actualización del Proyecto de Inversión, dentro del Plan de Emergencia de Saneamiento

y autorizan al Concejo de Administración de Fonavi a efectivizar los desembolsos correspondientes, por un monto de 7'092,840.00 nuevos soles.

Así mismo con R.M. N° 063-93-PRES. se hizo la Ampliación de Recursos de la R.M. N° 019-92-PRES, y con Recursos del Fonavi, vía saldo de R.M. N°019-92-PRES, se efectuó obras de Agua Potable.

Con Saldo del D.S. N°163 se firmó un convenio con la Municipalidad Provincial de Zarumilla y Senapa, para obras de agua potable.

A continuación se presenta el cuadro N°7.2.1.1.1 y 7.2.1.1.2, en los cuales aparecen las obras que comprende este plan de emergencia de Saneamiento año 1992 y cuyo financiamiento fue con recursos Fonavi.

7.2.1.2. Medidas a Adoptar Durante un Estado de Alerta y/o Emergencia

Como medidas de preparación, antes del desastre, se debe de hacer una cuidadosa planificación que permita la acción rápida y eficaz cuando este ocurra, permitiendo que los servicios sean restaurados lo más pronto posible.

Las primeras consideraciones que debe tener la empresa de agua potable consisten en:

1. Prevenir la pérdida del agua almacenada ya tratada.
2. Proveer agua para combatir incendios en caso de sismos.
3. Desarrollar y mantener cantidades adecuadas de agua potable.
4. Restablecer el sistema a su capacidad completa tan pronto como sea posible.
5. Informar al público periódicamente sobre la disponibilidad de agua potable.

Como primera medida se establecerán los puntos de suministro de agua potable en el sistema de distribución, y en segundo lugar avanzar con el reparto de agua con otros medios no convencionales (camiones cisterna, fuentes públicas conectadas a tuberías provisionales y superficiales, etc.). La demanda per cápita será limitada a niveles, tal vez de hasta 30 a 40 lt. por persona y por día, durante el período inicial de rehabilitación.

Las cuadrillas de trabajo deberán enfrentarse a un trabajo tremendo de reparación, construcción de líneas temporales y de desinfección. Las conexiones cruzadas entre tuberías de agua y alcantarillado rotas ambas y próximas, son muy probables y deben ser consideradas para establecer medidas preventivas y anticipadas para resolver el problema.

Las prioridades de abastecimiento están en función de las necesidades mínimas básicas de la comunidad y de las prioridades de abastecimiento, dependiendo del tipo de fenómeno o accidente que se presente. Después de un terremoto los incendios demandan grandes cantidades de agua como primera prioridad, la siguiente es el abastecimiento de

la población en cantidades mínimas necesarias para el consumo humano, preparación de alimentos y sanidad básica.

Los terremotos pueden producir rupturas en alcantarillas y colectores principales o destruir instalaciones de tratamiento. Las medidas que pueden aplicarse son:

- a. Reparación rápida de alcantarillas, con arreglos temporales para pasar por alto secciones estropeadas.
- b. limpieza de las alcantarillas obstruidas.
- c. Desagüe de las estaciones de bombeo y de las instalaciones de tratamiento.
- d. Derivación de las instalaciones de tratamiento de aguas negras, especialmente en el caso de inundaciones, donde es factible esto por la gran dilución.
- e. transporte de lodos a un sitio para enterrarlos o a otra instalación cercana, etc. tratamiento de aguas negras.
- f. tratamiento de los desagües con desinfectantes fuertes, para prevenir la propagación de organismos patógenos y atenuar el olor del agua de la inundación, y de las aguas negras procedentes de las tuberías destruidas.

Estas medidas incluyen en la planificación, el trazado y puesta en marcha de operaciones para emergencia, entrenamiento del personal y adquisición de equipos para emergencia y repuestos. Ver diagrama N°2 de 7.1.1.y el esquema N°3, nos permite apreciar las etapas que se deben de considerar en el Planeamiento de las Emergencias.

7.2.1.2.1. Activación de los Comités Operativos de Emergencia

Estos deberán constituirse inmediatamente al haberse declarado el Estado de Alerta, con el total de sus miembros titulares.

Estos Comités evaluarán el estado actual de su organización y recursos, definirán la periodicidad de sus reuniones y realizarán un programa de acciones previas, que será informado al Comité Central para su revisión y aprobación.

7.2.1.2 .2. Determinación de Recursos

Al iniciarse el estado de Alerta los Comités Operativos determinarán los recursos con que cuenta, se señalará a las personas que se encargarán de elaborar el inventario de recursos existentes para afrontar la inundación.

Se deberá considerar la existencia y estado de los recursos con que cuentan los Comités Operativos, tales como stock mínimo de almacenes, comunicaciones, transporte, maquinaria, equipos y personal.

La información requerida será:

CUADRO N° 7.2.1.1.1

PLAN DE EMERGENCIA DE SANEAMIENTO AÑO 1992
R.M. N° 019-92-PRES.

DENOMINACION DE LA OBRA	IMPORTE ASIGNADO	PRESUPUESTO BASE	PRESUPUESTO CONTRATADO	REFORMULACION PROYECTO
1. Acondicionamiento y Ampliación de la .P.T de Tumbes	1'400,000.00	1'040,919.00	1'035,919.00	2'511,600.00
2. Alcantarillado Sect. Los Pinos Barrio Las Delicias Zorritos Tumbes.	230,000.00	515,726.37	507,789.16	518,420.00
3. Culminación y puesta Funcionamiento de Alcantarillado Zorritos Tumbes	72,000.00	97,476.58	97,151.59	139,104.00
4. Mejoramiento del sistema A.P Lotes Básicos Puyango 2 y 3 Tumbes.	388,000.00	441,822.64	438,548.93	1'051,347.00
5. Instalación Servicio Alcantarillado de Aguas Verdes Tumbes.	750,00	1'062,700.0	1'074,676.26	1'738,800.00
6. Mejoramiento del servicio de A.P. de Puerto Pizarro Tumbes	586,750.00	931,113.41	912,491.14	1'133,569.69
TOTAL	3'427,050.00	4'089,758.05	4'066,576.08	7'092,840.69

FINANCIAMIENTO: Recursos Fonavi

CUADRO Nº 7.2.1.1.2

AMPLIACION DE RECURSOS

PROYECTO	IMPORTE	OBSERVACION
1. Optimización de la Planta de Tratamiento de A.P Tumbes.	387,700.00	En ejecución
2. Línea de Impulsión Conexiones Domiciliarias Pto. Pizarro	200,000.00	En adjudicación
3. Alcantarillado de AA:H:H: Miguel Grau Tumbes	208,000.00	En adjudicación
4.Instalación Servicio de A.P. A.A.H.H Romero Da Silva	38,000.00	En adjudicación
5. Perforación y Equipamiento pozo A.P. Aguas Verdes.	348,000.00	Adjudicada
6.Implementación Alcantarillado Aguas Verdes.	142,264.36	Adjudicada.

FINANCIAMIENTO: Resolución Ministerial Nº 019-92-PRES y Ampliación Recursos con R.M. Nº 063-93-PRES.

Saldo Recursos FONAVI R.M. Nº 019-92-PRES y Ampliación de Recursos con R.M. Nº063-93-PRES

1. Rehabilitación de los Pozos 2,3 y 4 Agua Potable de Zarumilla	303,068.20	Por firmar convenio
--	------------	---------------------

1.- Agua Potable A.A.H.H 28 de Julio	Ejecutada.
--------------------------------------	------------

FINANCIAMIENTO: Convenio Municipalidad Zarumilla y Senapa D.S. Nº 163 (saldo)

1. Relación de personal indispensable.
2. Registro de personal no estable con experiencia.
3. Listado de vehículos propios.
4. Listado de maquinaria y equipos de operación.
5. Listado de proveedores.
6. Stock mínimo de almacenes.
7. Listado de equipos de radio y comunicación.

7.2.1.2.3. Programa de Implementación de Acciones Previas

Es responsabilidad de los Comités Operativos, así como la ejecución y control del mismo, para precisar los recursos necesarios para la implementación de los Planes Operativos, de acuerdo a los objetivos finales establecidos, en función de la magnitud e intensidad de la inundación y/o como se piensa atenuar la vulnerabilidad del sistema o incrementar su confiabilidad, pudiendo plantearse esta meta por etapas.

Las acciones a seguir son las siguientes:

1. Actualizar la información operacional del sector.
2. Analizar los componentes críticos y plantear alternativas de solución a los problemas detectados y establecer la factibilidad técnica y económica de las mismas.
3. Implementar los Centros Operativos con los recursos mínimos necesarios.
4. Evaluar y determinar las modificaciones y/o ampliaciones y/o actualizaciones de los convenios y/o acuerdos establecidos con otras instituciones o empresas.
5. Capacitar al personal.

7.2.2. Plan Operacional para Terremotos

Tumbes al igual que otros departamentos del norte peruano, tienen un historial sísmico el cual nos dá a conocer los efectos de los sismos ocurridos durante una serie de años, como han ido afectando su suelo durante su ocurrencia.

Los efectos que producen los terremotos en los istemas de agua potable y alcantarillado, de acuerdo a su intensidad, son la destrucción parcial o total de las obras de captación, conducción, tratamiento y distribución, roturas de tuberías de conducción y distribución de agua con el consiguiente desperdicio de agua, muchas de las obras civiles sufren agrietamiento y/o destrucción, así como las instalaciones y pozos tubulares.

Al ocurrir un sismo lo primero que se interrumpe es la energía eléctrica y las comunicaciones, además surgen incendios debido, a cortos circuitos, requiriéndose un elevado consumo de agua para su control; además los servicios de aprovisionamiento de

agua son interrumpidos en forma total o parcial, la calidad del agua se modifica y el sistema de distribución se ve contaminado. También el agua subterránea se ve afectada por estos efectos variando sus niveles, debido al cambio de permeabilidad del suelo y fisuras subterráneas.

El sistema de alcantarillado es afectado, produciéndose roturas de tuberías ocasionando aniegos y posibles contaminaciones, sobre todo este sistema sería el mas afectado por la ubicación de su cámara de bombeo principal en la zona considerada como de mayor riesgo sísmico y ser este sistema el más vulnerable por la antigüedad de sus redes y su falta de operación y mantenimiento.

Al ocurrir esta situación automáticamente se declara el Estado de alerta sísmica que activará inmediatamente al Comité Central y Comités Operativos.

El Plan de Emergencia y los Planes Operativos, son puestos en marcha activando los Comités de emergencia, se suspende preventivamente el servicio e inmediatamente se realiza la inspección preliminar y se evalúa los daños ocasionados por el sismo.

Los Comités de Emergencia en caso de Alerta Sísmica y emergencia declarada son los que asumen las operaciones de la Empresa; su conformación y puesta en funcionamiento es automática con la ocurrencia del sismo y permanecerán en sesión permanente, hasta que se estime lo contrario.

Suspensión Preventiva del servicio:

Inmediatamente después de producirse un sismo con efectos visualmente destructivos, se procederá a la suspensión o disminución inmediata del servicio, tanto en la etapa de producción como de distribución de agua a fin de evitar daños mayores, paralizando las estaciones de bombeo y rebombeo y cerrando las válvulas principales.

Las acciones a realizarse con tales fines, se llevarán a cabo con el personal y unidades designadas en los Planes Operativos..

Suspensión de la Producción de Agua en la Planta de Tratamiento:

Los Comités operativos de Emergencia de la Planta de tratamiento, como medida preventiva pondrán esta fuera de servicio.

Se cerrarán las válvulas de captación hacia las plantas (Pulsator, Convencional y Nueva), luego de lo cual el agua en tratamiento en ése momento continuará discurriendo por un período de tiempo y para reducirlo se operarán las compuertas de salida de cada uno de los sedimentadores de las plantas, levantándolas hasta el nivel de rebose.

En ambas plantas se abrirán las válvulas de purga de los Decantadores, para reducir y evacuar un porcentaje en el período y volumen de agua que continuará discurriendo. Paralelamente se cerrarán las válvulas de filtración, poniendo fuera de servicio los filtros de ambas plantas. El porcentaje restante de agua filtrada, deberá discurrir a través del sistema de distribución primario y/o a los reservorios de cabecera.

Se deberá garantizar el almacenamiento de agua tratada en los reservorios de cabecera. El agua excedente que ingrese a estos reservorios saldrá por los reboses.

Válvulas de línea de conducción La Cruz Zorritos Corrales y la línea que lleva agua a "El Tablazo", una vez disminuido el caudal de agua tratada remanente, se cerrarán las válvulas de estas líneas.

Paralización de las Estaciones de Bombeo y rebombeo:

Las estaciones de bombeo de la captación, distribución de agua tratada de la planta de tratamiento, pozos y las tres cámaras de desagües, serán puestas fuera de servicio hasta su inspección y evaluación de daños, su posterior puesta en funcionamiento por los Comités Operativos de Emergencia de Redes, al que abastece y de acuerdo a los procedimientos de producción de aguas subterráneas, distribución secundaria y restablecimiento del servicio y oferta-demanda de agua.

Cierre de Válvulas.

