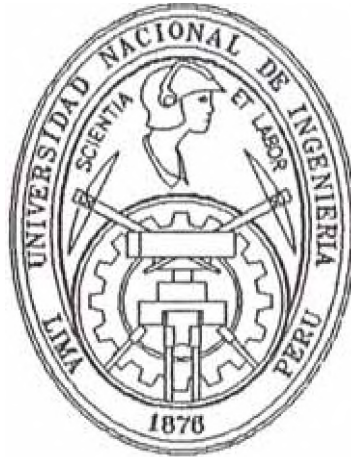


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**REDES DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y  
CONEXIONES DOMICILIARIAS DEL III SECTORES  
DE LA CIUDAD MARISCAL CACERES-  
CANTO GRANDE - SAN JUAN DE LURINGACHO  
TOMO I**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO SANITARIO**

**Gloria E. Loayza Ramos  
José Moises Mera Berrios**

**LIMA - PERU**

**1997**

*A NUESTROS PADRES*

*NUESTRO AGRADECIMIENTO AL ING. PABLO  
ROBERTO PACCHA HUAMANI POR SU VALIOSA  
COLABORACION EN EL ASESORAMIENTO DE LA  
PRESENTE TESIS Y A TODA LAS PERSONAS QUE  
HICIERON POSIBLE LA CULMINACION DE ESTE  
TRABAJO.*

## ***PROLOGO***

*El país está inmerso desde hace aproximadamente 30 años en una crisis económica que se ha agudizado en los últimos 15 años, generando una situación de pobreza, desocupación, carencia de vivienda y servicios indispensables ( sistemas de agua potable y de recolección y disposición de aguas residuales). La falta de estos servicios, originan riesgos al ambiente natural exponiendo al ser humano a una serie de trastornos y enfermedades.*

*Según estadísticas del Ministerio de Salud reportaron en 1,989 más de 10,000 muertes por infecciones intestinales y digestivas constituyendo la segunda causa de mortalidad en el país. Esta situación se tornó más dramática en 1991 con la aparición de la epidemia del cólera.*

*Ampliando la cobertura de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado se mejora la salubridad reduciendo los riesgos para la salud de las personas y, por otro lado, se mejora las condiciones socio económicas de la población al elevar su nivel de vida.*

*En este marco conceptual se seleccionaron las*

*localidades objeto de este estudio por encontrarse en el distrito de mayor concentración poblacional de Lima Metropolitana y a su vez la zona de mayor concentración poblacional del distrito de San Juan de Lurigancho. Estas áreas con gran densidad urbana son a su vez deficitarias en servicios de agua potable y alcantarillado.*

*Durante el " PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LIMA Y CALLAO" ejecutado en 1,991 a través del convenio CEPIS/SEDAPAL, San Juan de Lurigancho fue el distrito que presento el nivel más bajo de cloro residual y el mas alto de contaminación fecal tanto en las redes así como en los componentes del sistema de abastecimiento, esta situación tuvo como principal causa a la discontinuidad del servicio.*

*Es en este contexto que hemos escogido como tema de tesis elaborar el expediente técnico "REDES DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y CONEXIONES DOMICILIARIAS DEL SECTOR III DE LA CIUDAD MARISCAL CACERES - CANTO GRANDE SAN JUAN DE LURIGANCHO", sector identificado como de mayor carencia de servicios y pretendemos con este esfuerzo contribuir a la solución de este agudo problema.*

## INDICE GENERAL

CAPITULO I	1
INTRODUCCION	
OBJETIVO DEL ESTUDIO	7
1.1 ANTECEDENTES GENERALES	7
1.1.1 ESTADO DE LA SALUD EN EL PERU	7
1.1.1.1 Servicios médicos para Tratamiento de Diarreas	9
1.1.1.2 Calidad Sanitaria de las Fuentes de Aguas	10
1.2 INFORMACION GENERAL SOBRE EL PERU	13
1.2.1 Territorio y Clima	13
1.2.2 Población	14
1.2.3 Agricultura potencial y actual	14
1.2.4 Recursos Hídricos	17
1.2.4.1 Disponibilidad y uso a nivel Nacional.	17
1.2.4.2 Sistemas de riego utilizados.	18
1.2.4.3 Deficiencias y conflictos del uso.	19
1.2.4.4 Requerimientos de agua para riego. Proyección.	20
1.2.4.5 Calidad Sanitaria de los alimentos.	21
1.2.4.6 Aspectos sanitarios del uso de aguas residuales tratadas en agricultura.	22
1.2.4.7 Lineamiento de control y vigilancia del tratamiento y reuso de aguas residuales.	23
1.2.4.8 Medidas de protección para trabajadores agrícolas y obreros que operan con aguas residuales.	24
1.2.5 Políticas sectoriales en el control de enfermedades diarreicas y salud ocupacional.	25
1.2.6 Contaminación por disposición final de aguas residuales.	26
1.2.6.1 Impacto del tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización.	29
1.2.6.2 Impacto en la actividad agrícola.	31

1.2.7	<i>Sistemas de alcantarillado.</i>	32
1.2.7.1	<i>Producción actual y futura de aguas residuales.</i>	32
1.2.7.2	<i>Sistemas de alcantarillado.</i>	33
1.2.7.3	<i>Cobertura del sistema.</i>	34
1.2.7.4	<i>Disposición final.</i>	34
1.2.7.5	<i>Características de las aguas residuales domésticas.</i>	35
1.2.8	<i>Tratamiento de aguas residuales domésticas.</i>	37
1.2.8.1	<i>Cobertura del tratamiento de las aguas residuales en el Perú.</i>	37
1.2.8.2	<i>Sistemas de tratamiento.</i>	37
1.2.8.3	<i>Diagrama de flujos de los sistemas.</i>	38
1.2.8.4	<i>Eficiencia de los sistemas.</i>	39
1.2.8.5	<i>Problemas de operación y mantenimiento.</i>	42
1.2.8.6	<i>Costos de operación.</i>	44
1.2.9	<i>Uso de aguas residuales.</i>	45
1.2.9.0	<i>Desarrollo histórico</i>	45
1.2.9.1	<i>Situación actual.</i>	48
1.2.9.2	<i>Planes futuros.</i>	49
1.2.9.3	<i>Usos específicos.</i>	51
1.2.9.4	<i>Variables restrictivas para el uso de las aguas residuales.</i>	58
1.2.9.5	<i>Aceptación de los productos obtenidos.</i>	58
1.3	<b>HISTORIA DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO</b>	61
1.4	<b>ANTECEDENTES DEL PROYECTO</b>	64
1.4.1	<b>BREVE RESEÑA HISTORICA</b>	65
1.4.2	<b>SITUACION ACTUAL DE LA LOCALIDAD</b>	69

## CAPITULO II

### GENERALIDADES

2.1	UBICACION	72
2.2	LIMITES	72
2.3	CARACTERISTICAS DE LA LOCALIDAD.	73
2.3.1	Topografía.	73
2.3.2	Clima.	73
2.3.3	Temperatura.	74
2.3.4	Humedad relativa.	76
2.3.5	Precipitación Pluvial	76
2.4	SITUACION Y CARACTERISTICAS SOCIO-ECONOMICAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO	77
2.4.1	Población	77
2.4.2	Tasa de crecimiento	78
2.4.3	Características Demográficos.	78
2.4.4	Composición de la población por sexo y edad.	79
2.4.5	Analfabetismo	80
2.4.6	Tasa de analfabetismo	81
2.4.7	Asistencia escolar	82
2.4.8	Características económicas	83
2.4.9	Servicios de las viviendas	83
2.5	FUENTES DE TRABAJO	86
2.6	ASPECTO URBANO	87
2.7	UBICACION DEL AREA EN ESTUDIO	88



## CAPITULO III

<i>DATOS DE DISEÑO</i>	89
<i>3.1 DETERMINACION DE LA POBLACION</i>	89
<i>3.1.1 Densidad Demográfica</i>	90
<i>3.2 FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO</i>	91
<i>3.2.1 Factor meteorológico</i>	91
<i>3.2.2 Hábitos y niveles de vida</i>	92
<i>3.2.3 Actividades de la población</i>	92
<i>3.2.4 Tamaño de la población</i>	92
<i>3.2.5 Factores de control o de servicio</i>	93
<i>3.2.5.1 Medición del consumo</i>	93
<i>3.2.5.2 Presión de servicio</i>	93
<i>3.2.5.3 Costos de servicio</i>	94
<i>3.2.5.4 Calidad del agua</i>	94
<i>3.3 USOS DEL AGUA</i>	94
<i>3.3.1 Uso doméstico</i>	94
<i>3.3.2 Uso semipúblico institucionales, etc.</i>	95
<i>3.3.3 Uso público</i>	95
<i>3.3.4 Usos comerciales e industriales</i>	95
<i>3.4 ELECCION DE LA DOTACION</i>	96
<i>3.5 VARIACIONES DEL CONSUMO</i>	97
<i>3.6 VARIACIONES PERIODICAS DE LOS CONSUMOS E INFLUENCIA SOBRE LAS DIFERENTES PARTES DEL SISTEMA</i>	98
<i>3.6.1 Consumo máximo diario</i>	98
<i>3.6.2 Consumo máximo horario</i>	100
<i>3.6.3 Caudales de diseño</i>	102
<i>3.6.4 Caudales promedio</i>	102
<i>3.6.4.1 Caudal promedio de la población</i>	103
<i>3.6.4.2 Caudal promedio de lotes comerciales</i>	103
<i>3.6.4.3 Caudal promedio de mercados y otros usos</i>	104

3.6.4.4	<i>Caudal promedio de parques y plazas</i>	104
3.6.4.5	<i>Caudal promedio de colegios</i>	105
3.6.4.6	<i>Caudal promedio de la población</i>	105
3.6.5	<i>Caudal máximo diario</i>	105
3.6.6	<i>Caudal máximo horario</i>	106

## **CAPITULO IV**

### **RED GENERAL DE AGUA POTABLE**

4.1	<b>FUENTE DE ABASTECIMIENTO</b>	107
4.1.1	<i>Aspecto general</i>	107
4.2	<b>REDES DE DISTRIBUCION</b>	112
4.2.1	<i>Tuberías matrices</i>	112
4.2.2	<i>Tuberías de servicios</i>	113
4.2.3	<i>Trazo de la red de distribución</i>	114
4.2.4	<i>Diseño</i>	114
4.2.5	<i>Materiales</i>	114
4.2.6	<i>Calculo hidráulico</i>	115
4.2.7	<i>Diámetro mínimo</i>	116
4.2.8	<i>Presiones admisibles</i>	116
4.2.9	<i>Velocidad de flujo</i>	116
4.2.10	<i>Válvulas</i>	117
4.2.11	<i>Desarrollo de la formula de Hardy Cross</i>	117
4.2.12	<i>Conexiones domiciliarias de agua</i>	120
4.2.12.1	<i>Elementos de toma</i>	121
4.2.12.2	<i>Tuberías de conducción</i>	122
4.2.12.3	<i>Forro de protección</i>	122
4.2.12.4	<i>Elementos de control</i>	123
4.2.12.5	<i>Caja de medidor</i>	123
4.2.12.6	<i>Elementos de unión con la instalación interior</i>	124
4.2.12.7	<i>Conexión domiciliaria larga</i>	125
4.2.12.8	<i>Conexión domiciliaria corta</i>	126
4.2.13	<i>Diseño de la red de distribución</i>	127
4.2.14	<i>Zonas de Presión</i>	128

## CAPITULO V

### RED GENERAL DE DESAGÜES

5.1	CONCEPTOS GENERALES	132
5.1.1	Definiciones	133
5.1.1.1	Sistema de alcantarillado	133
5.1.1.2	Aguas residuales	133
5.1.1.3	Aguas residuales domésticas	133
5.1.1.4	Aguas residuales industriales	134
5.1.1.5	Aguas de lluvia o pluviales	134
5.1.1.6	Aguas de infiltración	134
5.1.1.7	Redes colectoras	134
5.1.1.8	Colector domiciliario o Conexión domiciliaria	134
5.1.1.9	Colector de relleno o secundario	135
5.1.1.10	Colector troncal	135
5.1.1.11	Interceptor	135
5.1.1.12	Emisor final	135
5.1.1.13	Estaciones de bombeo	136
5.1.1.14	Sistemas de alcantarillado	136
5.1.2	Disposición de las aguas servidas	137
5.1.3	Lugar de Disposición de las aguas servidas	137
5.1.3.1	Subsuelo	137
5.1.3.2	Cursos de agua	138
5.1.3.3	El mar	138
5.1.3.4	Reuso	139
5.1.4	Características de las aguas residuales de Lima Metropolitana	139
5.1.4.1	Descripción del colector Canto Grande	144
5.1.4.2	Alternativa de tratamiento de aguas residuales del colector Canto Grande propuestas por el PROMAR	145
5.1.4.2.1	Parque zonal Huiracocha (conjuntamente con el vivero forestal)	146
5.1.4.2.2	Vivero forestal (conjuntamente con el parque Huiracocha)	148

5.1.4.3	<i>Reuso de las aguas residuales - consideraciones y criterio de diseño de las plantas de recuperación</i>	151
5.1.4.3.1	<i>Rejas y remoción de arenas</i>	151
5.1.4.3.2	<i>Parámetros del proceso biológico</i>	152
5.1.4.3.3	<i>Filtración</i>	153
5.1.4.3.4	<i>Desinfección</i>	154
5.1.4.3.5	<i>Monitoreo y controles para plantas de lodos activados convencionales</i>	155
5.2	<b>DETERMINACION DE LA DEMANDA DE AGUA</b>	157
5.2.1	<i>Dotación</i>	157
5.2.1.1	<i>Consideraciones en la elección de la dotación</i>	157
5.2.1.2	<i>Dotaciones consideradas</i>	157
5.2.1.3	<i>Factores de conversión de flujo de agua potable a flujo de aguas residuales</i>	157
5.2.1.4	<i>Adopción del factor de descarga</i>	158
5.3	<b>FISIOLOGIA Y GEOLOGIA</b>	158
5.3.1	<i>Aspecto topográfico del área de estudio</i>	158
5.3.1.1	<i>Levantamiento topográfico</i>	158
5.3.1.2	<i>Levantamiento urbano</i>	158
5.3.2	<i>Diseño de rasantes de vía</i>	159
5.3.2.1	<i>Rasantes en terreno llano</i>	159
5.3.2.2	<i>Pendiente en el diseño de rasantes</i>	160
5.3.3	<i>Estudio del suelo</i>	161
5.3.3.1	<i>Estudio geológico</i>	161
5.4	<b>BASES DE DISEÑO</b>	162
5.4.1	<i>Sistema de recolección</i>	162
5.4.1.1	<i>Cámaras de inspección</i>	162
5.4.1.2	<i>Trazo de la red de alcantarillado</i>	164
5.4.1.3	<i>Ubicación de la tubería</i>	164
5.4.1.4	<i>Tipo de tubería</i>	165
5.4.2	<i>Diseño de colectores</i>	166
5.4.2.1	<i>Velocidades límites de arrastre</i>	166
5.4.2.2	<i>Pendiente favorable para el drenaje</i>	166

5.4.2.3	Area de drenaje	166
5.4.3	Hidráulica del alcantarillado	168
5.4.3.1	Calculo hidráulico	168
5.4.3.1.1	Caudal de contribución en marcha	168
5.4.3.1.2	Formula de Chezy	169
5.4.3.1.3	Formula de Ganguillet - Kutter	170
5.4.3.1.4	Formula simplificada de Kutter	171
5.4.3.1.5	Formula de Manning	172
5.4.3.1.6	Formulas practicas para conductos circulares libres	174
5.4.3.1.6.1	Formulas geométricas	174
5.4.3.2	Coeficiente de rugosidad de la tubería	175
5.4.3.3	Calculo de la red de colectores por computadora	175

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES y BIBLIOGRAFIA

CONCLUSIONES	178
--------------	-----

RECOMENDACIONES	191
-----------------	-----

### ANEXOS

#### CUADROS

CUADRO 1	:	Temperatura máxima media	194
CUADRO 2	:	Temperatura media mensual	195
CUADRO 3	:	Temperatura mínima media	196
CUADRO 4	:	Lotes de vivienda 1er, 2do y 3er etapa	197
CUADRO 5	:	Resumen de requerimientos de la 1er, 2do y 3er etapa	198
CUADRO 6	:	Lotes de vivienda 4ta y 5ta etapa	199
CUADRO 7	:	Resumen de requerimientos de la 4ta y 5ta etapa	200
CUADRO 8	:	Lotes de vivienda 6ta y 7ma etapa	201
CUADRO 9	:	Resumen de requerimientos de la 6ta y 7ma etapa	202

CUADRO 10 :	<i>Lotes de vivienda 8va y 9na etapa</i>	203
CUADRO 11 :	<i>Resumen de requerimientos de la 8va y 9na etapa</i>	204
CUADRO 12 :	<i>Distribución de lotes por sectores</i>	205
CUADRO 13 :	<i>Resumen de viviendas del sector III de Mariscal Cáceres</i>	206
CUADRO 14 :	<i>Resumen del equipamiento del sector I</i>	207
CUADRO 15 :	<i>Resumen del equipamiento del sector II</i>	208
CUADRO 16 :	<i>Resumen del equipamiento del sector III</i>	209
CUADRO 17 :	<i>Resumen del equipamiento de los 3 sectores</i>	210
CUADRO 18 :	<i>Datos técnicos de la zona de Presión 1</i>	211
CUADRO 19 :	<i>Datos técnicos de la zona de Presión 2</i>	212
CUADRO 20 :	<i>Datos técnicos de la zona de Presión 3</i>	213
CUADRO 21 :	<i>Datos técnicos de la zona de Presión 4</i>	214
CUADRO 22 :	<i>Datos técnicos de la zona de Presión 5a</i>	215
CUADRO 23 :	<i>Datos técnicos de la zona de Presión 5b</i>	216
CUADRO 24 :	<i>Requisitos de las zonas de Presión</i>	217
CUADRO 25 :	<i>Especificaciones de las líneas de bombeo</i>	218
CUADRO 26 :	<i>Características de los reservorios</i>	219
CUADRO 27 :	<i>Características del perfil hidráulico de la cisterna CR-35 hasta el reservorio R4</i>	220
CUADRO 28 :	<i>Requerimientos de la Ciudad Mariscal Cáceres Canto Grande 1er, 2do, 3er y 4to sector</i>	221
CUADRO 29 :	<i>Requerimientos de agua de la Ciudad Mariscal Cáceres 1er, 2do, 3er y 4to sector</i>	222
CUADRO 30 :	<i>Características de los reservorios</i>	222
cuadro 31 :	<i>Especificaciones de las líneas de rebombes</i>	222
cuadro 32 :	<i>Calculo hidráulico de la zona de Presión 1</i>	223
cuadro 33 :	<i>Caudal, cotas y presiones zona de Presión 1</i>	224
cuadro 34 :	<i>Calculo hidráulico de la zona de Presión 2</i>	225
cuadro 35 :	<i>Caudal, cotas y presiones zona de Presión 2</i>	226
cuadro 36 :	<i>Calculo hidráulico de la zona de Presión 3</i>	227
cuadro 37 :	<i>Caudal, cotas y presiones zona de Presión 3</i>	228
cuadro 38 :	<i>Calculo hidráulico de la zona de Presión 4</i>	229
cuadro 39 :	<i>Caudal, cotas y presiones zona de Presión 4</i>	230
cuadro 40 :	<i>Calculo hidráulico de la zona de Presión 5a</i>	231
cuadro 41 :	<i>Caudal, cotas y presiones zona de Presión 5a</i>	231

cuadro 42 :	Calculo hidráulico de la zona de Presión 5b	232
cuadro 43 :	Caudal, cotas y presiones zona de Presión 5b	232
cuadro 44 :	Calculo equipo bombeo y línea de impulsión	233
cuadro 44-1:	Calculo Hidrostal	233
cuadro 45 :	Calidad de las aguas residuales crudas en los colectores de Lima Metropolitana: metales pesados	234
CUADRO 46 :	Calculo hidráulico de la zona de drenaje 1	235
CUADRO 46-1:	Calculo hidráulico de la zona de drenaje 1 (continuación)	236
CUADRO 47 :	Calculo hidráulico de la zona de drenaje 2	237
CUADRO 47-1:	Calculo hidráulico de la zona de drenaje 2 (continuación)	237-1 237-2
CUADRO 48 :	Calculo hidráulico de la zona de drenaje 1-1	237-3
<b>ESQUEMAS</b>		
ESQUEMA 1 :	Sistema de abastecimiento de agua potable de San Juan de Lurigancho	238
ESQUEMA 2 :	Sistema de abastecimiento de agua potable de San Juan de Lurigancho (continuación)	239
ESQUEMA 3 :	Diagrama de presiones: zona de Presión 1	240
ESQUEMA 4 :	Diagrama de presiones: zona de Presión 2	241
ESQUEMA 5 :	Diagrama de presiones: zona de Presión 3	242
ESQUEMA 6 :	Diagrama de presiones: zona de Presión 4	243
ESQUEMA 7 :	Diagrama de presiones: zona de Presión 4	244
ESQUEMA 8 :	Diagrama de presiones: zona de Presión 5a	245
ESQUEMA 9 :	Diagrama de presiones: zona de Presión 5b	246
ESQUEMA 10:	Diagrama de flujo de colectores tramo 1	247
ESQUEMA 11:	Diagrama de flujo de colectores tramo 2	248
ESQUEMA 12:	Diagrama de flujo de colectores tramo 1-1	249
ESQUEMA 13:	Principales colectores: Lima Metropolitana	250
ESQUEMA 14:	Principales matrices de agua potable de Lima Metropolitana	251
ESQUEMA 15:	Sistema de abastecimiento Lima Metropolitana (época de lluvia)	252
ESQUEMA 16:	Sistema de abastecimiento Lima Metropolitana	

	(época de estiaje)	253
ESQUEMA 17:	Posible ubicación de plantas de tratamiento de desagües para el distrito de San Juan de Lurigancho	254
ESQUEMA 18:	Planta de tratamiento de desagües- croquis	255
ESQUEMA 19:	Planta de tratamiento de desagües- croquis	256
<b>GRAFICOS</b>		
GRAFICO 1:	Promedio de registros de 15 años de la temperatura máxima media	257
GRAFICO 2:	Promedio de registros de 15 años de la temperatura media mensual	258
GRAFICO 3:	Promedio de registros de 15 años de la temperatura media mensual	259
<b>FIGURAS</b>		
FIGURA 4.0:	Dimensiones mínimas de cajas de válvulas	260
FIGURA 4.1:	Medidas de la caja de registro de la conexión domiciliaria de agua potable	261
FIGURA 4.2:	Abrazadera para conexión domiciliaria de agua potable	262
FIGURA 5.1:	Longitud mínima de curva vertical parabolica con distancia de visibilidad de parada	263
FIGURA 5.2:	Longitudes mínimas de las curvas verticales convexas con visibilidad de paso	264
FIGURA 5.3:	Longitudes mínimas de las curvas verticales concavas	265
FIGURA 5.4:	Buzón tipo I	266
FIGURA 5.5:	Buzón tipo II	267
FIGURA 5.6:	Buzón tipo III	268
FIGURA 5.7:	Detalle de canaleta y armadura de techo para buzones	269
FIGURA 5.8:	Detalles de las cajas de registro y los de la conexión domiciliaria de desagüe	270



***CAPITULO 1***

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCION**

*Parte importante de la infraestructura urbana, son los sistemas de abastecimiento de agua potable y los de recolección y disposición de las aguas servidas. Esta labor es responsabilidad de la ingeniería, recayendo la mayor participación en el ingeniero sanitario, que tiene a cargo el diseño y construcción de los sistemas de agua potable y alcantarillado.*

*El ingeniero civil tiene a cargo la construcción y diseño estructural de las siguientes obras: reservorios, cisternas, casetas de bombeo, plantas de tratamiento, etc. El ingeniero mecánico y eléctrico tendrán a su cargo el equipamiento y los controles de automatización de los diferentes equipos a utilizar. El ingeniero industrial con el ingeniero químico estarán a cargo de la fabricación de los materiales a utilizar: tuberías, válvulas, equipos de desinfección y demás componentes e insumos químicos a utilizar, etc.*

*Cuando no existen sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, se originan riesgos al ambiente natural exponiendo al ser humano a una serie de trastornos y enfermedades, que se pueden clasificar en cuatro grupos, los que reúnen a aquellas cuya transmisión se debe a factores similares o comunes:*

- a) *Enfermedades infecciosas entéricas*
- b) *Enfermedades transmitidas por artrópodos (vectores)*
- c) *Enfermedades profesionales y de seguridad industrial*
- d) *Enfermedades de transmisión aérea*

a) *Enfermedades infecciosas entéricas.-*  
*Tifoidea, paratifoidea A y B, colera, disentería bacilar y amebiana, ascariasis, giardiasis, tricocefalosis, enterobiasis (oxiuriasis), etc.*

*Forma de Control.-* Abastecimientos de agua potable; disposición sanitaria de excretas; eliminación de: moscas, basura, roedores; protección y refrigeración de alimentos; hábitos higiénicos de los manipuladores; etc.

b) *Enfermedades transmitidas por artrópodos (vectores).-* Paludismo, fiebre amarilla, fiarisis, tifus exantemático, peste, enfermedades de chagas, oncocercosis, etc.

*Forma de Control:* Dsecación de pantanos, drenajes, desinsectización, higiene de la vivienda, disposición de basuras, desratización, fumigación, saneamientos de puertos, aeropuertos, fronteras, etc.

c) *Enfermedades profesionales y de seguridad industrial.-* (Higiene Industrial y Medicina del Trabajo) silicosis, dermatosis, saturnismo,

*intoxicaciones, traumatismos.*

*Forma de control: Saneamiento de minas, canteras, moliendas, extracción de gases, neutralización del obrero y maquinarias, etc.*

*d) Enfermedades de transmisión aérea.- Difteria, tuberculosis, sarampión, escarlatina, tos ferina, varicela, resfriado común.*

*Forma de control: Higiene de la habitación, control de salas de hospitales, locales escolares y de espectáculos, desinfección, ventilación, calefacción, etc.*

*Larga es la lista de enfermedades que la escasez de agua potable contribuye a propagar, transmitida una por el agua contaminada y otras por la suciedad. Para evitarlas es necesario contar con agua de buena calidad, abundante y de acceso fácil. El agua suministrada en cantidad suficiente facilita el aseo corporal y garantiza la higiene del medio.*

*Los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado son servicios esenciales destinados a la protección de la salud de la población, y al desarrollo de la vida moderna. La carencia de estos servicios origina la presencia de plagas y epidemias; que en la antigüedad asolaban urbes y ciudades; y que rebrotan esporádicamente en algunos centros urbanos del tercer mundo.*

*Con referencia al abastecimiento de agua, la población urbana se abastece a través de plantas de tratamiento y/o pozos tubulares, explotados por servicios estatales, municipales o privados, supervigilados por organismos del estado. La rural, mediante servicios particulares individuales o colectivos.*

*Las fuentes que abastecen las plantas de tratamiento, pueden ser: cursos naturales, acumulaciones en embalses, lagos, lagunas y aguas subterráneas. Según sea el origen y sus características requieren de un tratamiento especial antes de ser entregadas a la población, a fin de que cumplan con las normas de calidad.*

*El servicio público de agua potable por ser de utilización generalizada por la población, es particularmente crítico y deberán extremarse las medidas para asegurar su calidad. Se ha presentado casos donde la contaminación de estos servicios públicos han afectado en forma aguda la salud poblacional, ocasionando numerosas pérdidas de vida.*

*Un sistema de abastecimiento público, comprende un conjunto de obras y equipos destinados al suministro de agua potable a una comunidad para los siguientes fines: uso doméstico, uso industrial y servicios públicos. El agua suministrada deberá ser de buena calidad (física, química y bacteriológica) y en cantidad suficiente.*

Los diferentes procesos o unidades, deberán proyectarse en función directa a las características propias de las fuentes de agua, de manera que variaran: de una simple desinfección, a plantas completas que podrían requerir de aireación, sedimentación, coagulación, floculación, decantación, filtración y desinfección; también de procesos especiales, como: ablandamiento, remoción de hierro y manganeso, y control de olores y sabores.

La existencia de un sistema público de agua genera la necesidad de recoger, alejar, tratar y disponer convenientemente las aguas servidas, constituyéndose junto con el primero, servicios de infraestructuras indispensables a toda comunidad civilizada. El servicio de alcantarillado, aleja en forma práctica las excretas y otros residuos orgánicos e industriales del área urbana, aislandolos del contacto humano, disminuyendo los riesgos y enfermedades que puedan transmitirse a través de estos. La disposición final de estas aguas deberá estar precedida de plantas de tratamiento, para reducir los efectos ofensivos y dañinos a la comunidad y al medio ambiente.

Encontrar sistemas económicos y eficientes de tratamiento y reuso de desagües y poderlos emplear en crear riqueza sin peligro sanitario, ha sido siempre un reto para los ingenieros sanitarios.