Con este operativo se logrará garantizar el almacenamiento de agua tratada, y evitar las probables pérdidas en las redes afectadas, asegurando el posterior abastecimiento y evitando daños a terceros; se llevará a cabo en las válvulas ubicadas en las redes primarias y secundarias. Cada Comité Operativo de las administraciones procederá al cierre de las principales válvulas de las redes secundarias.

La apertura de las válvulas primarias y secundarias, estará a cargo de los Comités Operativos de Emergencia de Redes.

Inspección Preliminar y Evaluación de daños a los Sistemas:

Tiene como objetivo conocer y cuantificar rápidamente los daños y la capacidad útil remanente de los sistemas, y poder brindar la información necesaria para la toma de decisiones. Esta inspección preliminar deberá ser efectuada por el personal designado para tal fin, de acuerdo a las prioridades establecidas para cada componente de los sistemas.

Se evaluarán las estructuras y/o equipos dañados, dando una descripción del daño, ubicación de la estructura y/o equipos dañados.

Si las pérdidas de agua que se han generado son considerables, mediana o pequeña indicar que peligro latente se ha encontrado y los requerimientos necesarios para

enfrentar estos daños. Según la evaluación, en que tiempo se estima se podrá rehabilitar la estructura y/o equipos dañados.

Además se ha de considerar también los daños causados por el evento en el área en general, tales como bloqueos de vías o Avenidas importantes de la zona y en cualquier otra instalación que el inspeccionador estime necesaria (falta de suministro de energía eléctrica en instalaciones de bombeo y rebombeo y zonas de abastecimiento, incendios, etc.).

Cada Comité Operativo analizará los daños inspeccionados e informará al Comité Central, en el menor tiempo posible, por radio o por teléfono, sobre los efectos en las principales estructuras y/o instalaciones prioritarias, y llevará a cabo las reparaciones factibles en el área de su jurisdicción.

El Comité Central con la información disponible, priorizará reparaciones mayores, la asignación de ingenieros y personal capacitado, apoyo de transporte, equipo y/o maquinaria de operación y otros recursos que la situación lo demande.

Los responsables del cierre de válvulas matrices deberán de realizar la inspección preliminar de daños en tuberías de distribución primaria (anegados, fugas, etc.) los cuales serán informados al Comité Operativo de redes, Comité Central por radio u otro medio de comunicación.

Oferta Demanda de Agua:

Los Comités Operativos de las Administraciones, evaluarán las necesidades mínimas de agua por sectores y determinarán la capacidad de distribución remanente, haciendo un registro e esquemas de distribución, la que irá cumpliéndose progresivamente hasta la restitución total del sistema de distribución de cada zona, e informará periódicamente al Comité Central.

El COE redes evaluará la capacidad remanente de distribución primaria e informará periódicamente de sus variaciones al Comité Central, así como de los programas de distribución, previamente concertados con los Comités Operativos de Emergencia de Redes y los Comités Operativos de Planta.

7.2.2.1. Medidas de Preparación a Adoptar Durante un Sismo

Antes del desastre se debe de hacer una cuidadosa planificación, que permita la acción rápida y eficaz cuando este ocurra, permitiendo que los servicios sean restaurados lo más pronto posible. Estas medidas incluyen en la planificación el trazado y la puesta en marcha de operaciones para la emergencia, el entrenamiento del personal y la adquisición de equipos para emergencia y repuestos.

Para atenuar los efectos de los desastres producidos por sismos, en los sistemas de agua potable y alcantarillado, se debe de asegurar el diseño estructural adecuado, aplicando técnicas adecuadas de construcción, evitando decoraciones salientes supérfluas, utilizando materiales de calidad.

Las instalaciones o equipos deben de ser sujetados apropiadamente, dando facilidad para el desmontaje en zonas propensas a inundación y ser ubicadas apropiadamente evitando zonas de riesgos sísmicos, en suelos adecuados, resistentes y no erosionables.

Las instalaciones deben de ser construídas fuera de los niveles de inundación.

Las tuberías de agua y alcantarillado, deben de tener la separación adecuada para evitar conexiones cruzadas.

Las salidas del efluente tratado del alcantarillado, debe de hacerse aguas abajo de las poblaciones.

Las estructuras de las instalaciones y los equipos deben de mantenerse adecuadamente, adoptar un patrón de procedimientos de mantenimiento.

Descentralizar fuentes y operaciones, si la demanda es creciente identificar nuevas fuentes e interconectarlas al sistema existente; duplicar líneas de conducción o impulsión, descentralizar el almacenamiento y tratamiento, colocar válvulas para manipulación e interrupción parcial de redes.

Mejorar comunicación y transporte: contar con vehículos en cantidad suficiente, con características tales, que permitan su adaptación a las dificultades de los caminos, determinar las rutas secundarias de acceso, contar con suficientes radios transmisores, con generador propio de energía.

Proteger las instalaciones, mediante muros de contención, diques para prevención de inundaciones, elevación de estructuras en zonas inundables, drenajes, etc.

Almacenar y descentralizar equipo de emergencia y repuestos: generadores de emergencia, tanques de agua plegables, equipos de cloración de emergencia, materiales para reparaciones, bombas portátiles, plantas de tratamiento portátiles, etc.

7.3. Plan Operativo de Emergencia

El Plan de Emergencia para Situaciones de Desastre, está diseñado para que la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado, se prepare y le haga frente al impacto de fenómenos naturales como terremotos e inundaciones.

Con las informaciones incluídas en el mismo, pueden adaptarse con facilidad a situaciones operacionales que interrumpan el servicio de agua potable y alcantarillado, tales como roturas de grandes redes matrices, colectoras y otras.

Al ocurrir una Emergencia, la Empresa debe contar con un Plan de Emergencia que defina la organización y el modo de operar facilitando la acción rápida y eficaz durante la emergencia y a la rehabilitación posterior en el menor tiempo posible, al menos a las condiciones existentes antes de la ocurrencia de la emergencia o desastre.

El área objeto de este plan está constituida por el ámbito jurisdiccional de la Empresa EMAPATUMBES que abarca las provincias de Tumbes, Contralmirante Villar y Zarumilla, con una población departamental de 158,000 habitantes al año 1993 y un crecimiento anual del 3.5% de los cuales 99,466 habitantes son servidos directamente por EMAPATUMBES, mediante un sistema de redes matrices y secundarias, que son alimentadas directamente por el agua producida en la planta de tratamiento de Tumbes, por 5 pozos tubulares, un pozo anillado y 4 galerías filtrantes administrados por EMAPATUMBES.

La población que no cuenta con servicio de conexiones domiciliarias de agua, se abastece mediante piletas públicas, camiones cisterna del Ejército y directamente del río Tumbes.

El Plan Operativo de Emergencia, define las funciones de las diferentes áreas de la Empresa, como consecuencia de evaluar los sistemas, y plantear soluciones para los casos de emergencia.

En cada área de trabajo, cada una de las personas deben evaluar los daños de su área de trabajo y comunicarlo de inmediato a su jefatura; la distribución de personal, equipos y materiales debe ser inmediata.

En 1992 se produjo una emergencia, como consecuencia de las inundaciones producidas por el fenómeno "El Niño"; las instalaciones de agua potable y alcantarillado fueron afectadas enormemente.

Los Planes Operativos de emergencia se realizan luego de la prevención y preparación, como una acción de respuesta, creando un plan para poder responder bien; estos planes son:

Plan Estratégico a Nivel nacional o Regional.

En este Plan se definen las funciones, responsabilidades y procedimientos para la movilización de las personas.

- CAPITULO VIII

VULNERABILIDAD DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE TUMBES

CAPITULO

8

8. DESEMPEÑO GLOBAL DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE TUMBES

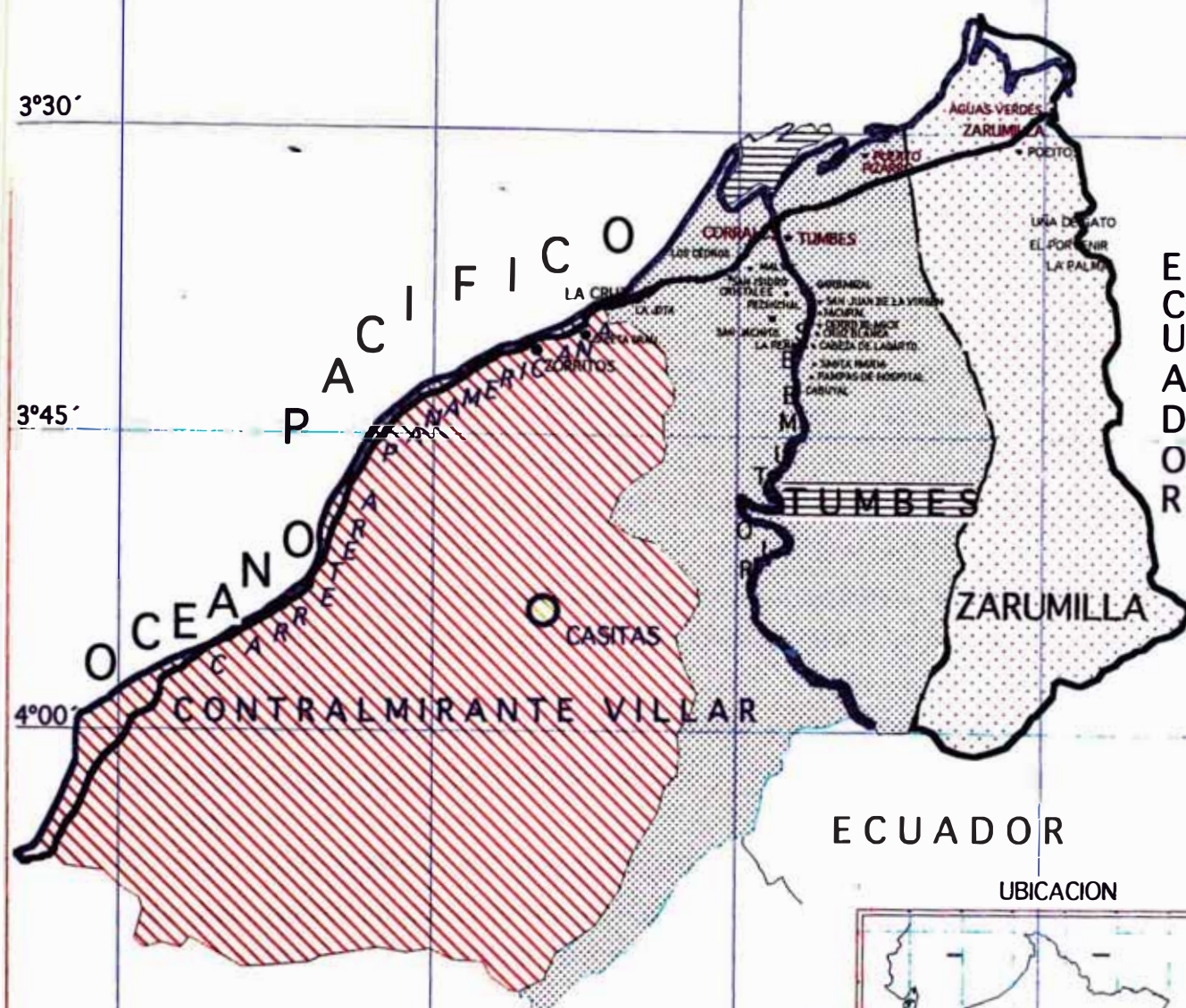
8.1. Situación Actual

EMAPATUMBES fue creada recientemente como Empresa autónoma en Junio de 1991; pues anteriormente se llamaba SEDATUMBES, la que fue transferida a las Municipalidades de Tumbes, Zarumilla y Contralmirante Villar asumiendo los Activos, Pasivo y Patrimonio en la nueva Empresa que se constituía. La lámina N°21 muestra el área sobre el que tiene jurisdicción EMAPATUMBES, y sobre el cual deberá realizar un mejoramiento institucional.

En la actualidad la mayoría de los servicios de agua potable y alcantarillado del país, han pasado a la administración municipal. La empresa se encuentra empeñada en llevar adelante un proceso de desarrollo y mejoramiento en los servicios de agua potable y alcantarillado de todo el Departamento de Tumbes; contando con ser una empresa autónoma, quién pretende cumplir en forma eficiente sus objetivos de suministrar agua potable y alcantarillado para la mayoría de la población del departamento de Tumbes.

A pesar de la crisis económica por la que atraviesa nuestro país y en especial un departamento fronterizo como lo es Tumbes, es difícil adecuar las tarifas a los requerimientos de altos costos de producción del agua y sistema de tratamiento de aguas negras, para lo cual se están adoptando las estrategias más convenientes para poder ubicar y controlar las altas pérdidas de agua producida, se miden los servicios de los usuarios de mayor consumo y reducción de gastos según las políticas de austeridad.

AREA DE INFLUENCIA DE EMAPATUMBES



ECUADOR

UBICACION



DEPARTAMENTO DE TUMBES

LAMINA N°21

8.2 Diagnóstico de la Empresa

En EMAPATUMBES se nota la poca presencia de gerentes en las administraciones locales y por ello existe una falta de coordinación entre las gerencias y centros de control para la toma de decisiones.

Hasta Diciembre de 1992, la empresa era un organismo que dependía excesivamente del Organismo Central SENAPA, hoy con la desaparición de este organismo, FONAVI actualmente se encuentra financiando y supervisando las obras de ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable y las obras correspondientes al Plan de Emergencia de Saneamiento 1992 .