*Ciudades de Europa han utilizado desde hace muchos años sus desagües para el riego de sus campos, los sistemas que han empleado son variados, pero en esencia consiste en la aplicación a los terrenos previamente preparados en cuanto a su gradiente y drenaje, cantidades reguladas por períodos determinados.*

*No debe descuidarse la protección y recuperación de las cuencas hidrográficas y acuíferos, tendiente a evitar al máximo la contaminación, derivada de las actividades inherentes al desarrollo industrial y desenvolvimiento de las poblaciones urbanas o rurales. Deberá evitarse descargas directas a un cuerpo receptor, de aguas residuales domésticas o industriales sin previo tratamiento.*

*Según la constitución vigente, las aguas pertenecen al Estado y su dominio es inalienable e imprescriptible, siendo necesario e impostergable, la promulgación de una nueva ley general de aguas que establezca el uso justificado y racional de este recurso en armonía con el interés social y el desarrollo del País.*

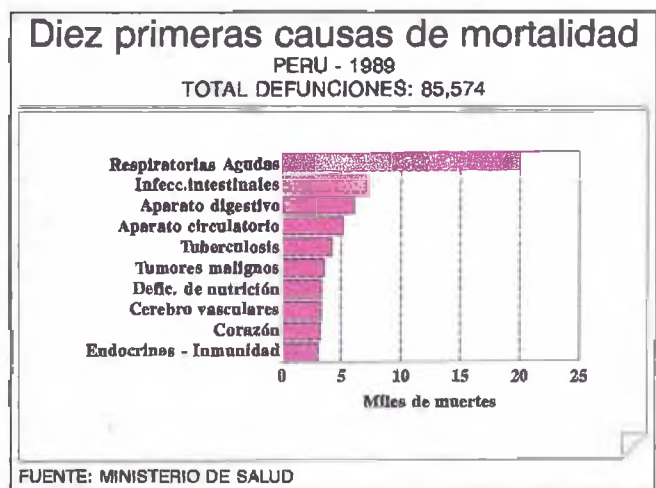
## OBJETIVO DEL ESTUDIO

DISEÑO DE LAS REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA LA CIUDAD DE MARISCAL CACERES - SECTOR III - CANTO GRANDE - SAN JUAN DE LURIGANCHO.

### I.1 ANTECEDENTES GENERALES

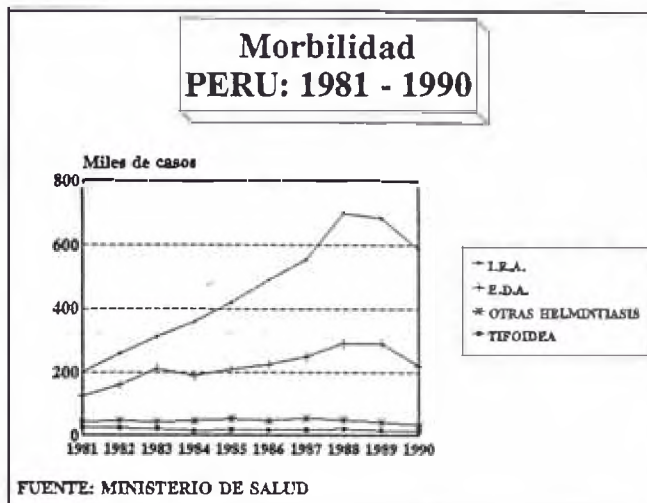
#### 1.1.1 ESTADO DE LA SALUD EN EL PERU

Las estadísticas del Ministerio de Salud reportaron en 1989 más de 10,000 muertes por infecciones intestinales y digestivas, constituyendo la segunda causa de mortalidad en el país.





Las enfermedades diarréicas agudas se incrementaron en 100% durante el período 1981-90, llegando en 1991 a sobrepasar los 322,000 casos anuales reportados, 119,000 hospitalizados y 2,900

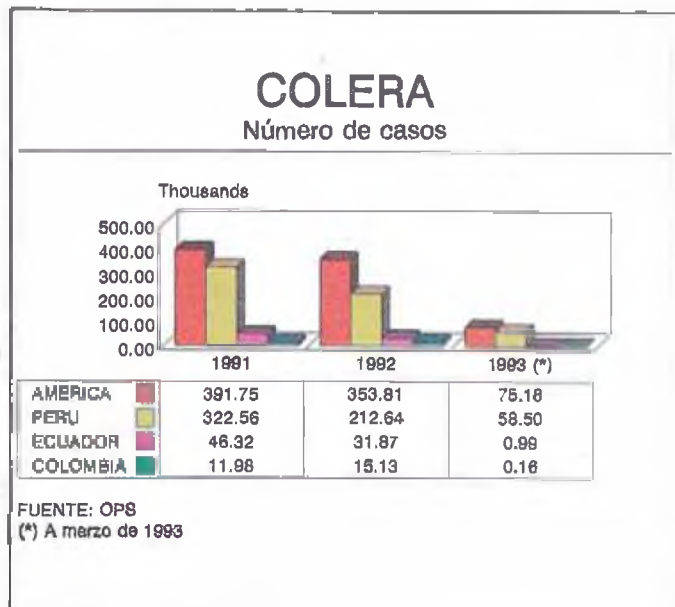


fallecidos. Se estima que un número similar de casos no reportados son tratados por automedicación, por lo que podrían superar el medio millón de casos anuales.

Es frecuente en las ciudades costeras y en especial en Lima, la aparición de epidemias de fiebre tifoidea, salmonellosis y otras enfermedades diarréicas durante la época de verano, ya que tales enfermedades tienen carácter endémico en el país. Las bacterias y virus patógenos, así como los parásitos son transportados y dispersados por las aguas y alimentos contaminados con aguas residuales.

Las situaciones endémicas de enfermedades diarréicas y parasitarias que imperan en el Perú no son más que el reflejo de la crítica situación de la salud pública, a la que vino a sumarse el Cólera en 1991.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) reportó más de 300,000 casos ocurridos en el Perú en dicho año. En 1992 se redujeron los casos a 200,000, es un hecho que el Cólera ha sido incluido en la lista de las enfermedades endémicas en el país.



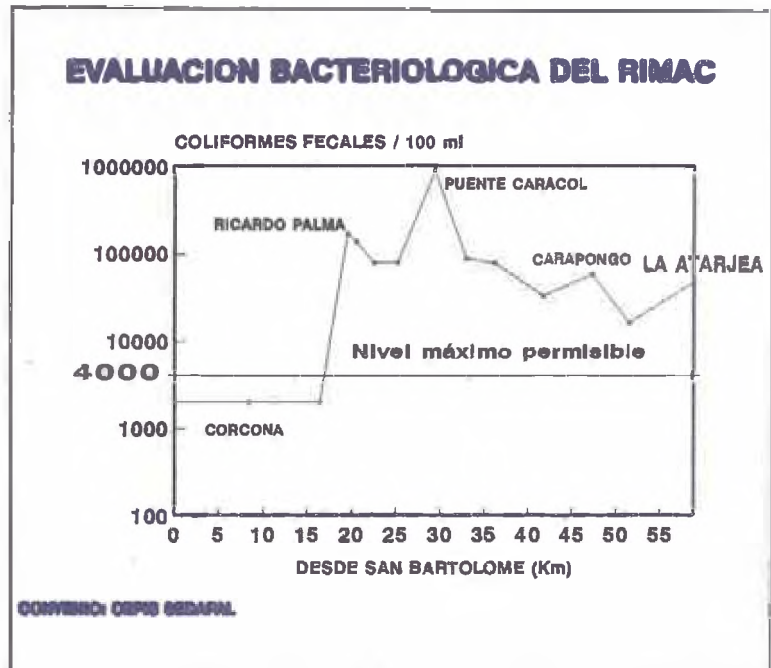
#### 1.1.1.1 SERVICIOS MÉDICOS PARA TRATAMIENTOS DE DIARREAS

El Perú tiene 368 hospitales, 1,020 centros de salud y 3,173 postas médicas, con una cobertura de 34,000 camas. Todos los centros hospitalarios del país cuentan con un Servicio de Rehidratación, para atender los casos de enfermedades diarreicas, especialmente de la población infantil. La epidemia del Cólera evidenció el buen nivel profesional del Sector Salud, ya que el número de muertes fue menor al 0.9% en las zonas con servicios cercanos. La magnitud del problema obligó a duplicar la cobertura de los servicios de urgencia en un período muy corto, capacidad que hasta el momento se mantiene operativa.

### 1.1.1.2 CALIDAD SANITARIA DE LAS FUENTES DE AGUA

Tan importante es la disponibilidad de agua como su calidad, especialmente cuando está destinada al consumo humano directo y al riego de productos agrícolas alimenticios.

El caso más estudiado corresponde al Río Rímac. Esta fuente de agua normalmente supera los 4,000 coliformes fecales/100 ml, nivel considerado adecuado para



destinar las aguas, luego de tratarlas al consumo humano. Incluso en algunas oportunidades, el agua captada por la Planta de Tratamiento ha mostrado niveles cercanos a los 8 logaritmos, tan igual como si se tratara de aguas residuales crudas. Esta contaminación es provocada por las descargas de ciudades ubicadas río arriba. Significa también que los productos agrícolas regados con estas aguas en las zonas cercanas están expuestos a un alto riesgo de contaminación.

*La cordillera de los Andes divide el territorio peruano en la Amazonia abundante y la costa cubierta por desiertos en un 95%. Sólo el 6% de las tierras del país son aptas para agricultura. El 50% del potencial agrícola de la costa no es utilizado por carencia de agua y se requiere una inversión de EUA \$ 6,500 millones para irrigar 880,000 ha. Por esta limitación del agua existen 4,300 ha agrícolas regadas con aguas residuales, 86% de ellas sin ningún tratamiento.*

*La población actual del Perú es de 23 millones de habitantes, de los cuales el 70% es urbana y el 50% vive en la costa. Esta situación ha determinado que el 56% de la población no cuente con servicios básicos de saneamiento, lo cual da origen a muchos problemas de salud pública. Las infecciones intestinales son la segunda causa de mortalidad en el país. En 1991 se reportaron más de 300,000 casos de diarrea, a los que se sumaron otro número igual por la epidemia del Cólera.*

*El tratamiento y reuso de las aguas residuales se inicia en el Perú en la década del 60, con la implementación de las lagunas de estabilización de San Juan en Lima. Este sistema considerado como la opción tecnológica más viable para alcanzar el objetivo "no patógenos", se ha venido aplicando al 78% de las plantas existentes en el país. Sin embargo, la cobertura de tratamiento sólo llega al 17.6%.*

*Entre los principales resultados del empleo de las lagunas de estabilización para reusar las agua en diversas actividades agropecuarias, se pueden mencionar:*

- a) El sistema de lagunas de estabilización tiene gran capacidad para remover patógenos, lo cual asegura el uso de sus efluentes en agricultura, garantizando la calidad sanitaria de los productos.*
- b) Los efluentes, con niveles de 10,000 coliformes fecales/100 ml permiten obtener productos agrícolas y piscícolas libres de patógenos.*
- c) Las aguas residuales tratadas aportan los nutrientes necesarios para los cultivos agrícolas, evitando los costos de fertilización.*
- d) Aplicando la tecnología del cultivo de tilapia con aguas residuales tratadas, se obtiene 4,400 kg/ha sin adicionar alimentos artificiales.*

*Las experiencias mencionadas han motivado al Gobierno a desarrollar un Programa Nacional de Riego con Aguas Residuales, que proyecta incorporar 18,000 ha a la agricultura de la costa. Paralelamente, las universidades peruanas están implementando unidades pilotos de tratamiento y reuso de aguas residuales en agricultura, piscicultura y forestales, que permitan demostrar la*

viabilidad económica y sustenten un Programa de Capacitación, en este objetivo la Universidad Nacional de Ingeniería cuenta ya en operación una planta piloto de tratamiento de aguas residuales cuyos efluentes son usados para el riego del campus universitarios y áreas verdes de los municipios aledaños a la UNI.

## **1.2 INFORMACION GENERAL SOBRE EL PERU**

### **1.2.1. TERRITORIO Y CLIMA**

El Perú está localizado en la cuenca del Pacífico en América del Sur. Su territorio tiene una extensión de 1'283,000 km<sup>2</sup>, por donde cruza la Cordillera de Los Andes y lo divide en tres zonas: Costa, Sierra y Amazonia. Esta barrera determina situaciones extremas, que van desde zonas con escurrimiento nulo en los desiertos costeros, hasta zonas con escurrimiento mayor a 10,000 mm anuales en los bosques amazónicos.

La zona costera es una angosta faja con 136,000 km<sup>2</sup>, equivalente al 10.6% del país. Se caracteriza por ser una zona desértica, ya que su precipitación anual es menor a los 200 mm y sólo el 5% del área es utilizada en la actividad agrícola.

### **1.2.2 POBLACION**

*De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda realizado en 1993, la población del Perú es de 22 millones de habitantes, de la cual el 70% conforma los centros urbanos y el 50% vive en la costa, en la actualidad la población del país se estima en alrededor de 23 millones de habitantes. La capital, Lima, alberga cerca de 7 millones de habitantes. Esta difícil situación es producto del acelerado proceso migratorio ocurrido en los últimos años y agudizado por el fenómeno de la subversión y el narcotráfico.*

### **1.2.3 AGRICULTURA POTENCIAL Y ACTUAL**

*De acuerdo a la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), convertida ahora en el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), la capacidad de uso de las tierras del Perú es la siguiente (en millones de ha):*

CAPACIDAD DE USO	%	NACIONAL	COSTA	SIERRA	AMAZONIA
Cultivos en limpio	3.8	4.90	1.14	1.34	2.42
Cultivos permanentes	2.1	2.71	0.50	0.02	2.19
Pastos	13.9	17.92	1.62	10.58	5.72
Producción forestal	37.9	48.70	0.17	2.09	46.43
Protección	42.3	54.30	10.20	25.17	18.93
TOTAL	100	128.30	13.63	39.20	75.69

Dentro del conjunto de recursos naturales renovables del Perú, el suelo es quizás el más escaso, ya que sólo 7.6 millones de hectáreas son consideradas aptas para la agricultura. El 94% del territorio restante lo constituyen las áreas empinadas de los Andes, la inundable llanura amazónica y los desiertos costeros. Además, el 60% de las tierras utilizables tienen baja fertilidad, por deficiencia de nutrientes, acidez y escaso contenido orgánico, razón por la cual debe incorporarse nitrógeno en cantidades elevadas para asegurar rendimientos económicos permanentes.

En la costa se encuentran los mejores suelos agrícolas y los más productivos del país, distribuidos en 52 valles aluviales irrigados y de donde se obtiene el 50% del producto agrícola nacional.



Según cifras proporcionadas por el Ministerio de Agricultura, la situación de las áreas agrícolas en 1992 fue la siguiente (millones de ha):

ZONA	POTENCIAL	ACTUAL	% USO
<i>Costa</i>	1.64	0.76	46
<i>Sierra</i>	1.36	1.50	110
<i>Amazonia</i>	4.60	0.44	10
<b>TOTAL</b>	<b>7.60</b>	<b>2.70</b>	<b>36</b>

La superficie nacional cultivada actualmente es de 2.7 millones de hectáreas, equivalente al 36% del área potencial existente en el país. La zona andina ha superado largamente su capacidad de uso agrícola, por lo que no es posible ampliar o incorporar nuevas tierras. La selva amazónica posee una agricultura incipiente que sólo aprovecha el 10% del recurso, debido principalmente a su limitada accesibilidad, pero su gran potencial está generando un proceso muy acelerado de desarrollo agropecuario.

En la costa existen 760,000 ha cultivadas, equivalente sólo al 46% del área potencial, principalmente por la carencia de agua. Un 95% del terreno aún se mantiene como desierto. La ampliación de la frontera agrícola de esta zona está vinculada a la incorporación de tierras apropiadas ubicadas en las planicies eriazas. Es posible

*duplicar la superficie cultivada mediante proyectos de irrigación. Las aguas residuales tratadas pueden contribuir a este objetivo.*

#### **1.2.4 RECURSOS HIDRICOS**

##### **1.2.4.1 Disponibilidad y uso a nivel nacional**

*La Cordillera de Los Andes ha determinado que el territorio peruano se divida en dos vertientes hidrográficas: la del Pacífico, orientada hacia la costa y la del Atlántico, hacia la Amazonia.*

*El Inventario y Evaluación Nacional de Aguas Superficiales (ONERN, 1980 A) ha permitido establecer que el país cuenta con un volumen de escurrimiento medio anual de 2 billones de metros cúbicos, equivalente a 65,000 m<sup>3</sup>/s, discurriendo el 98% hacia la Amazonia.*

*El Inventario Nacional de Lagunas y Represamientos (ONERN, 1980 B) indica que existe un volumen anual aprovechable de 51,200 millones de metros cúbicos.*

Actualmente se está utilizando en el país 22,200 millones de metros cúbicos por año ( $700 \text{ m}^3/\text{s}$ ), correspondiendo un 72% a la vertiente del Pacífico. El 89% del recurso es orientado a la actividad agrícola, 2% a la pecuaria y 26% a la doméstica e industrial.

La mayor parte de los ríos de la costa Peruana se caracterizan por su descarga de torrente y su régimen irregular, determinando que el 80% de la descarga anual se presente en los meses de enero a marzo. Es por ello que la mayor parte del recurso se pierde en el Océano Pacífico y no se aprovecha para irrigar el 95% del área que es desértica.

Los sistemas de irrigación implementados en la costa han permitido aprovechar  $500 \text{ m}^3/\text{s}$ , para atender los requerimientos de medio millón de hectáreas agrícolas.

#### 1.2.4.2 Sistemas de riego utilizados

Más del 50% de las áreas agrícolas peruanas son secanas, cultivadas solo en época de lluvias. Esta situación compromete a casi la totalidad de las áreas ubicadas en la sierra y la selva, ya que en estas zonas sólo 123,000 ha cuentan con infraestructura de riego. En cambio, la totalidad de las tierras

*agrícolas de la costa cuentan con un sistema de riego: Riego por inundación.*

*El régimen irregular de los ríos costeros ha arraigado en los agricultores la costumbre de regar excesivamente sus tierras en época de avenidas, ocasionando un desperdicio del recurso y problemas de salinización y mal drenaje.*

*En 1987 se alcanzó la cifra récord de 220,000 ha dedicadas al cultivo de arroz, localizadas en igual proporción en la costa y la selva. Conocido es que este cultivo se sustenta en el riego por inundación.*

#### **1.2.4.3**

#### **Deficiencias y conflictos del uso**

*Es frecuente sufrir deficiencias de agua en los valles costeros durante la época de estiaje y especialmente durante los años de menor precipitación en los Andes. Cuando esto ocurre, el sector agrario se ve obligado a establecer un sistema de racionamiento del recurso, pero que en la práctica no es bien controlado y genera muchos conflictos entre los regantes.*

*Dicha situación se agrava en aquellos valles donde están ubicadas las principales ciudades, ya que existe una importante demanda para consumo humano e*

*industrial. Un caso típico es el valle del río Rímac, que abastece la ciudad de Lima y en cuya parte alta existen 12,000 ha dedicadas a la agricultura. El caudal de este río en 1992 descendió hasta 13 m<sup>3</sup>/s durante más de 5 meses, ni siquiera suficiente para atender las necesidades de la población limeña. Sin embargo, los agricultores tenían la posibilidad de captar este recurso antes que la ciudad. Ello generó serios conflictos entre la Empresa de Agua Potable de Lima y los agricultores. Tal situación demanda la creación de una Autoridad de Cuenca, que realice una distribución racional de este escaso recurso.*

*El desbalance entre el recurso hídrico y el crecimiento explosivo de las grandes ciudades como Lima, ha obligado a dar prioridad al uso de aguas superficiales destinadas a la agricultura, para los fines de abastecimiento público y generación de energía eléctrica. Como lógica consecuencia el sector agrario ubicado en la periferia de las ciudades, ha visto como única forma de sobrevivencia el uso de las aguas residuales que ellas generan.*

#### **1.2.4.4 Requerimientos de agua para riego. Proyección**

*Uno de los objetivos del sector agrario es lograr que la mayor parte de las áreas agrícolas cuenten con un sistema de riego, para no supeditar los*

*rendimientos a las variaciones climáticas. En la sierra y la selva se cuenta con recursos hídricos suficientes para lograr esa meta.*

*La carencia de agua se presenta fundamentalmente en la costa. El Programa Nacional para la Ampliación de la Frontera Agrícola propone el uso pleno de las tierras con capacidad agrícola existentes en la costa, lo que implica elevar la capacidad de reserva anual en 7.7 millones de metros cúbicos, equivalente a 880 m<sup>3</sup>/s. Tal meta será posible con la implementación de grandes proyectos de irrigación, que demandarán una inversión de 6,500 millones de dólares. En la actualidad, las aguas residuales pueden contribuir al riego de 23,000 ha.*

#### **1.2.4.5**

#### **Calidad sanitaria de los alimentos**

*La evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura realizado por el CEPIS (1990), demostró que la presencia de bacterias patógenas y parásitos en los productos agrícolas está relacionada directamente con la calidad microbiológica del agua de riego. El 20 y 70% de los productos regados con aguas crudas muestran presencia de Salmonella y parásitos, respectivamente, mientras que con aguas que tuvieron tratamiento primario, esta infestación descendió a niveles de 5 y 18% para los*

*mismos agentes.*

#### **1.2.4.6**

#### **Aspectos sanitarios del uso de aguas residuales tratadas en agricultura**

*La evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura (CEPIS, 1990) concluye que es posible obtener verduras sin Salmonella si se riegan con aguas residuales con niveles menores a 10,000 coliformes fecales/100 ml y con una Salmonella/100 ml.*

*El Proyecto de Investigación sobre Reuso en Acuicultura de Aguas Residuales tratadas en las Lagunas de Estabilización de San Juan (CEPIS, 1991) establece que este sistema de tratamiento resulta adecuado para obtener la calidad sanitaria en el agua usada para el cultivo de tilapia del Nilo. Entre las conclusiones se pueden citar las siguientes:*

- El agua de los estanques acuícolas debe tener un nivel máximo de 10,000 coliformes fecales/100 ml, a fin de minimizar el riesgo de contaminación bacteriana del músculo del pez y permitir su consumo humano directo.*
- Se ha observado una disminución de por lo menos un logaritmo entre la carga del agua del efluente*

y de los estanques acuícolas, por lo que el nivel máximo en dicho efluente debe ser de 100,000 coliformes fecales/100 ml.

- Se ha encontrado evidencias de que una exposición prolongada de los peces en aguas conteniendo más de 10,000 coliformes fecales/100 ml puede ocasionar el ingreso de bacterias al músculo del pez. Sin embargo, es posible la autodepuración de estos peces contaminados, si los niveles de coliformes del agua retornan a los valores permisibles en un período de 30 días.

#### 1.2.4.7

#### Lineamientos de control y vigilancia del tratamiento y reuso de aguas residuales

El estudio de riesgos para la Salud por el uso de aguas residuales en agricultura (CEPIS, 1990) ha determinado que existe una relación directa entre la calificación sanitaria (*E.coli* + *Salmonella*) y los coliformes fecales en los productos agrícolas, que permite simplificar las actividades del programa de vigilancia. Por ello este Programa debe efectuarse a través de la cuantificación de coliformes fecales por gramo de verdura e indicar la ausencia de huevos de parásitos o quistes de protozoarios viables en 5 unidades de muestras. El control de la calidad de los efluentes debe efectuarse con la determinación de



coliformes fecales, sin necesidad de identificar Salmonella.

1.2.4.8 Medidas de protección para trabajadores agrícolas y obreros que operan con aguas residuales

Los 5,100 agricultores que riegan con aguas residuales sin tratamientos, están expuestos a un alto riesgo de infestación con bacterias y virus patógenos y parásitos, a lo que se suma la deficiente higiene personal que mantienen este grupo humano. Sólo algunos agricultores "tratan" de evitar el contacto directo con las aguas y acostumbran a lavarse las manos después del riego.

El Reglamento Sanitario para la concesión de aguas negras menciona en su Artículo 30 que el concesionario o arrendatario, según los casos, está obligado a preservar la salud del personal que labora en las faenas agrícolas de los terrenos regados con aguas negras.

Las medidas de protección han sido orientadas principalmente a los obreros que operan las plantas de tratamiento, ya que tienen contacto con las aguas residuales crudas o parcialmente tratadas. Se ha establecido el uso de botas y guantes para la operación de compuertas y remoción de sólidos y se ha

*prohibido al personal ingresar al agua de las lagunas. El riesgo es menor en los agricultores que usan los efluentes de las lagunas, ya que los niveles de patógenos son mínimos.*

*En la Unidad de Acuicultura de San Juan, el personal ingresa al agua para efectuar las labores de pesca usando zapatillas, las que los protegen de riesgos de cortes. Es mínimo el riesgo de contaminación. Como medida de precaución, no sumergen la cabeza en el agua y toman un baño al terminar la faena de pesca, usando un jabón desinfectante. Los obreros son vacunados contra el tétano.*

#### **1.2.5 POLITICAS SECTORIALES EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES DIARRÉICAS Y SALUD OCUPACIONAL**

*La epidemia del Cólera ha generado una valiosa experiencia en el Sector Salud, que incluso ha sido transmitida a los países de la Región. La magnitud del problema obligó a duplicar la cobertura de los servicios de urgencia, capacidad que hasta el momento se mantiene operativa.*

*La estrategia del Sector Salud está actualmente orientada a desarrollar una campaña educativa para prevenir el Cólera y otras enfermedades diarreicas, alternativa menos costosa que la atención de las personas enfermas.*

*Sin embargo, el éxito de este programa será válido si paralelamente se implementan otras soluciones, como el tratamiento de las aguas residuales, uno de los principales vectores para diseminar este tipo de agentes patógenos.*

#### **1.2.6 CONTAMINACION POR DISPOSICION FINAL DE AGUAS RESIDUALES**

*El 82.4% de las aguas residuales generadas por las ciudades peruanas son dispuestas sin ningún tratamiento en ambientes acuáticos superficiales, como ríos, lagos y mares.*

*Una cantidad estimada en 125,600 ha son irrigadas con aguas superficiales de ríos y canales que superan ampliamente los 1,000 coliformes fecales por 100 ml, nivel máximo recomendado por la OMS para el riego de vegetales de consumo crudo. Esta contaminación es ocasionada por los desagües dispuestos en zonas de los ríos previas a la captación. Los valles con mayor nivel de contaminación son los siguientes:*

CIUDAD	AREA IRRIGADA (ha)
▶ Rímac (Huachipa, Chaclacayo), Lima	8,900
▶ Shilcayo (Tarapoto), San Martín	3,200
▶ Chira (Castilla, Catacaos), Piura	35,000
▶ Chili, Arequipa	11,200
▶ Mantaro (Huancayo), Junín	38,500
▶ OTROS VALLES DEL PERU	28,800

La contaminación de las fuentes de agua (ríos) para abastecimiento público es el mayor problema, ya que obliga a las plantas potabilizadoras a incrementar sus costos de tratamiento y optimizar el proceso de desinfección para evitar riesgos por fallas en la operación, que puedan causar serias consecuencias. Ya comentamos el caso del río Rímac que abastece la ciudad de Lima. Otro caso relevante se tiene en la ciudad de Iquitos, en donde un gran colector vierte los desagües en un tramo del río Amazonas, a poca distancia antes de la captación para la planta de agua potable. Es importante mencionar que las aguas superficiales son también contaminadas por relaves mineros, como son los casos de los ríos Hualgayoc (Cajamarca), Moche (Lambayeque) y Cañete (Lima).

La contaminación marina también es notoria en ciudades costeras como Lima, Chimbote y Paita. Según los estudios realizados por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (1987-88) en el circuito de 21 playas de la Costa Verde (Lima), se detectó la contaminación con niveles superiores

a 2,000 coliformes fecales/100 ml en seis playas cercanas a la descarga de los colectores de aguas servidas. Desde 1987, el Ministerio de Salud viene efectuando un control de calidad en las mismas playas antes citadas, habiendo calificado a tres de ellas no aptas como balnearios. Significa que los bañistas están expuestos a enfermedades transmisibles y que se limita el uso recreacional de estos lugares. Pero también la contaminación marina tiene una incidencia en los recursos pesqueros. Es común efectuar la pesca en las zonas de descarga de los grandes colectores, como es el caso de la Chira en Lima. Esta situación también genera un grave impacto económico, al poner en riesgo la comercialización de los productos pesqueros y la actividad turística.

Las excretas acumuladas en letrinas también han generado la contaminación de las aguas subterráneas en algunos lugares. Ventura (1989) observó que las aguas de tres pozos localizados en la Provincia de Huaura presentaban un nivel entre  $5.3 \times 10^4$  y  $3.0 \times 10^3$  coliformes totales por 100 ml, originados por efectos biológicos de incidencia directa o por infiltración provenientes de las letrinas.