EMAPATUMBES, desde antes de sus inicios a ser creada como tal y hasta la fecha no cuenta con una Unidad Organizativa propia de Auditoría interna, que controle la legalidad y transparencia de sus transacciones; actuando como control previo y/o posterior y efectuando, adicionalmente Auditorías Contables Financieras y las de orden Administrativo y/o Operacional.

En lo que respecta a normas y manuales, en los cuales se basa el funcionamiento de la empresa, éstos se hallan desactualizados y falta un manual de organización y funcionamiento de la empresa.

La empresa cuenta con pocos usuarios (19,288 en todo el departamento contabilizados a 1993 y los índices de agua no contabilizada son bastante altos (38.9%) debido a la gran cantidad de conexiones informales, el número de empleados con que cuenta la empresa son 116 permanentes y 34 contratados los cuales hacen un total de 150.

Los sistemas de tratamiento de agua potable y alcantarillado debido a la topografía del terreno, funcionan mediante bombeo y rebombeo, lo cual hace costosa la operación.

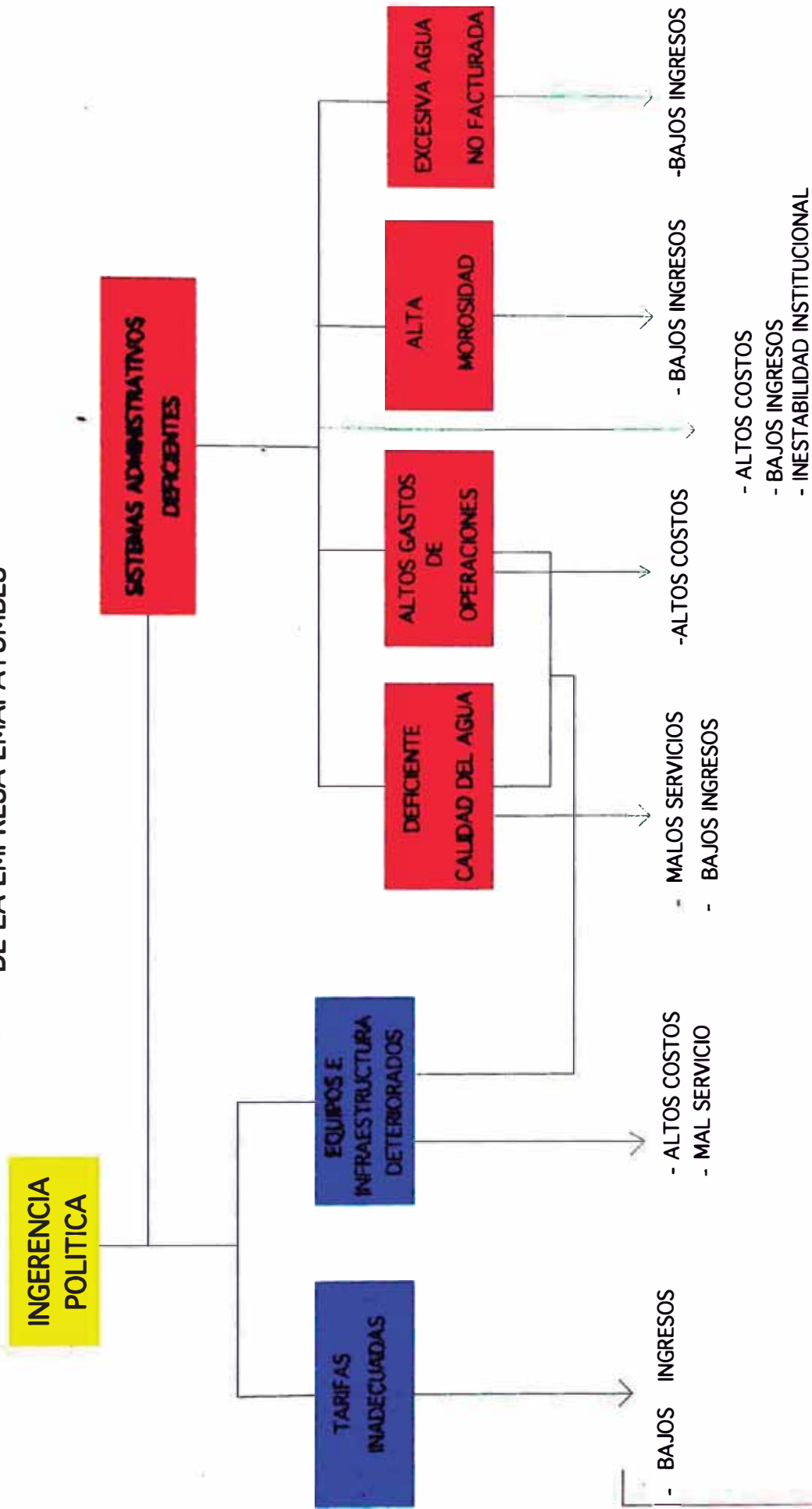
Antes de la aparición del cólera, los sistemas de abastecimiento de agua potable provenientes de pozos tubulares y galerías carecían de desinfección por cloración, actualmente la mayoría de estas cuenta con sistemas de cloración muchos de ellos manuales.

Las tarifas por servicios de agua potable y alcantarillado, han sufrido desde el año 1988 de una serie de reajustes, que han llevado al descontento de los usuarios en contra de la empresa que carece de mayor respaldo concreto de las instituciones, autoridades y comunidad del Departamento y de la región.

Las tareas rutinarias se realizan en forma independiente, sin la coordinación e integración de esfuerzos entre gerencias, sub-gerencias y oficinas de administración regional y local; y una falta de prácticas de evaluación periódica de resultados en grupo de gerencia.

DIAGRAMA Nº 5

DIAGNOSTICO DE LOS PROBLEMAS PRINCIPALES DE LA EMPRESA EMAPATUMBES



FUENTE: Elaborado por SANIPLAN-AMSA-TUMBES

Del diagnóstico efectuado se ha esquematizado los principales problemas de la Empresa EMAPATUMBES en el Diagrama N°5.

8.2.1. Finanzas

Sus Estados Financieros adolecen de serias distorsiones en cuanto a las cuentas de Activos Fijos, Depreciaciones, Deudas a Corto y largo Plazo y por lo tanto Patrimonial, al no haber activado obras llevadas cabo por terceros. Los ajustes por inflación efectuados no son confiables porque demuestran serias inconsistencias en los resultados y por consiguiente en su Patrimonio. A ello se agrega, el no tener aún definida una Política de Capitalización.

Por otro lado, su Sistema Contable no está integrado y no cuenta con una Contabilidad por centros de costos, tan necesaria en una Empresa de servicios.

Además tiene un permanente atraso, casi dos meses en la emisión de sus reportes Contables y/o Estados financieros.

Las inversiones que lleva a cabo la Empresa, son tendientes a mantener y ampliar los servicios dentro de su área de influencia, eran financiados por CORTUMBES (actualmente Sub-región Tumbes), SENAPA, BID FONAVI Y FONCODES actualmente a asumido el financiamiento de obras que corresponden a la Empresa.

Los ingresos de la Empresa al 31/12/92 son provenientes en un 92.34% de los cobros por servicios de agua potable y alcantarillado. Las tarifas de los servicios se han ido reajustando en muchas oportunidades. El 49.1% de los egresos corresponde a los gastos de personal, el 22.2% del gasto ocasionado por energía eléctrica y combustibles, 8.28% para servicios de terceros, otros gastos incluyendo el financiero 30.42%.

Hasta 1992 SENAPA ha ido proporcionando eventualmente recursos financieros para sus operaciones, para ser amortizado en condiciones blandas.

La recientemente creada EMAPATUMBES, tiene la necesidad de adecuar los procedimientos antes utilizados, por haber pasado de una empresa de recursos públicos primero, luego a empresa de recursos propios y hoy una empresa Municipal con una política diferente, teniendo que enfrentar una situación económica bastante difícil.

Hasta el momento se ha estado presentando déficit de caja por inflación y porque los aumentos tarifarios son incapaces de cubrir esta brecha; y para realizar cualquier ejecución de obra no existen recursos.

Uno de los problemas financieros que afronta la empresa es el correspondiente a la deuda con ELECTRONOROESTE, debido al consumo por bombeo y rebombeo; además de los bajos ingresos que se perciben por la facturación de los servicios, pues solo se factura el 56.6 % del agua producida y de allí solo se cobra

un poco más de la mitad (55%). Significa que la Empresa está perdiendo aproximadamente el 70% del agua que produce (43% agua no contabilizada y el 25% que pasa a la cartera morosa). Se cuenta con 19,288 usuarios, bajo ingreso por limitado número de usuarios industriales y comerciales.

El stock de existencias es mínimo, y ello no permite a la Empresa llevar a cabo un programa sostenido de mantenimiento preventivo, consecuencia de la falta de liquidez.

Otro es el problema de liquidez de la empresa, debido al escaso período de cobranza. El ingreso total obtenido durante el año 1993, con la aplicación de la tarifa aprobada desde el mes de Agosto de 1993, alcanza la suma de 2'226,637 Nuevos Soles, siendo los gastos de administración, operación y mantenimiento para el mismo año de 2'301,731 aproximadamente, es decir los ingresos por conceptos de pensiones de Agua Potable y Alcantarillado representa el 151% de los costos mencionado.

Pero no todo en el aspecto financiero es negativo pues la Empresa cuenta con las siguientes fortalezas:

- Existencia de Autonomía Financiera y Administrativa.
- Se está logrando mucho apoyo de los organismos del Gobierno Central (FONAVI).
- Autonomía en la aplicación de tarifas aprobadas por la Junta Empresarial.
- Financiamiento para la construcción de obras de saneamiento, que viene concertando la Empresa con FONAVI. Se captaron recursos para la supervisión de obras que fueron financiadas por SENAPA. Logro de acciones que llegaron a toda la población del Departamento, independiente de su tamaño, para agua potable, alcantarillado, letrinas, silos, piletas públicas, tratamiento aguas negras y aguas de lluvia gracias a la existencia de un marco legal adecuado.
- Un buen número de profesionales jóvenes a nivel de funcionarios.
- Cooperación del Ejército con EMAPATUMBES, para la operación de sistemas (Papayal).
- Existencia de un Asesor Legal por contrato para asuntos específicos.

Las debilidades que presenta en el aspecto de las FINANZAS son las siguientes:

- Falta de un sistema de Costo para establecer tarifas justas.
- Falta mecanizar contabilización de operaciones.
- Ausencia de cronograma de adquisiciones y pagos.
- Tardanza en solucionar problemas económicos.
- Carencia de un Sistema de Control Presupuestal.
- Insuficientes recursos económicos financieros disponibles.

8.2.2. Operacional

La Empresa cuenta actualmente con 12 localidades a las cuales sirve mediante 10 centros de distribución, 7 cuentan con sistemas de alcantarillado.

Cuenta con 13 sistemas regionales, de los cuales, dos se abastecen de las plantas de tratamiento de agua potable de Tumbes, 7 mediante pozos tubulares (Urbanización Lishner Tudela y Puerto Pizarro recientemente construidos) y 4 con galerías filtrantes.

La cobertura que se ha alcanzado en agua potable es del 67% hasta diciembre de 1993 y 33% en alcantarillado.

Como no existen medidores de agua producida en todos los sistemas, se estima que esta llega a 695,094 m³ como promedio mensual y la facturada de 390,916 m³ lo cual significa un valor de agua contabilizada del 56.24%.

La Empresa no cuenta con proyectos actualizados para sus nuevas obras, ni tampoco con planos de replanteo que muestren las redes de agua y desagüe construidos, con la localización de válvulas y grifos contra incendios. Además ausencia estadística sobre el número de fugas y reparaciones, dificultando los programas de reducción de pérdidas.

Los estudios y las obras, independientemente de su tamaño son realizados por contratistas independientes y no existen programas de mantenimiento preventivo en los sistemas y falta de personal en mantenimiento de las redes.

Los problemas que existen en el Area Operacional son los siguientes:

- Existen pérdidas y fugas en la red de distribución
- Inadecuada distribución del servicio de agua potable.
- Falta de control de desinfección en los camiones cisternas de agua.
- Falta de programas de renovación de equipos y programas de bajas.
- Insuficiente número de equipos de desinfección.
- Insuficiente macromedición.
- Insuficiente implementación del Laboratorio Central.
- Falta equipamiento para limpieza de redes y alcantarillado, por ello no existen programas de limpieza de alcantarillado.
- Falta llevar a cabo una limpieza general de las matrices de Agua y Desagüe.
- El área operacional no dispone de biblioteca técnica, planos ni normas e instructivas para estudios y obras.
- Existe un desequilibrio hidráulico en las redes y mal servicio en la parte alta.
- Problemas hidráulicos en las Plantas de tratamiento de agua potable de Tumbes.
- Falta de mano de obra calificada para cubrir la demanda de conexiones domiciliarias, las que no cuentan con medidores y además están en mal estado.