1.2.6.1

Impacto del Tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización

La implementación de plantas de lagunas de estabilización en diferentes lugares de la costa ha ocasionado un impacto ambiental, con las siguientes características:

- Redujeron la contaminación de los ambientes acuáticos que antes recibían las descargas de desagües sin tratar. La playa de Ventanilla, ubicada al Norte de Lima, ha reducido su nivel de coliformes en dos logaritmos, desde que se instaló la planta de tratamiento.
- Ha permitido la formación de áreas verdes y cordones ecológicos, que contribuyen a oxigenar la ciudad y brindar áreas de esparcimiento a su población. Lima cuenta con un área de 300 ha de bosque gracias a la Planta de Lagunas de Estabilización de San Juan de Miraflores.
- Contribuye a mejorar los suelos de 4,300 ha de las zonas desérticas de la costa.

- Cuando las lagunas no fueron operadas adecuadamente ocasionaron problemas de malos olores y proliferación de mosquitos. El control de la carga orgánica y la limpieza de vegetación acuática evitan estas molestias.

- Se ha provocado una ligera contaminación de aguas subterráneas en las zonas agrícolas que utilizan las aguas residuales tratadas. Según Foster (1986), el nivel de nitrógeno de estas aguas es superior al requerido por los cultivos, ya que normalmente son regados excesivamente (por inundación) y los terrenos tienen una alta tasa de infiltración. Por tanto, se han encontrado niveles de nitratos ligeramente mayores que en otras áreas cercanas sin riego, pero muy por debajo de los niveles permisibles. Esto no constituye un riesgo, ya que en estas zonas no existen pozos destinados al abastecimiento de agua potable.

*Las áreas agrícolas cercanas a la ciudad, no sólo cumplen la función de abastecer alimentos, sino también contribuyen a oxigenar el ambiente urbano y mantener un nivel de precipitación estable.*

*El riego de estas áreas permite la recarga del acuífero, que en muchas ciudades es la principal fuente de agua potable. La reducción de 25,000 ha de cultivo en Lima Metropolitana y el uso de las aguas subterráneas para el abastecimiento público, han determinado un descenso de 20 m en el nivel de la napa freática. Es por ello, que actualmente los acantilados costeros denominados "Costa verde" están completamente descubiertos de la vegetación, que hace 20 años era abundante.*

*También se pueden citar algunos efectos negativos de la agricultura, como es el proceso de salinización del subsuelo y el acuífero. El uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados, puede contribuir a incrementar el nivel de nitratos en las aguas subterráneas, hasta llegar a niveles que no permitan su aprovechamiento para consumo humano. Se considera que el acuífero puede ser más afectado por los fertilizantes que por las aguas residuales infiltradas en las lagunas de estabilización.*



Otro factor de contaminación es el uso indiscriminado de plaguicidas en la agricultura, especialmente en el cultivo de hortalizas. Las Normas Peruanas permiten el uso de todos los tipos de insecticidas comerciales, incluso de aquellos prohibidos en otros países.

## 1.2.7 SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

### 1.2.7.1 Producción actual y futura de aguas residuales

Se estima que en el año 1993 la población peruana generó 3.85 millones de  $m^3$  de aguas residuales, equivalente a 44.5  $m^3/s$ , de los cuales el 70% son producidos por las ciudades y 23  $m^3/s$  corresponden a la población urbana costera.

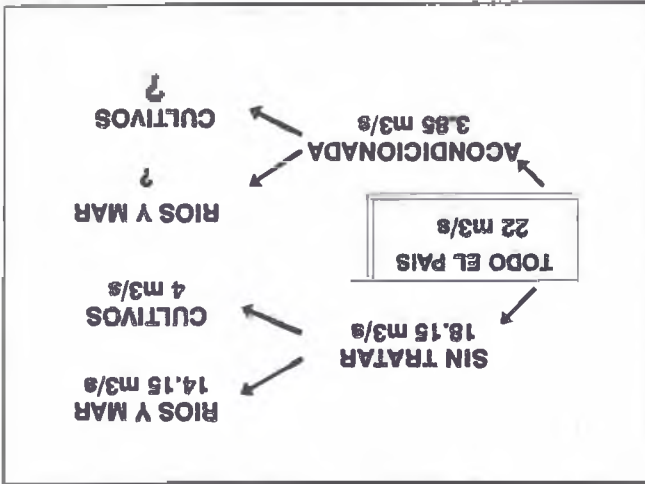
Las proyecciones estimadas hasta el año 2,020 son las siguientes ( $m^3/s$ ):

AÑO	PRODUCCION NACIONAL	PRODUCCION URBANA	PRODUCCION URBANA COSTA
1,993	44.5	31.2	23.1
2,000	52.6	36.8	28.1
2,010	66.8	46.7	33.4
2,020	87.0	60.9	43.5

*En las ciudades peruanas se ha adoptado los sistemas de alcantarillado separativos y combinados.*

*El sistema que predomina en la mayor parte de centros urbanos es el combinado, mediante los cuales se colectan las aguas residuales y el drenaje pluvial. Las tuberías de alcantarillado utilizadas son de concreto normalizado, y en las de mayor diámetro se emplea el concreto armado. En pocas ciudades con alta precipitación se cuenta con un sistema de drenaje pluvial, que trabaja independientemente del alcantarillado.*

*Lima cuenta con una red de alcantarillado de 6,287 km y una densidad de 5 ha/km. Los incrementos promedio de redes en los últimos años ha sido de 150 km. Arequipa, la segunda ciudad del país, cuenta con una red de alcantarillado de 603 km.*



El 64% de las aguas residuales generadas en el país son dispuestas directamente en los ambientes de aguas superficiales.

1.2.7.4

Disposición final

respectivamente. Por el 55 y 68% de las poblaciones urbana y rural, constituía el 56% de la población nacional, conformada la cobertura a 12.5 millones de habitantes, que Potable y del Saneamiento (1981-1990) se logró ampliar Decenio Internacional del Abastecimiento de Agua población rural contaba con este servicio. Durante el nacional y el 57% de la urbana. Menos del 1% de la

En 1980, el sistema de alcantarillado brindaba una cobertura para 5.9 millones de habitantes, el 35% de la población

COBERTURA DE ALCANTARILLADO Y EVACUACION DE EXCRETAS - PERU -

(\*) PROYECCIONES DEL COMITE EJECUTIVO DIAAPS

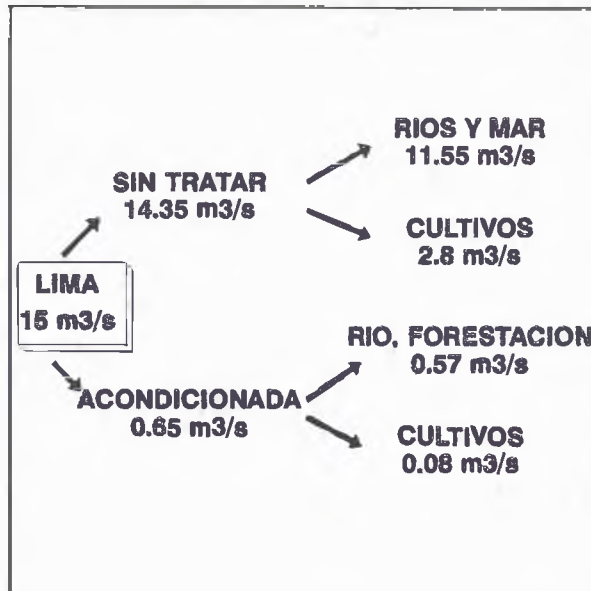
DECENIO INTERNACIONAL DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL SANEAMIENTO (1981-1990) INFORME AL FINAL DEL DECENIO - 1992

AÑO	POBLACION SERVIDA (MILES)	URBANA SERVIDA	RURAL SERVIDA	NO DISPONIBLE
1990 (*)	12520 (56%)	8050 (54%)	1223 (17%)	
1988	8863 (42%)	7640 (55%)	24 (<1%)	
1980	5868 (35%)	5844 (57%)		

Cobertura del sistema

1.2.7.3

Otro 18% es utilizado sin ningún tratamiento para el riego de áreas agrícolas. Sólo el 18% de estas aguas es previamente acondicionado para usarse en la actividad agrícola o descargarse en ríos y mares.



El caso de Lima es más dramático, ya casi el 96% de los desagües se vierten al río Rímac y al Océano Pacífico, sin ningún tratamiento. Las aguas tratadas son utilizadas en el riego de áreas forestales (72%) y agrícolas (12%).

Sólo el 0.6% de las aguas residuales son tratadas antes de disponer en el río Rímac.

#### 1.2.7.5 Características de las aguas residuales domésticas

Son pocos los estudios de caracterización de aguas residuales realizados en el Perú. La mayor información está referida a las aguas crudas que llegan a la planta de lagunas de estabilización de San Juan. A continuación se citan las principales características analizadas en algunas aguas residuales de Lima:

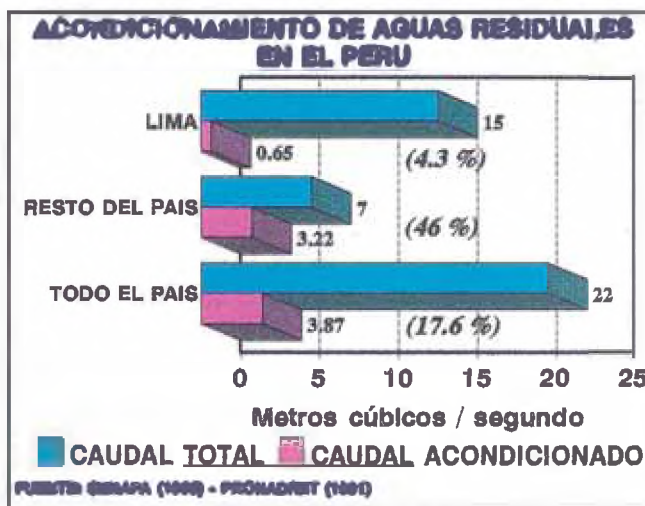
LUGAR	AÑO	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Col.fecal (NMP/100ml)	N-NH <sub>4</sub> (mg/l)
San Juan, Lima	1979	174	6.4x10 <sup>7</sup>	29.3
San Juan, Lima	1983-84	155	4.0x10 <sup>7</sup>	31.8
San Juan, Lima	1986-87		7.2x10 <sup>7</sup>	
San Juan, Lima	1988-90	278	8.6x10 <sup>8</sup>	47.5
Surco, Lima	1985	205	7.6x10 <sup>6</sup>	50.0
Villa El Salvador, Lima	1985	190	6.7x10 <sup>6</sup>	45.0
Callao, Lima	1987-88	550	8.5x10 <sup>7</sup>	
San Martín, Lima	1887-88		5.5x10 <sup>7</sup>	
Las Viñas, Lima	1992	165	1.0x10 <sup>8</sup>	--

También se debe tomar en consideración el marcado cambio que han experimentado las características del agua residual cruda que llega a la planta de lagunas de estabilización de San Juan. Durante el período 1979-90, la DBO<sub>5</sub> sufrió un incremento de 60%, debido a que durante los últimos años esta zona ha sufrido una reducción en la dotación de agua potable, mientras que su población de aporte se ha incrementado notablemente. Esta situación se agudiza en la estación de verano.

## 1.2.8 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

### 1.2.8.1 Cobertura de tratamiento de las aguas residuales en el Perú

De los 22 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales que actualmente se producen en el país, sólo 3.87 m<sup>3</sup>/s son tratadas, antes de utilizarse en el riego agrícola o



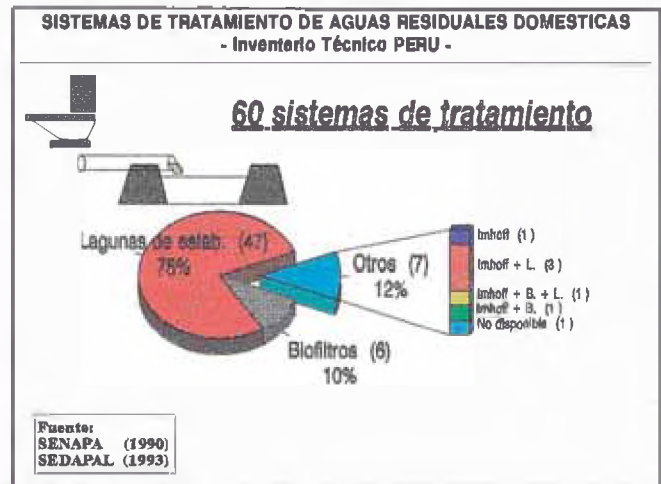
descargarse en ríos y mares. Lima que produce el 68% de estas aguas, tiene la menor cobertura de tratamiento, al tratar 0.65 m<sup>3</sup>/s.

### 1.2.8.2 Sistemas de tratamiento

Desde la década del 60 en el Perú se han sentado las bases para la aplicación de las lagunas de estabilización, como un sistema apropiado para nuestras condiciones, y en especial para las zonas desérticas costeras. El Complejo de Lagunas de Estabilización de San Juan ha marcado un hito en la ingeniería sanitaria nacional y sus logros en materia de investigación tienen trascendencia a nivel

internacional. En esta planta, el CEPIS junto con algunas instituciones nacionales, han definido ciertos criterios de dimensionamiento que son utilizados en los países latinos.

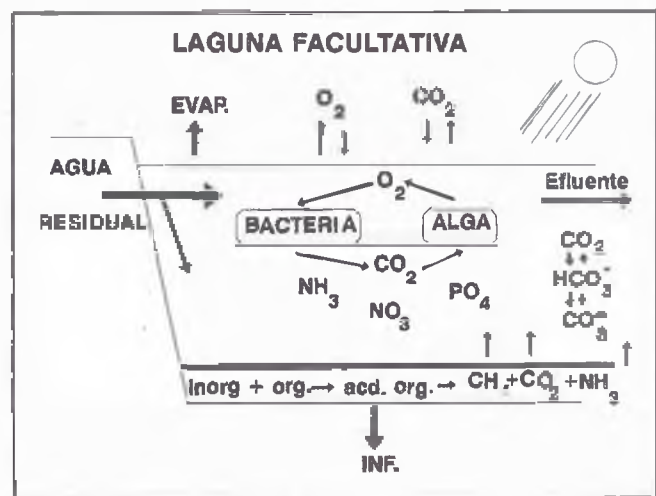
La preferencia de los técnicos por las lagunas de estabilización se ve reflejada en la existencia de 47 plantas, equivalentes al 78% de las existentes en el país. El resto está conformado por Filtros



Percoladores o Biológicos y Tanques Imhoff, ubicados en centros poblados pequeños.

### 1.2.8.3 Diagramas de flujo de los sistemas

El diagrama de flujo del sistema de lagunas de estabilización o facultativas comprende el proceso de sedimentación,



*degradación de la materia orgánica suspendida por la actividad de las bacterias anaeróbicas (capa inferior) y aeróbicas (capa superior) y la fotosíntesis que realizan las algas microscópicas o fitoplancton. Esta última etapa del proceso normalmente ocurre a nivel de las lagunas secundarias.*

#### **1.2.8.4**

#### **Eficiencia de los sistemas**

*En el Perú, al igual que en el resto de países en desarrollo, el objetivo prioritario del tratamiento de las aguas residuales es la remoción de parásitos, bacterias y virus patógenos, antes que la remoción de la materia orgánica y los nutrientes. La opción tecnológica que permite alcanzar este objetivo de "no patógenos" es el sistema de lagunas de estabilización, que en base a procesos naturales durante un período de retención determinado pueden alcanzar una remoción de patógenos superior a otros sistemas.*

*Durante el Proyecto de Reuso en Acuicultura de las Aguas Residuales Tratadas en las Lagunas de San Juan (Moscoso, 1992) se operó el sistema con cargas promedio de 400 kg DBO<sub>5</sub>/ha/día para mantener las lagunas primarias facultativas, pero el manejo de los caudales estuvo supeditado a la calidad del efluente en términos de coliformes fecales. El monitoreo efectuado entre julio de 1988 y abril de 1990 arrojó*



los siguientes valores promedios de los parámetros (mg/l):

PARAMETRO	CRUDO	PRIMAR.	SECUND.	TERC.
<i>DQO total</i>	562	202	183	171
<i>DQO soluble</i>	149	67	53	46
<i>DBO<sub>5</sub> total</i>	278	53	91	80
<i>DBO<sub>5</sub> soluble</i>	67	15	19	15
<i>SS totales</i>	270	96	111	103
<i>SS volátiles</i>	229	88	100	94
<i>Fósforo total</i>	7.70	4.73	4.76	4.54
<i>Ortofosfatos</i>	4.02	2.22	1.12	1.60
<i>N - orgánico</i>	19.25	8.16	10.58	10.55
<i>N - amoniacal</i>	47.49	22.11	7.12	1.78
<i>Alcalinidad total</i>	260	210	154	135
<i>Clorofila A (ug)</i>	0	943	1139	1113

Con un período de retención entre 57 y 32 días de acuerdo a la época fría y cálida, respectivamente, se logró la siguiente eficiencia de remoción:

- 100% de helmintos y protozoos entéricos, que por lo general ocurre en la laguna primaria cuando el período de retención es mayor de 10 días.
- 100% de enterovirus durante el proceso completo. Los virus detectados en el crudo, no fueron aislados en el efluente final del sistema.

- 99.9892 a 99.9992% de coliformes fecales, que equivale a remover de 4 a 5 logaritmos, siendo mayor en la época de calor.
- 71.22% de DBO<sub>5</sub>. Los valores más bajos se logran en las lagunas primarias, pero luego se incrementan en el resto del sistema, debido a la gran proliferación de fitoplacton.
- 61.85% de los sólidos suspendidos totales. La variación de los niveles tiene la misma tendencia que la DBO.
- 41% del fósforo total, 45% de nitrógeno orgánico y 96% de nitrógeno amoniacal.

Es importante indicar que la remoción de materia orgánica y nutrientes no es interesante cuando el efluente es destinado al riego agrícola. La remoción del 96% de nitrógeno amoniacal es muy importante en la acuicultura, para no sobrepasar el límite de tolerancia de los organismos acuáticos cultivados.

Evaluaciones preliminares efectuadas en 1991, permiten asumir la gran capacidad de las lagunas de estabilización para remover el Vibrio Cholerae.

Una de las ventajas del sistema de lagunas de estabilización es la simplicidad de su operación y mantenimiento. Sin embargo, muchas plantas tienen serias deficiencias de operación por las siguientes razones:

- Existe la idea errónea de que las lagunas se operan solas y no necesitan mantenimiento.
- La mayoría de plantas no cuentan con una supervisión técnica, ni programas de control y monitoreo.
- Los caudales no son regulados de acuerdo a la capacidad de las lagunas. La mayoría son sobrecargadas y provocan malos olores.
- La limpieza de natas y vegetación es muy esporádica o no se realiza, reduciendo la capacidad de tratamiento y favoreciendo la proliferación de zancudos. Las cámaras de rejillas funcionan mal o están deterioradas.
- Las lagunas no han sido diseñadas para drenarse rápida y totalmente, ya que no cuentan con sistema de desagüe por el fondo.

*Por ello, el secado demanda mucho tiempo y se tiene que recurrir al uso de bombas.*

- *No se realiza con regularidad la limpieza de lodos de las lagunas, ocasionando significativa reducción de la capacidad del sistema. La mayoría de lagunas nunca han contado con remoción de lodos. Otras se han limpiado a los 10 y 15 años.*
  
- *Las lagunas más antiguas, como el caso de San Juan que tienen 30 años, han sufrido un importante deterioro de diques, ya que fueron construidas con los suelos arenosos propios del lugar. Esta situación exige una rápida y completa rehabilitación del Complejo.*

*A los problemas mencionados se puede añadir la ineficiente administración de las plantas, que es aprovechada por los agricultores para operar los caudales de acuerdo a sus intereses particulares, provocando sobrecargas repentinas y desestabilización del sistema.*

#### 1.2.8.6

#### Costos de operación

Otra de las ventajas del sistema de lagunas de estabilización es el bajo costo de operación y mantenimiento, ya que no requieren productos químicos, equipos, energía y mano de obra muy tecnificada. El análisis económico efectuado en el Proyecto de Reuso en Acuicultura de las Aguas Residuales Tratadas en las Lagunas de Estabilización de San Juan (1992), ha permitido estimar los costos para una Planta con las siguientes características:

- Población atendida : 50,000 habitantes
- Caudal del crudo : 100 l/s
- DBO<sub>5</sub> del crudo : 250 mg/l
- Coliformes fecales del crudo :  $1 \times 10^9$ /100 ml
- Temperatura mínima del agua : 17°C
- Tasa de evapofiltración : 1.3 cm/día

Para lograr un efluente con una calidad sanitaria equivalente a 10,000 coliformes fecales/100 ml, se requiere construir una planta con ocho baterías de lagunas primarias y secundarias, que con 16 ha de espejo de agua aseguren un período de retención de 35 días. Esta planta valorizada en EUA\$250,000 (sin costo de terreno) tendrá un costo de operación anual de EUA\$9,000, conformado por los siguientes rubros (en EUA\$):

-	Supervisión técnica (tiempo parcial):	1,800
-	Mano de obra calificada	: 1,800
-	Mano de obra no calificada	: 2,400
-	Vigilancia nocturna	: 1,440
-	Análisis de Laboratorio	: 720
-	Materiales e insumos	: 240
-	Mantenimiento instalaciones y equipos:	600

Bajo estas condiciones, el costo del tratamiento será de  $EUA\$0.0062/m^3$  de efluente. En una planta más pequeña, con capacidad para tratar 30 l/s, el costo de producción se eleva a  $EUA\$0.0105$  (34% más). En cambio, este costo puede reducirse a  $EUA\$0.0042$  en la planta de 100 l/s localizada en una zona tropical, en donde la temperatura asumida para el diseño es de  $25^{\circ}C$  y por lo tanto se reduce el área y la mano de obra no calificada al 50% de la anterior.

### 1.2.9 USO DE AGUAS RESIDUALES

#### 1.2.9.0 Desarrollo histórico

En 1964 se construyó al Sur de Lima el Complejo de Lagunas de Estabilización de San Juan, permitiendo la forestación de 300 ha, que actualmente constituyen parte del denominado "Cinturón Ecológico de Lima". Paralelamente, las áreas desérticas adyacentes al Complejo fueron invadidas por algunos agricultores,

*quienes rápidamente detectaron el valor de estas aguas y ahora trabajan 70 ha de cultivos agrícolas.*

*El crecimiento explosivo de Lima en las tres últimas décadas ha transformado más de 20,000 ha agrícolas en urbanizaciones. Algunos agricultores han luchado por mantener el uso agrícola de sus tierras, pero su abastecimiento de agua se ha visto reducido e incluso interrumpido por la destrucción de los canales de riego provenientes de los ríos Rímac y Chillón. Por tanto, la supervivencia de 3,000 ha agrícolas ha sido posible gracias a las aguas residuales.*

*Casos similares al anterior se han presentado en otras ciudades de la costa, tal como Trujillo, Chiclayo y Piura, en donde en forma espontánea se utilizan las aguas residuales sin tratamiento. El único caso de riego planificado se ha realizado en un área de 200 ha, aledaña a la ciudad de Tacna.*

*En 1988 se implementó la Unidad Experimental de Acuicultura de San Juan, que ocupa un área de 14,400 m<sup>2</sup> y es abastecida por un efluente del Complejo de Lagunas de Estabilización de San Juan. Esta Unidad permitió ejecutar el Proyecto de investigación de Reuso en Acuicultura y actualmente se mantiene operando con fines demostrativos.*

*En 1992 se ha construido una planta de tratamiento, compuestas por un reactor anaeróbico de flujo ascendente y dos lagunas de estabilización, para regar un campo de Golf, alternativa tecnológica que puede aplicarse en general para el riego de las áreas verdes de la ciudad.*

*En 1993, la Universidad Nacional de Ingeniería construyó un módulo de tratamiento de aguas residuales, que pretende evaluar diferentes alternativas tecnológicas. Igualmente, la Universidad Nacional Agraria La Molina está implementando otro módulo de reuso de aguas residuales en agricultura, piscicultura y forestales en un campo agrícola de 23 ha. Ambos proyectos, que pretenden una autogestión, tienen como objetivos el desarrollo tecnológico y la capacitación de técnicos y profesionales.*



**1.2.9.1****Situación actual**

*Según el Ministerio de Agricultura, el Perú tenía en 1991 las siguientes áreas de reuso de aguas residuales (ha):*

<b>CIUDAD</b>	<b>AREAS CON TRATAMIENTO</b>	<b>AREAS SIN TRATAMIENTO</b>
<i>Piura</i>	<i>116</i>	<i>0</i>
<i>Chiclayo</i>	<i>0</i>	<i>390</i>
<i>Trujillo</i>	<i>0</i>	<i>260</i>
<i>LIMA</i>	<i>78</i>	<i>3,078</i>
<i>Ica</i>	<i>200</i>	<i>0</i>
<i>Tacna</i>	<i>200</i>	<i>0</i>
<b>TOTAL</b>	<b>594</b>	<b>3,728</b>

*Las cifras revelan que actualmente existen más de 3,728 ha agrícolas regadas con aguas residuales, de las cuales sólo el 14% reciben aguas con algún tratamiento previo.*

1.2.9.2

Planes futuros

El Ministerio de Agricultura, a través de su Programa Nacional de Reuso de Aguas Residuales para Riego Agrícola ha proyectado invertir EUA\$97.5 millones para desarrollar 18,000 ha agrícolas. La primera etapa considera la implementación de 9,461 ha en las siguientes ciudades:

- San Bartolo (Lima)	:	4,300 ha
- Ventanilla (Lima)	:	550 ha
- Villa El Salvador (Lima)	:	475 ha
- Trujillo (La Libertad)	:	1,386 ha
- Chiclayo (Lambayeque)	:	1,300 ha
- Piura (Piura)	:	1,000 ha
- Ica (Ica)	:	450 ha

El Servicio de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) ha elaborado el Estudio de Reuso de Aguas Servidas para irrigar las Zonas Aridas ubicadas en el Sur de Lima. Este proyecto, inicialmente elaborado en 1985 por la Empresa israelí TAHAL, comprende las siguientes acciones:

- Conducir 13 km un caudal de 2 m<sup>3</sup>/s del colector Surco que recoge los desagües del Cono Sur de Lima.

- *Implementar un sistema de tratamiento por lagunas aireadas facultativas para uso forestal y por recarga del acuífero para uso agropecuario.*
  
- *Distribución y riego a presión de 4,500 ha para el desarrollo agrícola y ganadero.*

*El costo del proyecto fue estimado en EUA\$69 millones, de los cuales 2/3 correspondería a la conducción y tratamiento de las aguas.*

*Un segundo Estudio del Proyecto de San Bartolò ha sido realizado en 1989 por la Agencia Internacional de Cooperación del Japón (JICA), básicamente referido a la conducción y tratamiento mediante lagunas de estabilización de 4 m<sup>3</sup>/s para el riego de 4,800 ha. En este caso se estimó una inversión de EUA\$98 millones, correspondiendo el 78% al sistema de conducción.*

*Actualmente, el Ministerio de la Presidencia a través del Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado (PRONAP) y contando con la cooperación técnica japonesa se está desarrollando los estudios definitivos del tratamiento, reuso y disposición final de las aguas residuales del cono sur de Lima Metropolitana que pondrá fin a la descarga al mar sin tratamiento del colector Surco en la zona de La Chira.*

Otro Proyecto implementado por SEDAPAL está localizado en el Cono Norte de Lima, en donde se pretende desarrollar 350 ha agrícolas en el área desértica de Piedras Gordas. Paralelamente se están desarrollando los estudios para el tratamiento y disposición final de las aguas residuales del distrito de Puente Piedra.

#### 1.2.9.3

#### Usos específicos

##### a) Agricultura :

La agricultura es la principal actividad desarrollada con el reuso de las aguas residuales en el Perú. No se tiene referencias de que la productividad mejore por el uso de aguas residuales, pero si que se sustituye por completo la fertilización artificial. Un total de 3,950 ha son utilizadas en el país (91% del área de reuso) para los siguientes cultivos agrícolas:

<i>TIPO DE CULTIVO</i>	<i>PRODUCTIVIDAD (kg/ha)</i>	<i>AREA (ha)</i>	<i>PRODUCCION (TM/año)</i>	<i>TIPO DE AGUA</i>
<i>Algodón</i>	<i>3,500</i>	<i>200</i>	<i>700</i>	<i>tratada</i>
<i>Maíz grano</i>	<i>5,000</i>	<i>460</i>	<i>2,300</i>	<i>ambas</i>
<i>Maíz forraje</i>	<i>100,000</i>	<i>156</i>	<i>1,560</i>	<i>tratada</i>
<i>Alfalfa</i>	<i>20,000</i>	<i>20</i>	<i>400</i>	<i>tratada</i>
<i>Camote</i>	<i>24,000</i>	<i>18</i>	<i>432</i>	<i>tratada</i>
<i>Caña de azúcar</i>	<i>18,000</i>	<i>260</i>	<i>4,680</i>	<i>cruda</i>
<i>Hortalizas</i>	<i>40,000</i>	<i>2,908</i>	<i>116,320</i>	<i>cruda</i>

*Se ha estimado que las 4,022 ha de campos agrícolas regados con aguas residuales están produciendo más de 126,000 TM anuales de productos varios, correspondiendo el 92% a hortalizas como cebolla, espinaca, albahaca, acelga, perejil, culantro, lechuga, col, coliflor, ají y tomate. En algunos lugares menos productivos se produce camote.*

*Los cultivos industriales como el algodón y los forrajes como maíz y alfalfa no requieren efluentes de alta calidad, sin embargo están siendo regados con aguas tratadas. El riego de*

la caña de azúcar con desagües crudos puede ser de poco riesgo por tratarse de un producto industrializado, pero si lo es para los trabajadores. El mayor riesgo está dado en los cultivos de hortalizas, que son regados con aguas sin tratamiento, como en el caso de las 3,078 ha ubicadas en Lima. Por lo tanto, es urgente la restricción de estos cultivos, mientras no se implemente un sistema de tratamiento altamente eficiente.