- Ausencia de catastro de redes de distribución, y control estadístico de fugas, roturas y reparaciones.
- Dificultades entre los procesos de construcción, supervisión y en la operación y mantenimiento, por falta de coordinación entre quienes construyen y supervisan las obras y el ente operativo; ya que los expedientes técnicos no se encuentran en EMAPATUMBES y no se realizan las obras con la debida coordinación.
- Falta de ejecución de programas de mantenimiento preventivo de la Planta de Tratamiento de Agua de Tumbes y en general de los sistemas.
- Falta de información propia sobre la calidad del río Tumbes, y falta de programas de preservación de los recursos hídricos.
- Ausencia de programas de aplicación de tecnologías apropiadas con participación comunal y de educación sanitaria.
- Ausencia de información sobre válvulas y grifos contra incendios en cuanto a número, estado y mantenimiento.
- Problemas de rebose de desagües en las zonas bajas (San José).
- Ausencia de control y mantenimiento de los equipos de bombeo y accesorios en forma preventiva.
- Falta de tratamiento de los desagües en el distrito de Tumbes.
- Ausencia de archivo técnico codificado y actualizado de las instalaciones y equipos.
- Ausencia de programas de pitometría.

8.2.3. Recursos Humanos

EMAPATUMBES cuenta con 150 trabajadores, (10 profesionales) entre los cuales 116 son personal permanente y 34 contratados.

La empresa viene llevando a cabo acciones para asegurar una mejor coordinación e integración de esfuerzos a todo nivel, para lo cual tiene interés en fortalecer las relaciones e informaciones verticales, horizontales y con oficinas de las administraciones locales.

En la búsqueda de mejores estrategias para el desarrollo de los recursos humanos y para el aumento de la producción, EMAPATUMBES viene empeñada en mejorar las prácticas y procedimientos de selección, promoción, evaluación de rendimiento y capacitación de su personal.

Para la selección y designación del personal no existen mecanismos formales tales como, reglamentos, pautas formales como procedimientos. El único manual que se utiliza es el de Reglamento Interno de Trabajo, que desde 1984 se rige por la Directiva 002 de CONADE.

La Gerencia General es la que emite las disposiciones pertinentes en las actividades adicionales de normatividad del Sistema de Personal.

En lo que se refiere a recursos humanos, la empresa presenta el siguiente panorama:

- Falta de recursos financieros para participar más activamente en Eventos de Capacitación.
- Carece de programa mínimo de Capacitación acorde con el desarrollo del personal y de normas para escoger candidatos a cursos. Las iniciativas siempre son externas.
- Ausencia del efecto multiplicador de los participantes, al regreso de algunos cursos.
- Ausencia de políticas y actividades para motivación y estímulo.
- Legajos incompletos de personal.
- Falta de sistema de evaluación de desempeños y políticas y acciones de promoción.
- Ausencia de actividades de Higiene y Seguridad Industrial para la protección del personal que labora en la Planta de Tratamiento y cámaras de bombeo.
- Falta de reuniones periódicas de Coordinación e integración Gerencial y a otros niveles.
- Falta de eficientes Sistemas de Control de Asistencia y de Rendimientos.
- No existen programas de Seguridad. No existen medidas preventivas, avisos, y menos programas de seguridad en la Empresa, los trabajadores no utilizan vestimentas y equipos de seguridad.
- Insuficiente apoyo Logístico, en movilidad y computadora para un mejor control del personal.
- Falta de control para pagos de horas extras.
- Falta concientizar al trabajador en su rol.
- No existe una evaluación técnica real de sus trabajadores.
- Falta de iniciativa propia de algunos funcionarios y trabajadores de la Empresa.
- Falta control para contratar personal necesario.
- Carencia de Reglamento de Trabajo.
- Falta de Programas Permanentes de Capacitación del Personal.

8.2.4. Comercial y Educación Sanitaria

La prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado se efectúa a través de 19,288 conexiones domiciliarias de Agua Potable, de las cuales 15,890 se hallan en situación de activas y 3,398 en situación de cerradas, significando en 17.6% del total de conexiones de las cuales el 89.5% son domésticas. Las conexiones

con medición de consumo son del orden de 3,593 medidores, de los cuales solo son leídos 946 al mes en la ciudad de Tumbes.

La facturación es mensual, y para todas las administraciones de la Empresa, por computadora en la Oficina de Informática de Tumbes.

La medición de los consumos solo se realiza en la ciudad de Tumbes, los que a Diciembre de 1993 fueron leídos 946 medidores siguiendo las 11 rutas en que está dividida la ciudad.

La fecha de cobranza es variable, el vencimiento del recibo es el 26 o 27 del mes, otorgándose plazo de ampliación por 8 o 10 días más.

Los retrasos que se presentan en la facturación, son generalmente por fallas del Sistema o Programa utilizado, algunas veces por falta de formularios continuos.

El número de días promedio anual entre la emisión y el vencimiento de las facturas para las conexiones sin medidor es de 82 días.

Para incentivar al usuario moroso, a pagar su deuda se realizan regularmente programas de moratoria.

La cobranza se efectúa a través de las oficinas instaladas en la Sede Central y Administraciones Locales.

A pesar de figurar en el Organigrama Estructural no existe una oficina de Relaciones Públicas que atienda lo referente a imagen institucional, Educación Sanitaria y relaciones con el público.

Del diagnóstico efectuado se tienen los siguientes puntos débiles:

- Dificultad para ejercer el cobro a instituciones Públicas de Servicios Vitales caso Salud.
- Insuficiente micro medición.
- La morosidad es un problema para la Empresa.
- Conciliación de información constante por parte de la Oficina de Informática con Sub-Gerencia de Cobranza y Facturación.
- Falta mejorar información en la toma de lecturas y tipo de conexión.
- Falta de información y educación al usuario, respecto al servicio que presta en el ámbito de la Sub-Región.
- Falta de banco de prueba de medidores.
- Carencia de un manual de orientación al usuario/cliente.
- Ausencia de una oficina de reclamos.
- Falta de un manual o reglamento para calificar usuarios por categorías.
- Falta Plan Catastral.
- Inadecuado trato al usuario/cliente.
- Padrón de usuarios desactualizados.
- Clandestinaje de conexiones domiciliarias.
- Baja eficiencia de cobranza.

- Ausencia de un catastro y paralización del reempadronamiento.
- Ausencia de macro medición y micromedición.
- Baja eficiencia en la cobranza.
- Restricciones para regularización de conexiones no registradas.
- Baja imagen de la Empresa ante los usuarios y falta de programas de Educación Sanitaria.
- Ineficiente relación Contratista - Usuario - Empresa para nuevas conexiones.
- Proceso de facturación lento y costoso.
- Reclamos por errores de lectura de medidores en zonas altas.
- Dificultades en el corte agresivo de servicios.
- Bajo porcentaje de usuarios comerciales e industriales.
- Necesidad de adquisición de medidores de $\varnothing$ 2".
- Falta de obligatoriedad de conexión de viviendas a redes existentes.
- Problemas de políticas de cobranza de piletas públicas.
- Necesidad de alcanzar confiabilidad adecuada en la facturación de servicios existentes.

8.2.5. Informática

La unidad de Informática viene actualmente desarrollando el sistema de redes y al mismo tiempo brindando servicio de facturación, planillas, y los Libros Diario y Mayor de Contabilidad.

Las computadoras personales asignadas a las diversas unidades operativas se limitan a realizar unas pocas operaciones, y en la mayoría de casos, mecanizan la información que previamente ha sido procesada a mano.

EMAPATUMBES no tiene clara la importancia de un sistema de información Gerencial, tal es así que en el desarrollo del sistema, no se ha visualizado su implementación para el sistema operativo y para las administraciones zonales.

No existen adecuados mecanismos de coordinación e intercambio de información con los organismos departamentales, regionales, nacionales e internacionales, con actividades afines a las propias de EMAPATUMBES.

No todas las dependencias de la Empresa cuentan con equipos de cómputo, sólo en el edificio central cuentan con estos equipos, en la Planta de Tratamiento se carece de estos equipos tan necesarios para enviar la información de la producción de agua potable y otras informaciones.

Ausencia de sistemas de información gerencial y de centros de información a nivel de EMAPTUMBES, con racionalización de contenido, periodicidad y análisis a niveles operativos, gerenciales y alta dirección.

Gran cantidad de información producida que no se analiza con criterio de toma de decisiones gerenciales (comercial, operacional, finanzas).

Limitada información entre la oficina en Tumbes y Administraciones Locales y entre éstas últimas.

Informaciones enviadas directamente a Gerencia General sin conocimiento y análisis entre sub-gerencias y gerencias.

Centralización de información comercial en operación.

Los problemas que se observan en lo que se refiere a Informática son:

- No se cuentan con los materiales y herramientas necesarias para reparar oportunamente.
- Las compras no se efectúan en base a las prioridades en la Gerencia Operacional, falta priorizar necesidades.
- Falta un sistema de comunicación interna.
- Falta de apoyo logístico para la ejecución y cumplimiento de las funciones encomendadas (Aguas Verdes).
- Falta de apoyo logístico para una oportuna Facturación.
- Falta de un sistema de informática integral y confiable.
- Falta de una planoteca.
- Falta de sistemas accesorios y equipos de mantenimiento para equipos de mantenimiento, para los equipos de informática.
- Falta software original.
- Ausencia de archivo general.
- Ausencia de una biblioteca de asesoría legal y demás áreas.
- Falta de apoyo de informática para oportuna facturación.
- Insuficiencia de equipos de computación.

8.2.6. Planificación

La oficina de planificación establecida en el Organigrama Estructural no ha sido implementado, limitándose las actividades a la producción esporádica de algunos datos estadísticos; se dedica principalmente a elaborar documentos referidos a planes del corto y mediano plazo, presupuestos anuales, sus reformulaciones, evaluaciones, información estadística, para cumplir con las solicitudes de diversas entidades del sector y del entorno.

El sistema de Planificación como tal, no existe, ni a nivel de planes de desarrollo, operativos, presupuestales, financieros, así como cualquier otro tipo de programación; así como por ejemplo: programa preventivo de mantenimiento de equipos, programación de compras, de pagos, de flujos de caja, etc..

Carece de la planificación física, que permita desarrollar un crecimiento ordenado de la infraestructura de la Empresa. Así como también no existe la planificación institucional, que norme y guíe el crecimiento de la institución.

Con respecto a la planificación en la Empresa, se cuenta con la siguiente problemática:

- Falta de Planeamiento. Ausencia de Planificación física, financiera e institucional, limitadas las acciones únicamente a gestión de información estadística. No existe Planeamiento estratégico.
- Falta de un Plan Maestro integrado con metas a mediano y largo plazo.
- Falta de proyectos actualizados para búsqueda de financiación (Cartera de Proyectos).
- Ejecución directa de Proyectos Sub Región-Municipio.
- Localidades mayores de 1,000 habitantes fuera de la responsabilidad de EMAPATUMBES (Cancas).
- Ausencia de convenios bilaterales para la utilización y el cuidado de recursos hídricos de interés común.
- Falta de planes de desarrollo urbano (planes urbanísticos).
- Falta de programas mínimos de trabajo y de acciones de racionalización de prácticas de procedimientos.
- Ausencia de conocimiento detallado de inventarios de sistemas, instalaciones, equipos, reservorios y tuberías, en especial cuando han sido construidos por otros organismos (área rural).
- Falta de listado de prioridades para rehabilitaciones, utilización de estructuras existentes y puesta en marcha de obras paralizadas o terminadas.
- Falta incrementar la Partida Presupuestal para mantenimiento y reparaciones de los sistemas.
- Falta poner en funcionamiento (técnico) la laguna de oxidación de Corrales.
- Falta de reactivos químicos y equipos para el análisis del agua.
- Falta de vehículos.
- Falta de equipamiento en cámaras de bombeo de desagües y que actualmente funcionan por rebose.
- El servicio de agua no llega a toda la población.
- Retraso de cobertura de servicio de alcantarillado respecto a Agua Potable.

8.2.7. Administración de Recursos Materiales

La Sub Gerencia de Logística de la Gerencia de Administración y Finanzas, tiene bajo su responsabilidad la administración y el cuidado de los recursos materiales de EMAPATUMBES.

Muchas de las instalaciones de agua potable muestran deterioro debido a los años y a la ausencia de programas de reposición de activos y mantenimiento de equipos.

Los procesos de almacenes, compras y suministros se ven limitados por la ausencia de suficientes proveedores locales, la necesidad de adquirir en otras ciudades con implicaciones de costos y mayores tiempos.

EMAPATUMBES, actualmente dispone de 2 camiones, uno asignado para Distribución y el otro para Mantenimiento, una camioneta asignada a la Gerencia General para satisfacer las necesidades actuales, y está en proceso de legalizar sus propiedades, mediante la obtención de las escrituras respectivas.

Del diagnóstico realizado a la empresa se ha encontrado la siguiente situación:

- Ausencia de archivo codificado de las instalaciones y equipos.
- No existen equipos para la limpieza de alcantarillado y el equipo de dosificación de sustancias químicas, de la planta antigua se encuentra malogrado.
- No existen equipos de detección de fugas.
- Ausencia de almacenes con stock mínimo en administraciones.
- Falta de adecuada disposición de los elementos en el almacén central y de medidas de seguridad industrial.
- Procesos demorados en las compras, agravados por necesidad de comprar en Lima y Piura.
- Demora en la compra de materiales para conexiones ya pagadas por el usuario.
- Falta de existencias mínimas de cloro, sulfato de alúmina y combustible.
- Adecuados ambientes en oficinas centrales y administración de Zorritos-La Cruz. Deficientes ambientes de Zarumilla y Aguas Verdes.
- Edificio de Planta de Tumbes con suficiente área pero en mal estado de mantenimiento.
- Falta de escrituras que acrediten las propiedades de terrenos e instalaciones de EMAPATUMBES.
- Buena decisión al establecer oficinas de cobranza en las instalaciones de Zarumilla y Zorritos-La Cruz.