El Proyecto de San Bartolo proyecta desarrollar 4,700 ha con los siguientes cultivos:

<i>CULTIVO</i>	<i>AREA (ha)</i>	<i>PRODUCCION (TM)</i>
<i>Algodón</i>	<i>2,700</i>	<i>9,500</i>
<i>Maíz grano</i>	<i>400</i>	<i>2,000</i>
<i>Maíz forraje</i>	<i>550</i>	<i>57,000</i>
<i>Alfalfa (forraje)</i>	<i>300</i>	<i>6,000</i>
<i>Pasto Rhodes</i>	<i>250</i>	<i>6,000</i>
<i>Hortalizas varias</i>	<i>500</i>	<i>20,000</i>
<b><i>TOTAL</i></b>	<b><i>4,700</i></b>	<b><i>100,500</i></b>

Los cuatro primeros cultivos serán regados con efluentes provenientes de lagunas facultativas y las hortalizas recibirán al agua recuperada del acuífero previamente recargado con

*aguas residuales.*

***b) Forestales :***

*La actividad forestal que actualmente ocupa 300 ha se ha orientado a la formación de bosques con fines ecológicos y recreativos. En el área de San Juan (Lima) se cuenta con un Parque Zonal de 120 ha, constituido por un bosque de Eucaliptos. Además, cuenta con un vivero forestal, para abastecer otras áreas de forestación de la ciudad.*

*En todos los proyectos de tratamiento y reuso de aguas residuales se cuenta con un área forestal perimétrica, utilizada como barrera de viento, que evita la difusión de malos olores, además de mejorar el ornato del lugar.*

*La Universidad Nacional Agraria La Molina está implementando el Proyecto "Módulo Piloto de tratamiento y reuso de aguas residuales en agricultura, acuicultura y forestales en las Viñas de La Molina. En este caso, el componente forestal tiene un propósito productivo, además de conformar un cordón perimetral. En un área total de 8.6 ha se pretende obtener la siguiente producción anual:*

-	<i>Plantas de vivero</i>	<i>100,000</i>	<i>und.</i>
-	<i>Arboles</i>	<i>82,000</i>	<i>und.</i>
-	<i>Semilla de arboles</i>	<i>2,400</i>	<i>kg</i>
-	<i>Leña y carbón</i>	<i>4,700</i>	<i>kg.</i>

*Además de los productos señalados, se espera desarrollar una producción apícola.*

***c) Pecuaria :***

*La ganadería es una actividad complementaria a la agrícola. En San Juan, existen alrededor de 60 cabezas de ganado vacuno, que aprovechan la producción de forrajes. También algunos agricultores cuentan con un número pequeño de ganado ovino.*

*La vegetación sembrada en los taludes internos de los estanques piscícolas es aprovechada por pastores de ovinos.*

*El proyecto de San Bartolo ha considerado dentro de su programa agropecuario la producción anual de 22 millones de litros de leche y el sacrificio de 3,500 cabezas de ganado vacuno.*



**d) Acuicultura :**

*La piscicultura es una nueva alternativa que se está proponiendo dentro de las actividades de reuso de las aguas residuales. Es por ello que el CEPIS y la UNALM ejecutaron el Proyecto de Reuso en Acuicultura de las aguas residuales tratadas en las Lagunas de Estabilización de San Juan durante los períodos 1983-84 y 1988-90.*

**e) Riego de areas verdes y campos deportivos**

*El Parque Zonal Huayna Cápac ubicado en San Juan incluye 12 ha de campos recreacionales con cobertura vegetal regada con aguas residuales tratadas. Este campo es regado dos días por semana, evitando el ingreso del público hasta después de 48 horas del riego.*

*Un tramo del acantilado costero de Lima está siendo irrigado con aguas residuales tratadas para recuperar la cobertura vegetal que antiguamente existía. Para ello se ha implementado un pequeña planta de sedimentación y filtros percoladores, que abastecen de 1 l/s para el riego por goteo.*

*El Club de Golf La Planicie está manteniendo sus campos mediante el riego con un efluente tratado en un reactor anaeróbico de flujo ascendente y dos lagunas facultativas de acabado.*

*f) Uso de lodos*

*Después de 5 y 8 años de operación continua, las lagunas primarias y secundarias, respectivamente son drenadas para extraer los lodos acumulados. Luego de un período de secado de 3 a 6 meses, los lodos son recolectados con un cargador frontal y trasladados a un área cercana para continuar su secado.*

*Los lodos extraídos de las Lagunas de estabilización de San Juan son almacenados por un año, para luego ser utilizados como abono o mejoradores de suelos arenosos. La Empresa de Peajes de Lima Metropolitana viene utilizando este material para preparar la tierra existente en la berma central de las autopistas, en donde luego se plantan árboles.*

#### 1.2.9.4

#### Variables restrictivas para el uso de las aguas residuales

*La principal variable restrictiva para el uso de aguas residuales en agricultura es la presencia de desechos industriales. Por un lado, estos productos pueden inhibir el proceso biológico en las lagunas, y por otro, podrían bioacumularse en vegetales y peces cultivados, especialmente si son destinados al consumo humano directo.*

*Aún cuando la legislación establece que las industrias deben tratar sus aguas residuales in situ, antes de disponerlas en el alcantarillado público, pocas empresas cumplen con estas disposiciones, valiéndose del deficiente control de los organismos estatales.*

#### 1.2.9.5

#### Aceptación de los productos obtenidos

*No hay estudios sobre la aceptación de los productos agrícolas por parte de los consumidores. Estos desconocen la procedencia de los alimentos que adquiere, por lo tanto no son conscientes del riesgo sanitario a que están expuestos. Algunas encuestas esporádicas de la prensa, permitieron conocer que la población de bajos recursos acepta pasivamente la procedencia y el riesgo a que los someten.*

*Dentro de las causas de la mortalidad infantil, las enfermedades diarreicas son altamente preocupantes en la región latinoamericana; la mortalidad en menores de un año de vida presenta tasas entre 0.5 y 967.3 por 100.000 nacidos vivos y varía de acuerdo a la salud sanitaria de los países, la información de las últimas encuestas realizadas por los países de la Región registra un promedio de cuatro episodios de diarrea anuales por niño. La contaminación del agua y de los alimentos constituyen importantes factores de riesgo de enfermedades diarreicas; se ha calculado que 70% de 1.400 millones de episodios de diarrea que afectan a los niños de 5 años en todo el mundo se debe a patógenos transmitidos por el agua y los alimentos. Las cepas patógenas de Escherichia coli causan 25% de las diarreas en el mundo.*

*La capacidad de renovación de los cuerpos de agua es finita, no obstante, muchos asumen que la naturaleza puede asimilar en forma ilimitada todo tipo de contaminante. Es por ello que en los niveles de decisión política de nuestros países no se le ha otorgado la prioridad necesaria a la descontaminación de los cursos superficiales de agua. Tampoco existe en los diversos sectores de nuestra sociedad una percepción cabal de los efectos que podría ocasionar en la salud la disposición de aguas residuales sin tratamiento previo.*

*Un ejemplo de impacto económico derivado de la contaminación lo experimentan las plantas de agua de potable que incrementan sus costos debido a la pobre calidad del agua cruda que procesan, ya que requieren mayor cantidad de compuestos químicos en el proceso de desinfección para garantizar la calidad del agua de consumo humano. En sistemas sofisticados de potabilización o de alta tecnología, cualquier error humano o falla de los equipos puede provocar episodios lamentables de brotes epidémicos ocasionados por el suministro de agua sin tratamiento adecuado.*

### **1.3 HISTORIA DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO**

*San Juan de Lurigancho cumplió el día 13 de Enero del presente, treinta años de creación como nuevo Distrito. No obstante de ser un Pueblo Histórico y estar a cuatro Kilómetros de la Plaza de Armas de Lima, es aun desconocido para los que recién han venido a habitar a este distrito y para quienes lo llegan a visitar.*

*Lurigancho, cuyo nombre proviene del Aymara "Hurín Huanchoc" que quiere decir "BUENA COSECHA", símbolo de abundante producción agrícola por la fertilidad de sus tierras, tuvo grandeza desde la época Pre-Colombina, hasta el año 1,899 en que Chosica le arrebató la sede; primitiva capital del Distrito de San Juan de Lurigancho.*

*El curaca de "Hurin Huanchoc", fue el gobernante de la Comunidad hasta la llegada del Inca Pachacutec, quién los sometió al Imperio Incaico.*

*Como testimonio de apogeo y grandeza de Lurigancho, quedan las ruinas arqueológicas de Canto Chico, El Sauce, Mangamarca, Campoy, Pedreras, Huachipa y la ciudad de Cajamarquilla, entre otras.*

*En la Conquista y el Virreynato, los españoles construyeron en Lurigancho grandes mansiones de descanso y esparcimiento, dotandole de títulos nobiliarios a sus moradores.*

*El 18 de Abril 1665, el Rey Carlos II otorgó el título de Castilla y primer Conde de Lurigancho, al Maestro de Campo General Luis de Santa Cruz y Padilla, descendiente de Francisco Pérez, quien vino al Perú con Francisco Pizarro.*

*El Conde de Lurigancho, quién a la vez era tesorero perpetuo de la Real Casa de la Moneda, por méritos y servicios prestados a la Corona, fue propietario de extensos terrenos, abarcando hasta Santa Eulalia. Fue propietario una casa solariega de campo, con esclavos negros, y calesas; el Valle contaba con un ejército poderoso denominado "LOS PREGONEROS DE LURIGANCHO" siendo los mejores uniformados.*

*En la Independencia, fue creado oficialmente el Distrito de Lurigancho por el Libertador Don Simón Bolívar en 1825, por los grandes Servicios prestados a la causa de la INDEPENDENCIA.*

*En 1899, por Ley del Gobierno de Pierola, la sede de la capital de Lurigancho pasa a Chosica, quedando prácticamente abandonado. El 13 de enero de 1967, se crea el nuevo Distrito de San Juan de Lurigancho con Ley N°*

16382, y en diciembre de 1969, el Gobierno Revolucionario del General Juan Velasco Alvarado, nombra como su primer alcalde al Dr. Luis Suárez Cáceres. Actualmente el Alcalde elegido por el voto popular para el período del año 1996 - 1998 es el abogado Oscar Venegas.

El distrito de San Juan de Lurigancho; estuvo integrado en un inicio por los Centros Poblados: Tres Compuertas, Urbanización Zárate, parcelación Rústica Zárate, Fundo Mangamarca, San José, San Cristóbal, Vista Alegre, Santa Rosita, Urbanización Popular Caja de Agua, Urb. Popular Chacarilla de Otero, Hacienda Flores, Parcelación y Urb. Canto Grande, PP.JJ. Canto Chico, Fundo San Hilarión, Santa María, Santa Clarita, Palomares, Fundo Queirolo y Hacienda Campoy.

En 1980 durante el segundo gobierno del Arquitecto Fernando Belaúnde Terry nace un gran proyecto denominado "CIUDAD SATÉLITE CANTO GRANDE", el cual marca el inicio del presente tema de Tesis.

Los límites de San Juan de Lurigancho son

Por el Este : La margen derecha del río Rimac y la división de los cerros Pedreros y Campoy.



*Por el Norte : La cadena de cerros de Canto Grande hasta la cumbre de los cerros Mata Caballo Chico y Mangamarca, hasta la Quebrada de Viscachero.*

*Por el Oeste : La Cadena de cerros de Amancaes hasta el distrito del Rimac en la zona de Piedra Liza y la divisoria del cerro San Cristóbal y el Río Rimac.*

*Por el Sur : Con el distrito del Agustino.*

#### **1.4 ANTECEDENTES DEL PROYECTO.**

*Si hacemos un recorrido histórico de lo que es hoy ciudad Mariscal Cáceres, antes de llegar a éste nombre pasó por muchos otros, así tenemos:*

*A inicio de su segundo gobierno (1,981), Fernando Belaúnde Terry busca una zona para edificar una gran ciudad Satélite, siendo idónea las pampas de Canto Grande; así nace la primera denominación: "Ciudad Satélite Canto Grande"; en 1,983 debido a que los lotes del proyecto iban a ser repartidos en su mayoría a los trabajadores de construcción civil y en homenaje a ellos toma el nombre de "Ciudad de los Constructores de Canto Grande".*

*Durante el gobierno del Dr. Alan García Pérez (1,985), se le denomina "Ciudad Bolognesi" en honor al héroe Nacional. Siguiendo con los cambios, y tomando en cuenta los héroes de la guerra con Chile, se le denomina "Ciudad Mariscal Cáceres".*

#### **1.4.1 BREVE RESEÑA HISTORICA**

*Se ha mencionado, los cambios de nombre que a sufrido la Ciudad Mariscal Cáceres, a continuación se detalla estos cambios en forma cronológica:*

*1981 El Arquitecto Fernando Belaúnde Terry, buscando zonas para edificar y programar su plan de vivienda de 1980 a 1985 durante un recorrido aéreo, se ubica en las pampas de Canto Grande, y es donde viene la idea de cambiar ese campo lleno de piedras en una habilitación urbana. En su gobierno hubieron tres tipos de construcciones:*

- a) Departamentos o viviendas unifamiliares, debidamente contruidos y acabados.*
- b) Habilitaciones Urbanas con núcleos básicos.*
- c) Habilitaciones Urbanas de lotes con servicio.*

*En la zona, se planteó construir los tres tipos de viviendas.*

*1982 Se inicia el proyecto, ideando separarlo en tres sectores: Sector I, Sector II, Sector III, en cuya presentación, los lotes son regulares, presentando las siguientes características:*