8.3. Estructura Orgánica Funcional

En el año 1984 se aprueba la primera estructura orgánica (Ver Apéndice G Organigrama Nº1), en ella se plantea dos grandes sistemas: el administrativo-financiero y el técnico, así como la descentralización de su gestión creando dos administraciones: la de Zorritos y la de Zarumilla.

En 1988, se aprueba la primera reorganización,(Ver Apéndice H organigrama Nº2) que fundamentalmente separa la Sub-gerencia Comercial de la gerencia Administrativo-Financiero, creando la nueva Gerencia del Sistema Comercial y también afianza más su descentralización geográfica, creando dos nuevas administraciones: Corrales y Aguas Verdes.

En 1991, al municipalizarse la Empresa se realiza la segunda reorganización(Ver Apéndice I Organigrama 03).

El diseño de la actual Estructura Orgánica se organiza de la siguiente manera:

La Junta Empresarial que es el órgano de mayor jerarquía, está formada por tres miembros, representante de las municipalidades de Tumbes, Contralmirante Villar y Zarumilla.

El Directorio, representa la dirección y administración de la Empresa, está integrado por nueve miembros, designados por la Junta Empresarial.

La Empresa no cuenta con Manuales de Organización y Funciones; durante los años 1991 y 1993 la gerencia General ha suplido esta deficiencia, emitiendo memorándums en los cuales indica las funciones de las diversas unidades y los cargos que la conforman.

En lo que se refiere a la normatividad externa, todas las unidades que conforman la Empresa, se rigen por las disposiciones emitidas por el Gobierno Central y del Sector tales como CONADE, EX-SENAPA y demás organismos rectores.

La normatividad y procedimientos internos, son mínimos. Los que existen en su mayoría son emitidos por la Gerencia General.

En la estructura vigente no se aplica el enfoque sistémico ni el descentralizado, con excepción del nombre con que se le ha denominado a cada Gerencia.

En el nivel descentralizado, las Sub-gerencias diseñadas para acentuar la gestión regional nunca funcionaron, excepto para nombrar personal en los dos cargos de las Sub-gerencias zonales.

La orientación con que cuenta la estructura es más bien de la tipología funcional en el nivel central, y en el nivel descentralizado se utiliza la tipología de mercado por la división territorial o geográfica.

Las Gerencias de los Sistemas Administrativo, comercial, Operativo, las Oficinas de Asesoramiento: Planificación, Legal e Informática y las Administraciones

Zonales, que han sido cubiertas con la totalidad del personal tanto empleados y obreros permanentes y en casi la mayoría de unidades se adiciona con personal contratado.

El Laboratorio es una Unidad que no ha sido formalizada y funciona dentro de la Sub-Gerencia Operacional.

Desde un principio no funcionaron: el Organo Interno de Control, Oficina de Relaciones Públicas, Secretaría de Trámite Documentario y las Sub-gerencias Zonales, que a pesar de haber nombrado a sus titulares nunca funcionaron como tales.

En lo que se refiere, a la aplicabilidad de la normatividad y procedimientos, tanto externos como internos, todas las unidades que conforman la Empresa, se rigen por las disposiciones emitidas por el Gobierno Central y el Sector tales como CONADE, EX SENAPA y demás organismos rectores, y generalmente son utilizados para formalizar o regularizar las exigencias de los mismos entes normativos.

La carencia de normas y procedimientos internos, y su aplicación oportuna, tanto en las etapas: preventiva, concurrente y posterior, se refleja en el desorden y falta de control en la operatividad diaria.

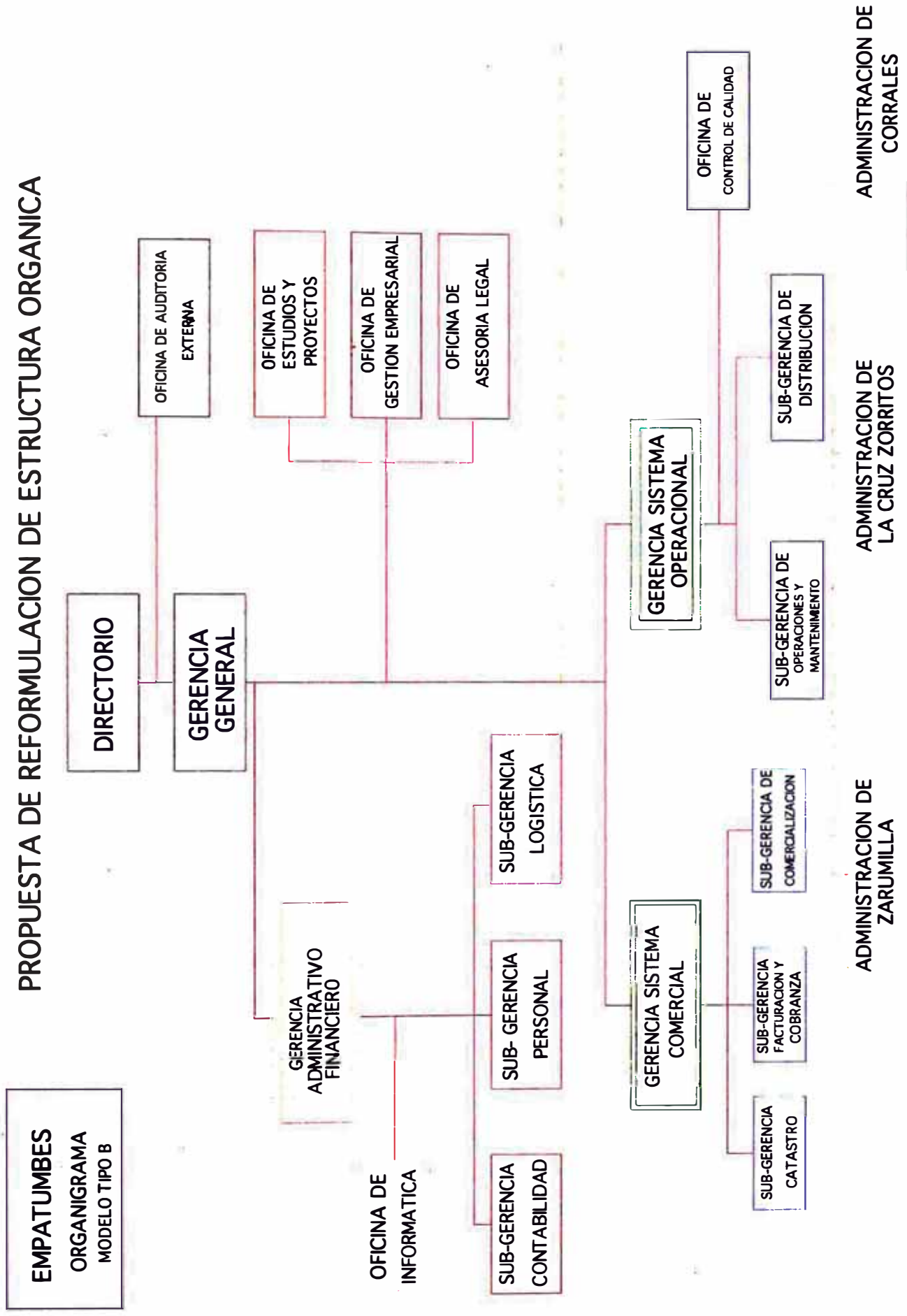
El organigrama N°6 muestra la Estructura Orgánica que actualmente rige en EMAPATUMBES

Del diagnóstico efectuado se han visualizado en los Aspectos Legales, de Organización, Dirección y Control de Gestión los siguientes problemas:

- Normas legales que impiden la Autonomía Administrativa Financiera.
- Falta solucionar el problema legal de la laguna de oxidación de Zorritos.
- No se lleva a cabo el saneamiento físico legal de inmuebles de propiedad de EMAPATUMBES.
- Carencia de Estructura Orgánica acorde a necesidades de la Empresa.
- Descoordinación en cuanto al abastecimiento del Area Operacional.
- Falta Manual de Organización y Funciones en todas las áreas.
- Falta de Política Organizativa
- Inadecuada distribución y utilización de recursos humanos y técnicos especializados.

DIAGRAMA N°6

PROPUESTA DE REFORMULACION DE ESTRUCTURA ORGANICA



- Falta de personal de mantenimiento en las redes.
- Falta de adecuada optimización del área de Logística ágil-oportuna-eficiente.
- Simplificación Administrativa en trámites internos.
- Ausencia de Area de Relaciones Públicas.
- Reestructuración y Racionalización de personal por áreas específicas.
- Falta distribuir equitativamente las funciones del personal.
- Fácil llegada o acceso de usuarios a los altos niveles a directivos.
- Ausencia de sanciones a personal de la Empresa en cuanto a acciones que perjudican sus intereses.
- No se cuenta con una política para captación de usuarios informales.
- Ausencia de sanciones para el usuario clandestino.
- Falta programa de expansión de los servicios en las zonas rurales.
- Reorientación de políticas de trabajo acordes a la técnica.
- Falta de una política salarial.
- Ausencia de sanciones para quién ejecuta conexiones clandestinas.
- Insuficiente apoyo a administraciones locales.
- Falta aplicar nueva política de cobranza, considerando situación actual económica de los usuarios.
- Requerimiento de acciones coactivas más eficaces.
- Falta la integración Operativa: Asistencia Técnica-Operacional Preventiva de las Administraciones con la Sede Central.
- Insuficiente definición en la coordinación de los niveles Políticos y técnicos.
- Ausencia de un Sistema de Control de Gestión.

8.4. Medidas de Seguridad para la Planta de Tratamiento de Agua Potable

La seguridad en la Planta de tratamiento es muy importante, por ser ésta la única que abastece de agua potable a la ciudad de Tumbes y otros distritos del departamento (Corrales La Cruz y Zorritos). Por lo tanto debe asegurarse un adecuado y continuo funcionamiento y darle la seguridad y protección necesaria (sólo existe un guardián en la puerta principal); la que existe en la actualidad no es la que en realidad debería tener pues el cerco que tiene no da la suficiente seguridad, sobre todo el lado que da hacia el río(terrenos agrícolas) y el que da hacia las viviendas colindantes a la planta.

El cerco de ladrillos con que cuenta la planta cerca a la antigua captación, tiene como inconveniente ser muy bajo, presentar serias rajaduras que en cualquier momento sufrirán un derrumbamiento , una parte no cuenta con el cerco perimétrico correspondiente y es por allí donde se produce el ingreso de personas

ajenas a la planta, para sacar agua de las unidades de tratamiento siendo esto un gran peligro pues podrían producirse problemas de contaminación.

El lado derecho de la planta colindante con viviendas tiene un cerco de caña que no ofrece ninguna seguridad como se muestra en la fotografía N° 56

La planta está expuesta actualmente a actos de sabotaje y terrorismo debido a la falta de seguridad existente, poniendo en peligro el abastecimiento de agua en la ciudad.

La fotografía N°57 es una muestra evidente de la falta de seguridad de las instalaciones de tratamiento

Si se produjera la inutilización de alguna de las instalaciones por dichos actos las consecuencias serían desastrosas, ya que el desabastecimiento de agua sería casi total en Tumbes y esto debido a la falta de un Plan de Defensa de estas instalaciones, cuando las circunstancias así lo requieren. Ver Fotografía N° 55.

La ubicación de la Planta de Tratamiento hace posible el acceso de personas extrañas por la falta de protección en sus límites, además de encontrarse en una zona alta cercana a terrenos de cultivo y al cauce del río. Convirtiéndose en un peligro latente ya que se hace fácil el ingreso por estos lugares de saboteadores o grupos armados terroristas, que por atacar el cuartel que se encuentra al lado de la planta, pueden producirse serios daños a las diferentes estructuras de la planta.

Con mucha facilidad se pueden esconder y sin llegar a penetrar a la planta colocar explosivos en la parte baja, ya que no existe vigilancia , ni existen casetas de vigilancia que alcancen hasta este lado de la planta.

En caso de emergencia se puede decir que la planta está desguarnecida, y que a pesar de tener como vecinos un cuartel del ejército, esta puede ser sorprendida en cualquier momento.

El alumbrado eléctrico es otro de los puntos débiles de la planta, que cuenta con muy poco alumbrado dentro de las instalaciones.

La casa de fuerza o sub estación eléctrica con que cuenta la planta, es insuficiente para cubrir las necesidades de alumbrado de esta. La energía eléctrica es suministrada por Electro Noroeste con el respectivo racionamiento, para lo cual se cuenta con un grupo electrógeno de emergencia en la captación del puente viejo y sólo tiene capacidad para hacer funcionar los motores de la planta y no para alumbrado de emergencia.

En sí el alumbrado existente no es suficiente para permitir una vigilancia nocturna necesaria para proteger estas instalaciones.

8.4.1. Análisis de la Situación Actual

Por lo anteriormente expuesto la Planta de Tratamiento carece de seguridad, en cuanto a su sistema de protección física y a la falta de personal de vigilancia tanto diurna como nocturna, falta de casetas de vigilancia ubicadas en alto para poder observar a distancia y ubicadas estratégicamente.

8.4.2. Control e Identificación de Personal y Vehículos

En la puerta principal existe cierto control en el ingreso de vehículos y de personas, pero es muy deficiente, pues existe sólo un guardián para efectuar este trabajo. En la puerta de acceso hacia los talleres no existe ningún control de ingreso de personas ajenas a la planta.

8.4.3. Sistema de Alarma

No existe ningún sistema de alarma para proteger la planta, pudiendo hacerse el ingreso por cualquier otro punto que no sea la puerta principal, sin que nadie se percate de ello. Como se puede ver en la Fotografía N°58 que a un costado de los sedimentadores y floculadores el acceso es sumamente fácil.

8.4.4. Medidas Contra Incendios

No se han tomado las medidas necesarias para el caso de ocurrir un incendio, provocado por un corto circuito, o debido a explosión de algún depósito con gasolina, además existe un peligro latente dentro de la planta debido a la falta de protección existente en la estación eléctrica que se encuentra sobre la sala de distribución de la planta antigua y frente a los talleres de ésta..

Las lluvias pueden provocar un corto circuito de grandes dimensiones, para el cual no se está preparado; faltan extinguidores, no existe un plan contra incendios ni se ha preparado al personal para la ocurrencia de un siniestro. Ver Fotografía N° 59.

CAPITULO IX

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

CAPITULO

9

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

De todo el estudio realizado durante los ocho capítulos anteriores se han obtenido las siguientes conclusiones, las que son descritas en forma concreta.

9.1.1. Conclusiones de la Vulnerabilidad de la Empresa.

9.1.1.1 Desempeño Global de la Empresa

1. Fuentes de abastecimiento de agua con capacidad suficiente.
2. Cobertura de los costos de operación, con los ingresos de la cobranza.
3. Predisposición al cambio y potencialidad de desarrollo del personal, ubicado en los niveles jerárquicos más elevados de la organización.
4. Porcentajes mínimos de crecimiento anual de la captación de agua, que no compensan las demandas de servicio de la población y las pérdidas de agua por defectos de la macro y micro medición.
5. Preocupación de la Alta Dirección de EMAPATUMBES en la realización de proyectos y ejecución de obras, que conllevan a incrementar la cobertura de agua
6. Déficit agudo de los servicios de alcantarillado, que se refleja en 1993 en la existencia de solamente 6,673 conexiones domiciliarias, altamente concentradas en el distrito de Tumbes, y en la cobertura de tan sólo el 21%, promedio de la población en el período de los últimos 5 años.
7. Intensidad en la discontinuidad de horas diarias, promedio de servicio de agua potable en varias localidades de la jurisdicción de Tumbes, lo cual genera pérdida de imagen de eficiencia empresarial, y elevado malestar social por las limitaciones de abastecimiento de agua, para el servicio doméstico y la realización de actividades económicas.

8. Falta de preparación y ejecución, de programas de mantenimiento preventivo de los equipos, y no existencia de un inventario mínimo de repuestos de emergencia.
9. Elevado porcentaje (12% en 1993) de resultados bacteriológicos positivos al año, se alejan de los estándares internacionales y constituyen un indicador de la baja calidad del agua, del riesgo de contaminación que afronta la población y la generación del desprestigio de la Empresa.
10. Contaminación a lo largo de las redes de distribución.
11. Elevado porcentaje de pérdida anual de volumen producido de agua (43.34% en 1993), con tendencia anual ascendente desde 1991. Este hecho asociado a la baja calidad del agua y la discontinuidad del servicio, han generado un fuerte impacto social negativo, que está repercutiendo en el flujo mensual de ingresos, y en la economía de la empresa.
12. Debilidad en el sistema de macro medición.
13. Mínimo nivel del 13% de micro medición.
14. Clandestinaje de las conexiones y fugas de las conexiones domiciliarias sin medidor.
15. Falta de un sistema de organización, que incluya políticas y procedimientos de control de desperdicios de agua, y generación de programas intensivos de educación de la población, para el uso del agua.
16. Aguda debilidad en el sistema de micro medición, que se refleja en los 3,593 medidores instalados en un total de 19,288 conexiones (19%) y se acentúa con la existencia a 1993 de solamente 946 medidores operativos que significan el 26% de los medidores instalados.

9.1.1.2. Conclusiones de las Finanzas

1. La Empresa dispone de una línea de crédito con FONAVI, para financiar obras de mejoramiento y construcción de infraestructura sanitaria, lo que le va a permitir captar nuevos usuarios y ampliar su cobertura de servicios.
2. Existen problemas de liquidez, debido al incremento de la morosidad de la cartera de cuentas por cobrar comerciales.
3. Los estados financieros adolecen de serias distorsiones, en lo que se refiere a las cuentas del Activo Fijo, depreciaciones, deudas a corto y largo plazo y por consiguiente al patrimonio.
4. Los ajustes por inflación no son confiables, y demuestran serias inconsistencias en los resultados.
5. Existen obras ejecutadas, liquidadas y concluidas que no han sido incorporadas al activo fijo, disminuyendo su situación patrimonial y afectando sus resultados, por la alícuota de la depreciación correspondiente.

6. La falta de liquidez de la Empresa, ha originado que estén pendiente de pago las compensaciones por tiempo de servicios, lo que trae como consecuencia que la Empresa tenga que pagar intereses, por los beneficios sociales no depositados al banco.
7. Ausencia de un sistema de control de gestión.

9.1.1.3. Conclusiones del sistema Operacional

1. El río Tumbes es una fuente superficial suficiente y adecuada para el tratamiento del agua.
2. Existencia de terrenos con área suficiente para el tratamiento del desagüe, mediante lagunas de estabilización, y el rehuso agrícola del efluente tratado.
3. El personal técnico cuenta con suficiente capacidad técnica, para solucionar la diversidad de emergencias que se presentan.
4. Existe infraestructura para la adecuada producción, almacenamiento y distribución del agua potable y alcantarillado de la población de Tumbes.
5. Preocupación de la Alta Dirección de EMAPATUMBES en la realización de Proyectos y ejecución de obras, que conlleven a incrementar la cobertura de Agua Potable y Alcantarillado de la población de Tumbes.
6. La captación de agua cruda del río Tumbes es provisional, debido a la inestabilidad del cauce del río.
7. La captación de las galerías filtrantes, para las localidades de Pampas de Hospital, San Jacinto y San Juan de la Virgen, están en terrenos inundables.
8. La ausencia de equipos de cloración en las estaciones de bombeo, en las localidades rurales.
9. El 100% de las localidades que presta servicio EMAPATUMBES, tiene un servicio racionado de agua potable.
10. No existe macro ni micro medición, lo que origina fugas del orden de 38.97%.
11. Existencia de tuberías antiguas de agua potable de fierro fundido en malas condiciones, así como las conexiones domiciliarias de plomo.
12. Existencia de tuberías antiguas de alcantarillado de concreto simple y sus conexiones domiciliarias, los cuales han superado su periodo útil de vida.
13. Los equipos de bombeo de agua potable y desagües se encuentran, muchos de ellos sobredimensionados.
14. Corte frecuente de energía eléctrica por parte de ELECTRONOROESTE.
15. Las lagunas de estabilización existentes, por no tener un adecuado mantenimiento, están trabajando en forma inadecuada.

16. Ausencia casi total de movilidad y de equipos en las otras once localidades, a excepción de Tumbes, los cuales también carecen de un adecuado stock de materiales.
17. La potabilización del agua captada del río Tumbes se efectúa en dos sectores de la Planta de tratamiento: la Planta Antigua conformada por dos unidades, cuya vida útil está agotada y presenta deficiencias en el tratamiento de agua, en especial en sedimentación y filtración. La Planta Nueva, conformada por dos unidades con antigüedad de 2 años, presenta flexibilidad, eficiencia y rendimientos aceptables en todas las etapas del tratamiento.
18. Para las Plantas de Tratamiento, se requiere de un mantenimiento energético, debiendo ponerse en funcionamiento las galerías de control.
19. La captación de pozos, siendo la más estable merece un estudio de aguas subterráneas.
20. Los pozos profundos están implementados con sistemas de bombeo, cuya vida útil en promedio es de 2 años, en situación análoga se encuentran los bombeos de las galerías filtrantes.
21. La fuente de galerías es estable, presentando el líquido características, que originan agua dura y están ubicados en terrenos inundables
22. La captación en galerías filtrantes, no está lo suficientemente protegida y al inundarse, originan agua cruda en los sistemas que abastecen.

9.1.1.4. Conclusiones de la operación de los Sistemas

1. La captación tiene un grupo electrógeno de 440 Kw, insuficiente para realizar la captación y rebombeo de agua que debe ejecutarse en la planta, cuando se corta la energía eléctrica.
2. La Planta de tratamiento tiene una operación normal y su funcionamiento está determinado en función de la calidad del agua que se capta.
3. La planta Nueva trabaja eficientemente, tanto en rendimiento como en calidad.
4. La línea de impulsión de 16" de la planta Nueva es insuficiente.
5. La red antigua de F⁹F⁹ y sus respectivas conexiones domiciliarias, se encuentran en malas condiciones de conservación.
6. No existe ni macro ni micro medición.
7. Las instalaciones de la Planta Antigua, requieren ser rehabilitadas inmediatamente, mediante la ejecución de obras civiles y optimización de filtros y equipos, para elevar la operatividad de la planta.
8. Las estaciones de bombeo, carecen de un efectivo control de personal, lo que facilita el abandono de los equipos cuando están trabajando, de parte de algunos trabajadores, encargándoselos en algunos casos a sus familiares.

9. Los cortes de energía eléctrica, dificultan la operación y el consiguiente abastecimiento, hecho que se ha agravado porque muchas veces los grupos electrógenos carecen de petróleo por falta de recursos, su elevado costo, falta de programación o entrega oportuna.
10. No se cuenta con planos de replanteo de agua y alcantarillado, lo que dificulta la operación del sistema, ocasionando muchas veces que por la rotura de una tubería, se tenga que cortar el abastecimiento de toda la población por el desconocimiento en muchos casos, de la ubicación de las válvulas.
11. Por falta de macro medición se carece de los controles pertinentes, y en las estaciones de bombeo el trabajo se limita a prender y apagar los equipos de bombeo, en función de la energía eléctrica.
12. Respecto a la calidad del agua, el programa de inspecciones de calidad del agua anual, se ve limitado en su cumplimiento, debido al incumplimiento de la movilidad asignada en los turnos previstos.

9.1.1.5. Conclusiones del Mantenimiento de los sistemas.

1. No se realiza ninguna labor de mantenimiento preventivo, se trabaja solo en función de la emergencia, lo que repercute en el deterioro acelerado de los equipos, además el personal ocupará mayor tiempo para reparar las emergencias.
2. Cruce de funciones entre las cuadrillas de mantenimiento mecánico y eléctrico, por no contar cada una con movilidad propia.
3. El estado en que se encuentran las estaciones de bombeo, motores y equipos, es regular, tableros de control desgastados, válvulas importantes que no operan.
4. Se carece de ordenes de trabajo, lo que impide contar con un reporte y un historial de las reparaciones realizadas en los equipos.
5. No hay registros de operación en las estaciones de bombeo.
6. No existen programas, ni recursos económicos suficientes, para realizar un mantenimiento preventivo.
7. En lo que respecta a estudios y obras, actualmente se encuentran abocados con el mejoramiento de la distribución y la supervisión de las obras FONAVI, sólo se cuenta con un Ingeniero para estas labores y no se cuenta con el equipamiento y personal necesario.
8. En el departamento de Tumbes, la totalidad de las lagunas de tratamiento biológico, no cuentan con un mantenimiento adecuado, no tienen el sistema de control químico bacteriológico.
9. La red de alcantarillado antigua, se encuentra en malas condiciones de conservación y funcionamiento, al haber superado su período útil de vida.

10. Las estaciones de bombeo de desagüe están trabajando al límite de su capacidad; el estado de todas las bombas de las estaciones, se encuentran en estado regular. Por falta de mantenimiento la vida útil de estos equipos se ha estimado en 3 años.
11. Se aprecia la contaminación en el sistema de alcantarillado, debido al represamiento de las aguas servidas, en la red y sistemas de impulsión.
12. Los sistemas de Agua potable y Alcantarillado de las localidades de Tumbes, presentan el peligro potencial de contaminación, debido a que la red de desagüe se encuentra represada y en ocasiones la red de agua potable se encuentra vacía, motivo por el cual existe el peligro de la existencia de una conexión cruzada.
13. El sistema de abastecimiento de las localidades de La Cruz y Zorritos dependientes de la Planta de tratamiento, sufren de desabastecimiento debido al déficit de producción en la Planta Antigua de Tumbes.
14. En la ciudad de Tumbes es visible el deterioro de las Plantas de Tratamiento y estaciones de bombeo.
15. La línea de impulsión Tumbes-Corrales es capaz de trasladar el caudal necesario para regular su abastecimiento.

9.1.1.6. Conclusiones de los Recursos Humanos

1. El personal permanente es relativamente estable e internamente no se producen muchas rotaciones; es relativamente joven, se producen pocas ausencias y hay bajo índice de accidentes.
2. Existe actitud y disposición de los trabajadores para el aprendizaje y la capacitación.
3. Se carece de políticas claras y definidas para el sistema de Recursos Humanos, lo cual genera una actitud de apatía y descontrol en el personal.
4. La unidad operativa de Personal, está totalmente limitada en cuanto a sus funciones, no maneja el sistema debido a que no cuenta con los recursos necesarios, tanto humanos como materiales.
5. Los sueldos son bajos en comparación con los existentes en el mercado similar de trabajo de la localidad.
6. Se carece de planes de capacitación para reforzar y preparar a los trabajadores en habilidades y conocimientos que la Empresa requiere a su desarrollo, los que eventualmente se dan, son por iniciativas externas.

9.1.1.7. Conclusiones de Comercial y Educación Sanitaria

1. Proceso propio de facturación.
2. Autonomía en la aplicación de tarifas.

3. Incremento en la cobertura de los servicios.
4. Recursos hídricos razonables.
5. Falta de registro catastral que genera problemas de clandestinaje.
6. Ineficiente micro y macro medición.
7. Baja eficiencia en la cobranza, y un alto índice de morosidad por falta de control.
8. Política impide una buena administración.
9. No hay políticas de comercialización.
10. Clasificación de los usuarios a criterio del inspector.
11. No existe taller de medidores.
12. Desconocimiento de parte del usuario de las principales obligaciones que tiene para la Empresa y viceversa.
13. No existe un área de comercialización de los servicios.
14. Las tarifas vigentes están calculadas por debajo del costo real.

9.1.1.8. Conclusiones de Informática

1. La empresa cuenta con una red local de micro-computadoras, habiéndose efectuado el cableado para la interconexión.
2. Carencia de software originales.
3. Falta de documentación de los programas y sub-sistemas; de los aplicativos, manuales, diagramas de flujo e instructivos para el usuario final.
4. Falta de un Plan Maestro de Informática.
5. Falta de un software de base de datos, del tipo cliente-servidor para agilizar la puesta en marcha de nuevos sistemas y que se disponga de un indagador en línea (query) que permita a los usuarios hacer consultas directamente.
6. No existen programas ni plan de capacitación para el personal de computación, ni para los usuarios de las microcomputadoras de la institución, debido a la insuficiencia de recursos económicos.

9.1.1.9. Conclusiones de Planificación

Existe el sistema de Planificación, pero no está implementado para que su funcionamiento sirva como mecanismo de orientación a toda la empresa.

9.1.1.10. Conclusiones del sistema de Logística.

1. No se cuenta con los materiales y herramientas necesarias, para reparar oportunamente.

2. Las compras no se efectúan en base a las prioridades en la gerencia operacional.
Falta priorizar necesidades.
3. Falta un sistema de comunicación interna.
4. Falta apoyo logístico para la ejecución y cumplimiento de las funciones encomendadas (Aguas Verdes).
5. Falta de apoyo logístico, para una oportuna facturación.

9.1.1.11. Conclusiones del Catastro.

1. No hay catastro, se carece de un inventario de obras que permitan contar con un replanteo de conexiones, se trabaja con el padrón de usuarios.
2. No existen programas ni actividades específicas para incorporar a los usuarios clandestinos, las acciones de la Sub-gerencia de catastro se circunscriben a la ciudad de Tumbes.
3. No existe dependencia directa, ni coordinación con las Administraciones Zonales, estas se limitan a enviar información con retraso.

9.1.1.12. Conclusiones del Sistema de Facturación

1. Demora en la emisión de la facturación en la etapa de mecanización.
2. Prioridad inadecuada en la entrada y procesamiento de la información.
3. Desconocimiento de parte del personal de facturación, del manejo del proceso mecanizado, debido a que hasta la fecha sigue dependiendo directamente de informática.
4. Carecen de programas adecuados que les permita hacer un mejor uso de la computadora asignada al sistema de redes.

9.1.1.13. Conclusiones del Sistema de Cobranza.

1. Recaudación pasiva del pago de recibos de los usuarios.
2. Ingresos recaudados se emiten con retardo, repercutiendo en el flujo de caja y en las decisiones financieras y logísticas que se toman.
3. El listado de los usuarios morosos, se elabora manualmente y no se cuenta con un estado de cuentas corriente de usuarios.
4. Se limitan a mecanizar la información previamente procesada a mano.

9.1.2. Conclusiones de la Vulnerabilidad de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado.

1. La captación del río Tumbes, para la Planta de Tratamiento, puede quedar aislada por una creciente extraordinaria del río.
2. El terreno en que se ha instalado la tubería de impulsión Tumbes-Corrales contiene agua en el subsuelo, por lo que hay movimiento en la tubería produciendo asentamientos y ocasionándose roturas en los anillos; además de que su antigüedad es la misma que la Planta Convencional (aproximadamente 40 años).
3. Tramos de la tubería de impulsión de La Cruz a Zorritos se encuentra dañado en la zona de llegada y zona cercana a Zorritos debido a una falla geológica; además que su tubería matriz no recibe alimentación suficiente debido a los estrangulamientos con que se ha construido .
4. Las lagunas de estabilización de Lishner Tudela y de Zorritos, pueden quedar afectadas por aguas pluviales provenientes de las quebradas Luay y Tusillal, respectivamente.
5. Las redes de alcantarillado antiguas, son de unión rígida, las cuales tienen un comportamiento inadecuado frente a un fenómeno telúrico.
6. No existe programa elaborado de emergencia, frente a sismos e inundaciones, los cuales se presentan en cualquier momento.
7. El sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Tumbes, en la situación actual presenta el peligro potencial de contaminación, debido a que la red de desagüe, se encuentra represada especialmente durante la época de lluvias; en muchas oportunidades, especialmente en las noches la red de agua potable se encuentra vacía, motivo por el cual existe el peligro de ocurrir una conexión cruzada.
8. El sistema de alcantarillado, presenta una alta vulnerabilidad debido a la antigüedad de sus redes y a que la estación de bombeo principal se encuentra ubicada en una zona de alto riesgo sísmico e inundación.
9. La red de agua dentro de la ciudad antigua que muestran un alto riesgo, por erosión de las lluvias es el nudo al pié de la Quebrada "El Nieto", la línea troncal que pasa por la avenida El Ejército (calle completamente erosionable cerca al reservorio) y el ramal que pasa por la calle Tumpis (esta quebrada es la más destructiva dentro de la ciudad).
10. Los sistemas de agua potable y alcantarillado son vulnerables a la falta de energía eléctrica.
11. Las inundaciones aportan grandes caudales al sistema de desagües, provocando la sobrecarga de la cámara de bombeo de desagües N°1 que tiene que trabajar más, incrementándose el gasto de energía; además que estas aguas pluviales arrastran grandes cantidades de sólidos motivando desperfectos de las electrobombas.

9.2. RECOMENDACIONES

9.2.1. Recomendaciones al Desempeño Global de la Empresa.

1. Proponer al área de Operaciones la elaboración de un sub-proyecto de mejoramiento de los servicios de alcantarillado.
2. Proponer un Sub-proyecto para la creación de un sistema de control de pérdidas de agua.
3. Proponer el mejoramiento del proceso de desinfección, para mejorar la calidad del agua.
4. Proponer al área Comercial la preparación de un Sub-proyecto de mejora de la micro medición.
5. Proponer al área Comercial la preparación de un Sub-proyecto para la mejora del proceso de la cobranza.
6. Preparar un Sub-proyecto de Administración y Desarrollo de personal para elevar la calidad humana de los trabajadores y con ello lograr el mejoramiento permanente de las operaciones y la calidad de los servicios.

9.2.2. Recomendaciones a la Estructura Orgánica y Funcional.

1. Adecuar o reestructurar la actual estructura de organización, cuyo agrupamiento, dimensión y escalonamiento jerárquico de sus órganos permitan la agilidad en los flujos de operaciones, de control, de decisiones, de información y la adaptación de la organización a los cambios del entorno.
2. Esta adecuación será la culminación del diseño e implementación de los sistemas de gestión, que se desarrollen paralelamente para la Empresa, con el reforzamiento de un programa adecuado de capacitación en estas materias y en gestión. Con todo ello, se volverá a fijar la Filosofía de EMAPATUMBES /Propósitos-Misión-Objetivos) que dará la orientación a seguir en la nueva estructura de la organización.
3. Estos sistemas de gestión y de operación, que en su gran mayoría ya están funcionando en la Empresa, requieren de un rediseño y/o implementación, para las necesidades de la Institución y no trasplantes de sistemas de los órganos normativos, como de dan en la actualidad, que son inoperativos.

9.2.3. Recomendaciones de las Finanzas.

1. Revisión y reestructuración de la política Comercial de la Empresa, a efectos de incrementar la eficiencia de las cobranzas.
2. Las tarifas deben ser fijadas, con criterios técnicos y sin apreciaciones políticas y proteccionistas, que permitan implantar tarifas acordes con las necesidades operativas de inversión de la Empresa.
3. Reordenamiento de los Estados Financieros de la Empresa a efectos de mostrar adecuadamente los ajustes por inflación, dándole confiabilidad a la información financiera.
4. Diseño de un sistema de contabilidad integral y comercial, así como de un sistema de contabilidad de costos, con centros de responsabilidad descentralizada.
5. Realizar un inventario técnico, económico y administrativo, que permita tasar los activos de la Empresa, para registrar los valores reales de los bienes y disponer de un programa de mantenimiento preventivo, así como también se pueda contar con la información para la formulación de tarifas.
6. Efectuar un programa de regularización de expedientes técnicos y expedientes de obras para su incorporación a los activos fijos de la Empresa.
7. Diseño de un programa de capacitación en el área financiera contable y presupuestal, a nivel de todas las administraciones de la Empresa.

9.2.4. Recomendaciones del Sistema Operacional.

1. Implementar la macro medición, a fin de contar en forma real con el caudal de producción y lograr una reducción de agua contabilizada.
2. Ejecutar un programa de control de fugas, para reducir en forma paulatina el 39% de fuga existente en el sistema y así incrementar inicialmente el horario de abastecimiento de la población y posteriormente ampliar su cobertura de servicio, con el mismo caudal de producción.
3. Iniciar el Catastro de Instalaciones a fin de lograr la optimización de los sistemas.
4. Ejecutar el mejoramiento y/o renovación de equipos de bombeo de agua y desagüe, así como la renovación de accesorios hidráulicos.
5. Instalación y/o mejoramiento de los sistemas de cloración, en los equipos de bombeo de agua potable.
6. Optimización de la Planta Antigua de Tumbes.
7. Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo, en estaciones de bombeo de agua y desagüe, redes de agua potable y desagüe, y lagunas de estabilización.
8. Rehabilitación de las tuberías antiguas de agua potable (1,500 metros) y desagüe (2,000 metros) y conexiones domiciliarias de la localidad de Tumbes.

9. Ejecutar el estudio para la disminución de costos, por el uso de la energía eléctrica.
10. Ejecutar el diseño de la protección de la captación de la Planta de Tratamiento.
11. Se debe coordinar con ELECTRONOROESTE para dotar de energía eléctrica en forma permanente a los equipos de bombeo de agua potable, de la Planta de Tratamiento y a las estaciones de desagüe de Tumbes.
12. Asegurar la captación de agua cruda.
13. Construir una captación adicional, que permita tomar mayor cantidad de agua con su propia línea de conducción a la planta.
14. Se recomienda el estudio del funcionamiento del edificio de explotación de la Planta de Tratamiento y la adecuación de su edificio a las necesidades actuales.
15. EMAPATUMBES está ejecutando la nueva línea de impulsión de 16", con lo cual se reforzará la conducción de agua potable al reservorio.
16. Los accesorios, como válvulas de compuerta y grifos requieren de un mantenimiento urgente.
17. Es necesario un relevamiento detallado y catastro correspondiente de todas las redes.
18. Es urgente el cambio de 1,500 metros de tubería de Fº Fº y 360 conexiones domiciliarias de plomo.
19. En la red de alcantarillado debido a la poca pendiente(en especial en la ciudad de Tumbes), y al recargo con que trabajan en caso de lluvias, es necesario el cambio de partes de redes de desagüe en una longitud de 2,000 metros con tubería de 8" de C.S.N. y 480 conexiones domiciliarias de desagüe.
20. Ejecutar un programa de mantenimiento preventivo de válvulas y grifos contra incendios.
21. Organizar el sistema de control y mantenimiento de estaciones de bombeo; desarrollando un mantenimiento adecuado y control histórico de sus rendimientos, horarios diarios y acumulados por año.
22. Se recomienda efectuar un estudio del sistema de medición de energía y en caso proceda, implementarlo.
23. Se debe de implementar un programa de mantenimiento preventivo, con la limpieza de la red de alcantarillado en toda su longitud, durante los meses de Octubre y Noviembre , antes de que se inicien los meses de lluvias.
24. Las líneas de conducción, en general, de impulsión deben recibir un mantenimiento especial, pues se ha detectado el poco control del esfuerzo a que están sometidas por golpe de ariete. A la fecha se encuentran en estado aceptable y las de Tumbes-Corrales, Tumbes-La Cruz-Zorritos, presentan deterioro y la solución está dada por EMAPATUMBES al construirse una Planta de tratamiento en la localidad de Los Cedros, ubicada entre las localidades de Corrales y La Cruz, que en su línea de conducción (impulsión) a Zorritos, dará solución a la dificultad anotada.

25. En la línea de impulsión de Zorritos es recomendable el cambio, de aproximadamente 300 metros de tubería de $\varnothing$ 6" y debe empalmarse, la salida de los reservorios con la tubería de $\varnothing$ 6" retirando los estrangulamientos.
26. Implementar el registro estadístico documentado, de mantenimiento correctivo, para posteriormente implementarlo en el mantenimiento preventivo.
27. Realizar control de fugas y clandestinaje, adquiriendo para ello equipos pitométricos, caudalímetros, vehículos; realizar un catastro y reempadronamiento en Tumbes, Zarumilla y Contralmirante Villar.
28. Reparación de redes de agua potable en Tumbes, Contralmirante Villar y Zarumilla.
29. Cambio de diámetros de tuberías de agua potable existentes en Tumbes, Contralmirante Villar y Zarumilla.
30. Re distribución del flujo hidráulico; instalación de válvulas.
31. Rehabilitar o cambio de conexiones domiciliarias de agua potable y alcantarillado.
32. Es necesario tomar precauciones contra el golpe de ariete en las estaciones de bombeo.
33. Debe controlarse los sistemas de bombeo con los registros y partes diarios y mensuales correspondientes.
34. Es necesario rehabilitar las dos plantas (Convencional y Pulsator) en su totalidad, obras civiles y sanitarias; hay partes dañadas en : control de caudal de ingresos, floculador de la planta Convencional, sistema de pulsación y purga de lodos, control de filtración en las dos plantas, y caseta de bombeo del sistema Corrales, La Cruz-Zorritos.
35. Debe regularse el abastecimiento de las zonas altas y bajas de Tumbes y La Cruz.
36. Debe regularse la línea de impulsión Tumbes-La Cruz, sin privar de abastecimiento a las localidades y/o establecimientos en su trayecto.
37. Hacer mantenimiento en las lagunas de estabilización.
38. Es conveniente que se realice el estudio del reservorio apoyado de Tumbes de 2,500 m³

9.2.5. Recomendaciones de los Recursos Humanos.

1. Definir las políticas de Recursos Humanos, que permitan un adecuado manejo de su sistema.
2. Diseñar e implementar el sistema de Recursos Humanos.
3. Diseñar e implementar un plan integral y programas de capacitación y programas a corto plazo, según lo plantean los diagnósticos de las áreas analizadas, acorde con las reales necesidades y capacidades.

9.2.6. Recomendaciones a Comercial y Educación Sanitaria.

1. Crear una estructura organizacional del área Comercial, que le permita cumplir sus objetivos y alcanzar sus metas, garantizando el funcionamiento correcto de todas las partes que la conforman.
2. Actualizar el registro catastral, realizando inicialmente un reempadronamiento de todos y cada uno de los predios, con frente a redes de agua y alcantarillado que tengan o no conexiones domiciliarias, utilizando fichas que contengan datos necesarios para la comercialización del servicio, posteriormente cuando la Empresa cuente con recursos suficientes, se podrá llevar a cabo un catastro con la información más completa.
3. Como resultado del reempadronamiento, se obtendrá la relación de posibles usuarios clandestinos, a los que se le deberá notificar de inmediato, para que dentro de un plazo determinado regularicen sus conexiones, la Empresa como estímulo podrá exonerar de pago de la multa que le corresponde a aquellos que cumplan con el plazo fijado y sancionar a aquellos que incumplan al llamado.
4. Aumentar la cobertura de medición de los servicios, hasta llegar a un 75% de micro medición en el año 1996, paralelamente implementar un taller de medidores, con capacidad de atención aproximada de 19,500 medidores y contar con stock de repuestos para el 20% de medidores.
5. Re-definir la estructura tarifaria vigente, distribuyendo el ingreso en forma justa y equitativa.
6. Efectuar la depuración de los saldos de recibos atrasados por pensiones de agua potable y alcantarillado, y definir políticas y procedimientos a seguir para su cobranza, con miras a la recuperación del 85% con respecto del total de la facturación.
7. Actualizar información en el archivo maestro de informática, sobre conexiones con medidores operativos, medidores leídos, número de serie del medidor, marcas, etc., coordinando con la Sub-Gerencia de Catastro.
8. Mejorar el sistema de facturación y cobranza de manera de integrar todos los procesos, haciendo que cada ciclo, conformado por la determinación de consumos, facturación y recaudación tenga una fecha de riguroso cumplimiento, para la iniciación y la culminación, asegurando de esta manera los ingresos que requiere la Empresa.

9.2.7. Recomendaciones de Informática.

1. La Alta Dirección deberá fijar una sesión de objetivos de la Empresa, teniendo en cuenta la definición del rol empresarial de EMAPATUMBES, de dicha reunión se fijará la priorización de tareas que deben ser automatizadas, mediante el uso de procesamiento automático de datos.
2. Elaborar un Plan Maestro de Informática, teniendo en cuenta la fijación de objetivos de la alta dirección.
3. Mejorar el programa de cobranzas, entre otras, se presenta la sugerencia del concepto de "dígito de chequeo", se sugiere que sea "modulo 9", en el cual se agregará a los códigos de clientes, facturas.
4. La oficina de informática deberá establecer estándares.
5. La Oficina de Informática deberá ser el ente coordinador, de todas las actividades de informática de la Empresa.
6. Deberá tener todas las medidas de seguridad que sean necesarias, para salvaguardar la información necesaria de la institución.
7. Deberá aumentarse la capacidad de almacenamiento en disco duro en las máquinas de las dependencias que generan información.
8. También se recomienda la adquisición de una unidad de tape back up
9. Deberá hacerse los estudios correspondientes para mejorarse la actual red local(LAN) bajo la topología estrella, mediante el uso de un "hub" o concentrador.
10. Deberá tenerse una bitácora de códigos, santo y señas de seguridad con el objeto de no detener la operación de los sub-sistemas de operación.

9.2.8. Recomendaciones al Sistema de Planificación.

1. Implementar el sistema de planeamiento, en su concepción globalizante, es decir que se convierta en un instrumento de previsión, de control y guíe el desarrollo de la Empresa.
2. En el corto plazo preparar un Sub-proyecto para la formulación de un Plan Estratégico que permita el desarrollo integral de la Empresa, incorporando la ejecución de los Sub-proyectos resultantes del proceso de Diagnóstico y Planeamiento de SANIPLAN AMSA.

9.2.9. Recomendaciones al sistema de Drenaje Pluvial.

1. Se debe diseñar y ejecutar para el desagüe pluvial, un sistema independiente, ya que en la actualidad existen sumideros en diferentes calles de la ciudad de Tumbes, los cuales recolectan el agua proveniente de las lluvias y la introducen al sistema de alcantarillado con el consiguiente represamiento de los colectores.
2. Hacer un estudio de evacuación de las aguas pluviales.
3. Realizar una de las propuestas de drenaje en la calle Los Tumpis, forestando el vaso colector de la cuenca "El Tumpis" y construir una estructura análoga al Canal Vía; pero con las paredes laterales de altura variable. Esto amortiguará además la erosión de las viviendas.
4. Realizar el proyecto de Drenaje pluvial del Barrio San José.
5. Realizar un programa de rehabilitación de los sistemas de drenaje pluvial, existentes en la ciudad.

9.2.10. Recomendaciones de la Vulnerabilidad de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado.

1. Se recomienda efectuar el diseño y la obra civil de la protección de la Captación de la Planta de Tratamiento de agua potable, con el fin de disminuir al mínimo la vulnerabilidad existente.
2. Se recomienda que EMAPATUMBES nombre una comisión que se encargue de la elaboración de planes de emergencia, para estar prevenidos en caso de la ocurrencia de fenómenos naturales, como sismos, inundaciones, etc.
3. La construcción de la presa de regulación de caudales en Cazaderos, del proyecto Binacional Puyango Tumbes, el cual solucionaría el problema de las inundaciones a nivel de todo el Departamento, además de facilitar el mejoramiento de los servicios vitales de la ciudad.
4. Regulando las descargas del río Tumbes, se reducirán los efectos terribles de las inundaciones.
5. La construcción de presas de embalse asegurarán la dotación permanente de agua para la agricultura y para consumo humano, así mismo brinda la posibilidad de terminar con la falta de energía eléctrica al construirse una central eléctrica.

9.3 Fortalezas de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado EMAPATUMBES.

1. Implementación y ejecución de obras de saneamiento.
6. 2. El abastecimiento del agua, con el mejoramiento de la Planta de Tratamiento.

3. Mejoramiento en la infraestructura de la Planta de Tratamiento.
4. Ejecución de obras con préstamo del FONAVI, que permite ampliar la Planta de Tratamiento y descentralizar los servicios de Nuevo Tumbes y Puerto Pizarro.
5. Mejoramiento, en cuanto a mayor número de horas de atención del servicio y mayor cobertura.
6. Mejoramiento en cantidad de agua producida y distribuida a la población.
7. Existe autonomía financiera y administrativa.
8. Se está logrando mucho apoyo de los organismos del gobierno Central (FONAVI).
9. Bastante optimismo en la búsqueda de la solución de los problemas.
10. Autonomía en la aplicación de tarifas aprobadas por la Junta Empresarial.
11. Deseo de superación.
12. Mayor autonomía en el sistema Comercial.
13. La ejecución de la Planta de Tratamiento de Los Cedros.
14. Ejecución del sistema de alcantarillado del Barrio San José.
15. Inicio del equipamiento del sistema de cómputo.
16. Descentralización del servicio.
17. Centro de procesamiento de facturación propia.

CAPITULO X

BIBLIOGRAFIA

CAPITULO

10

10. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Tumbes 1985-2000 Tomo I Plan de Reconstrucción y Desarrollo, 1985.
- 2.- Sub-Región Tumbes, Plan de Desarrollo Socio Económico Sub regional de Tumbes a corto plazo - 1992, Octubre de 1991.
- 3.- Memoria Descriptiva del Proyecto Integral de Alcantarillado de Tumbes Nov. 1975.
- 4.- Memoria descriptiva del Proyecto de Rehabilitación de Estaciones de Bombeo de Aguas Servidas y Pluviales de Tumbes, Mayo 1992.
- 5.- Escuela de Salud Pública del Perú, Informe Final del Seminario sobre Ingeniería Sanitaria en Situaciones de Desastre, 1974.
- 6.- OPS, OMS; Diagnóstico y Programa de Fortalecimiento Global de SEDATUMBES, Noviembre 1988.
- 7.- INE (Región Grau); Plan de Acción por la Infancia a Mediano Plazo 1992-1995, Documento Primera Versión, Piura; Mayo 1992.
- 8.- CORTUMBES; Irrigación Margen Derecha del río Tumbes y Tablazo, Tumbes, Zarumilla, Plan Tumbes, Tumbes, Agosto 1988.
- 9.- Defensa Civil Tumbes; Diagnóstico de la Sub-Región Tumbes, Tumbes, 1992.
- 10.- INEI, ODEI; Informe Estadístico Tercer Trimestre, Tumbes, Octubre de 1991.
- 11.- Kutchins, Kay; El Planeamiento Anticipado para Hacer Frente a Emergencias, Traducción Cepis, Febrero 1980.
- 12.- La ingeniería Ambiental y el Desarrollo; Lima Perú, 20-25 Nov. 1989.
- 13.- APIS; Ingeniería Sanitaria y Ambiental (Los Desastres en la Planificación para el Desarrollo y la Formulación de Proyectos, Lima, Mayo 1992.
- 14.- CISMID; Memorias sobre Seminario Internacional de Micro Zonificación y de Seguridad de Sistemas de Servicios Públicos Vitales, Lima, 22 agosto 07 setiembre 1990. Tomo I

- 15.- CISMID; Memorias 4º Simposio Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres, Lima, 29-31 Mayo 1990.
- 16.- Cortázar, Pedro Felipe; Documental del Perú Enciclopedia Nacional Básica Tumbes, Diciembre de 1986. Tomo XXV.
- 17.- Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL); Plan de Emergencia para Situaciones de Desastre, Lima Perú, Julio 1990.
- 18.- Tapia Canales, César; Micro Zonificación de la Ciudad de Tumbes y Lineamientos para su Desarrollo Urbano para la Mitigación de Desastres, Lima 1990.
- 19.- CISMID; 6º Simposio Nacional de Prevención de desastres, Junio 1992.
- 20.- Cánepa de Vargas, Lidia; Un Plan para la Recuperación de Plantas de Tratamiento de Agua, Programa Regional HPE/OPS/CEPIS de Mejoramiento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Agosto de 1992.
- 21.- Informe Estadístico, Censos Nacionales , INEI, Julio 1993
- 22.-Medio de Construcción, Informe Especial Proyecto Binacional Puyango Tumbes, Abril a Mayo 1992.
- 23.- Manual de Preparación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado para Afrontar Situaciones de Emergencia, OPS-OMS-CEPIS,