*Lotes de esquina serán de 105m<sup>2</sup> (7\*15)*

*Lotes medianeros serán de 90m<sup>2</sup> (6\*15)*

*Vivienda taller serán de 140m<sup>2</sup> (7\*20)*

*Lotes comerciales de 450 m<sup>2</sup> (20\*22.5)*

*El proyecto es ambicioso y grande contando con cerca de 10,000 lotes y todos los equipamientos propios de una ciudad.*

*1984 Aprobados los proyectos de habilitación urbana por los concesionarios correspondientes, se programa su ejecución, por sectores, por lo grande que es todo el conjunto.*

*El gobierno de turno encarga la construcción de redes de agua potable, alcantarillado y electrificación a nivel de acabado; las pistas y veredas a nivel de imprimación de la siguiente manera:*

*Sector I A cooperación popular, con la finalidad de sortear los lotes entre sus trabajadores. Comienza el trabajo de habilitación Urbana con equipos propios, cuando se están llevando a cabo los trabajos preliminares: trazos y replanteo, habilitación de campamentos, limpieza del terreno; se abandona la tarea por que, el equipo es trasladado a Piura y Tumbes, de emergencia, para atender los daños producidos por el fenómeno del niño.*

*Debido a esto es invadido por grupos organizados, que no respetaron la lotización, ni el manzaneo proyectado. Se invadió lotes incluso destinados a equipamiento como el que ocurrió con el terreno separado para el centro de salud, propio de una ciudad.*

*Sector II A ENACE (Empresa nacional de edificaciones), que hace realidad la habilitación urbana, Obra que al terminarse, quedó como una*

*isla entre los sectores I y III.*

*Sector III      Quedo en compás de espera.*

*1985      Invaden el sector I en su totalidad y el sector III en un 80%*

*El sector I es el ingreso a la ciudad Mariscal Cáceres. Luego se llega al sector II; el sector III ubicado al costado izquierdo del sector II, se crea el sector IV, ubicado al costado derecho del sector II.*

*En años posteriores se invade la continuación del sector II, creándose los asentamientos humanos Motupe y Montenegro; quedando así, el sector II como una isla rodeada de Asentamientos humanos carentes de servicios.*

#### **1.4.2 SITUACION ACTUAL DE LA LOCALIDAD**

*La Ciudad Mariscal Cáceres, cuenta actualmente con 4 sectores, Sector I, Sector II, Sector III y Sector IV.*

*El sector II, cuenta con servicios de agua potable y Alcantarillado a nivel de conexiones domiciliarias así como de electrificación, veredas y pistas a nivel de afirmado.*

*Se ha implementado la construcción de viviendas básicas, por medio de organizaciones técnicas financieras como mutuales, el Banco Central Hipotecario y el propio Enace, en la actualidad es la zona mejor constituida.*

*El sector I, III y IV contaban con piletas públicas instaladas por ENACE, aplicando el método de habilitación urbana progresiva, que consistía en contar con proyectos aprobados por el concesionario (SEDAPAL caso de Lima), instalar las tuberías definitivas utilizando el mínimo recorrido y usando una conexión domiciliaria abastecer a una pileta ubicada adecuadamente, para así atender a cada 40 a 50 lotes. Se da este tipo de instalación con la finalidad de que los pueblos se organicen y realicen los trámites correspondientes para continuar con las obras hasta su culminación.*

*Para esto se ha contado con la construcción de las obras complementarias, consistentes en cámaras de bombeos y rebombeos de agua potable desde Zárate hasta Canto Grande (AV. el Bosque y Wiese), y de allí a los reservorios R1 en la primera zona de presión, de allí al R2 en la segunda zona de presión, de allí al R3 en la tercera zona de presión y por último de allí al R4 en la cuarta zona de presión.*

*El área de influencia de este estudio se encuentra en el sector III de la ciudad Mariscal Cáceres, entre las zona de presión III y IV.*

*Actualmente el servicio de agua potable es racionado, de tal forma que, cuando falta agua en los distintos sectores, el abastecimiento es a través de camiones cisternas. Estos camiones, a su vez, se abastecen del surtidor de agua ubicado en el cruce de las avenidas Wiese y el Bosque administrado por la municipalidad de San Juan de Lurigancho.*

*Los pobladores compran el agua a precios elevados y la almacenan en cilindros embreados y/o pozas de albañilería, utilizando tapas de madera, cartones y plásticos. Con esta práctica no se asegura una buena calidad sanitaria del agua de consumo.*

Con respecto a la red de alcantarillado, al no contar con ella, la evacuación de excretas la realizan en tetrinas conocidas por la población como rillos. Las aguas residuales del lavado lo arrojan a la vía pública creándose de esta manera condiciones favorables para focos infecciosos y de contaminación.

La mayoría de los pueblos organizados han tramitado sus prestamos ante el FONAVI para concluir con su habilitación urbana con la construcción de redes de agua y desagüe, con conexiones domiciliarias, y electrificación.



***CAPITULO*** **2**

## **CAPITULO II**

### **GENERALIDADES**

#### **2.1 UBICACION**

*La Ciudad Mariscal Cáceres se ubica en el área de expansión urbana Este de Lima metropolitana, margen derecha del río Rímac, quebrada de Canto Grande, provincia y departamento de Lima, distrito de San Juan de Lurigancho; a 30 minutos del centro político de la ciudad.*

*Está entre las coordenadas: 77°00' a 77°01' de longitud Oeste y 11°59'30'' de latitud Sur.*

#### **2.2. LIMITES**

*Los límites de la Ciudad Mariscal Cáceres son: por el Norte está rodeado por una cadena de cerros; por el Sur la Avenida Santa Rosa, por el Este el Asentamiento Humano Cruz de Motupe (con el jirón "final") y por el Oeste las asociaciones de vivienda Buenos Aires y Los Alamos.*

## **2.3 CARACTERISTICAS DE LA LOCALIDAD**

### **2.3.1 Topografía**

*La Ciudad Mariscal Cáceres presenta un terreno con pendiente uniforme que disminuye de Nor-Este a Sur-Oeste en 30 ‰ (30 por mil).*

*La cota más baja que presenta la Ciudad Mariscal Cáceres es de 260 m.s.n.m.; y la cota más elevada es de 380 m.s.n.m.*

*En las direcciones Nor-Oeste y Sur-Este se presentan elevaciones de origen intrusivo que prácticamente encierran a la Ciudad Mariscal Cáceres.*

### **2.3.2 Clima**

*El clima en esta área es diferente al de los demás distritos de Lima, excepto el distrito de la Molina, con el que tiene similitud.*

*En la estación de invierno se aprecia nubes altas que cubren los picos de los cerros aledaños. En esta misma estación, se presentan días de sol, esto no es extraño para los pobladores del lugar.*

*En verano la temperatura es elevada, en los meses de Febrero y Marzo se presentan vientos fuertes se convierten en remolinos arrastrando consigo polvo, papeles y todo tipo de material liviano que se encuentra en su camino.*

### **2.3.3 Temperatura.-**

*La Ciudad Mariscal Cáceres presenta una temperatura media anual de 18 °C. Las temperaturas máximas ocurren en el mes de febrero llegando a valores entre los 28 a 30 °C.*

*Por tener similitud con el clima del distrito de la Molina y a modo de comparación, se presentan valores de temperaturas máxima media (cuadro N°1 y gráfico N°1), temperatura media mensual (cuadro N°2 y gráfico N°2) y temperatura mínima media (cuadro N°3 y gráfico N°3), medidas en la estación Alexander Von Humboldt del SENAMHI ubicada en el distrito de La Molina a una altura de 238 m.s.n.m.*

### **2.3.4 Humedad Relativa**

*Es la cantidad de gramos de agua que existen en una parcela de aire húmedo entre la cantidad de gramos de agua que pueden existir en una misma parcela multiplicada por 100.*

$$H.R = \frac{\text{grs de H}_2\text{O que existe}}{\text{grs de H}_2\text{O que podrían existir}} * 100$$

La cantidad de gramos de agua que podrían existir depende de la temperatura, en la siguiente tabla tenemos valores de gramos de vapor de agua que puede existir en un metro cúbico de aire a diferentes temperaturas:

Temperatura (°C)	grs de vapor de agua que puede existir
-20	0.9
-10	2.2
0	4.9
10	9.4
20	17.3
30	30.4

Por ejemplo, si en un metro cúbico de aire existe 4.7 grs de vapor de agua a 10°C y según la tabla el valor de saturación a esa temperatura es de 9.4 grs., entonces la H.R. será:

$$H.R = \frac{4.7}{9.4} * 100 = 50\%$$

*La humedad relativa se determina por medio de un instrumento llamado Higrómetro.*

### **2.3.5 Precipitación Pluvial**

*Se origina por la unión de diminutas gotas de agua que forman otra de dimensión mayor, alrededor de un núcleo de condensación (partícula de cloruro de sodio, de polen o partículas higroscópicas).*

*El crecimiento de las partículas de agua se debe al fenómeno llamado coalescencia, significa adherencia líquido-líquido.*

*Las precipitaciones pluviales se clasifican por su intensidad y duración de la siguiente manera:*

*Fuerte intensidad y de corta duración, ocurre en verano y se presenta en la Ciudad Mariscal Cáceres con poca frecuencia.*

*Poca intensidad y larga duración, ocurre en invierno y es originada por nubes tipo estrato, a cualquier hora del día y sin ninguna trascendencia, conocida como llovizna o garúa y se presenta en la Ciudad Mariscal Cáceres con mayor frecuencia.*

## 2.4 SITUACION Y CARACTERISTICAS SOCIO-ECONOMICO DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO

### 2.4.1. Población

El censo de 1,993 arroja una Población total de 591,213 habitantes para San Juan de Lurigancho representando el 9.2 % de la Población total de Lima Metropolitana. Es el distrito de mayor población de Lima Metropolitana.

Censo	POBLACIÓN TOTAL		Porcentaje
	Lima	San Juan de Lurigancho	
1,972	3'418,452	89,206	2.6
1,981	4'835,793	272,898	5.6
1,993	6'434,323	591,213	9.2
<b>Proyectada al 30 de Junio de:</b>			
1,995	6'768,585	628,361	9.3
1,996	6'913,682	652,681	9.4
2,000	7'505,802	748,893	10.0

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI - Censos Nacionales de 1,972, 81 y 93.

#### 2.4.2 Tasa de crecimiento

El siguiente cuadro indica la tasa de crecimiento de la Población total, del 1,972-1,981 y del 1,981-1,993

Distrito	tasa de Crecimiento Intercensal (Promedio Anual)	
	1,972 -1,981	1,981 - 1,993
Lima	3.9	2.4
<b>SAN JUAN DE LURIGANCHO</b>	13.1	6.7

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI - Censos Nacionales de 1,972, 1981 y 1993.

#### 2.4.3 Características demográficas

La densidad poblacional es un indicador del grado de concentración de la población, se obtiene interrelacionando el número de habitantes con la superficie territorial. El siguiente cuadro compara las densidades poblacionales de los distritos mas y menos densos de Lima con el distrito en estudio.



DISTRITO	SUPERFICIE	TERRITORIAL	DENSIDAD POBLACIONAL	
	(km <sup>2</sup> )	%	(hab. por km <sup>2</sup> ) 1,981	1,993
TOTAL LIMA	2,811.65	100.00	1,719.9	2,288.5
-Breña	3.22	0.11	36,723.9	28,336.6
-SAN JUAN DE LURIGANCHO	131.25	0.39	2,079.5	4,504.5
-Punta Negra	130.50	4.64	4.5	18.4

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI - Censos Nacionales de 1,972, 81 y 93.

#### 2.4.4 Composición de la Población por sexo y edad

El sexo y la edad son las Características mas importantes en la Composición de la Población. El índice de masculinidad expresa porcentualmente el numero de hombres por cada 100 mujeres, el siguiente cuadro detalla estos datos para el distrito de San Juan de Lurigancho.

DISTRITO	1,981		1,993		Índice de Masculinidad	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	1,981	1,993
TOTAL LIMA	2'279,368	2'328,642	3'102,074	3'243,782	98.0	95.6
-SAN JUAN DE LURIGANCHO	133,613	125,777	290,971	292,004	106.2	99.6

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI - Censos Nacionales de 1,972, 81 y 93.

### 2.4.5 Analfabetismo

Es una variable socio - educativa, que indica el nivel de desarrollo de un país o de una localidad. Se considera analfabeto a toda persona de 15 años y mas de edad que no sabe leer ni escribir. En el siguiente cuadro se muestra la Población de analfabetos, por sexo, comparado con otros distritos:

DISTRITOS	ANALFABETOS			TASA DE ANALFABETISMO		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
TOTAL LIMA	161,988	36,670	125,318	3.6	1.7	5.4
-Cieneguilla	490	129	361	8.7	4.5	13.2
-Santa María del Mar	9	3	6	8.6	5.4	12.2
-Lurigancho	4,500	1,060	3,440	6.8	3.3	10.2
-SAN JUAN DE LURIGANCHO	16,379	3,276	13,103	4.3	1.7	6.8
-Jesús María	732	237	495	1.4	1.0	1.7
-Miraflores	976	308	668	1.4	1.0	1.6
-San Isidro	689	221	468	1.3	1.0	1.5
-La Punta	58	31	27	1.0	0.9	1.2

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI - Censos Nacionales de 1,972, 81 y 93.

#### 2.4.6 Tasa de analfabetismo

En el siguiente cuadro se muestra la tasa de analfabetismo, por grupos de edad y comparando con otros distritos:

DISTRITOS	TOTAL	GRUPOS DE EDAD				
		15-19	20-29	30-39	40-64	65 y mas
TOTAL LIMA	3.6	1.1	1.6	2.2	6.1	13.5
-Cieneguilla	8.7	2.3	3.1	5.2	17.3	32.6
-Santa María del Mar	8.6	-	2.2	11.1	27.8	-
-Lurigancho	6.8	1.4	2.6	4.2	13.1	25.1
-SAN JUAN DE LURIGANCHO	4.3	1.2	1.6	2.6	8.4	27.3
-Jesús María	1.4	0.8	1.2	1.3	1.4	2.3
-Miraflores	1.4	1.1	1.3	1.4	1.3	1.8
-San Isidro	1.3	1.0	1.0	1.2	1.5	2.0
-La Punta	1.0	0.8	1.5	1.1	0.7	1.3

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI - Censos Nacionales de 1,972, 1981 y 1993.

### 2.4.7 Asistencia escolar

La asistencia escolar, especialmente en los niños y jóvenes es una variable que muestra la cobertura del servicio educativo. En San Juan de Lurigancho, de cada 100 niños de 6 a 11 años la asistencia a un centro educativo es de 92.9% (tasa de asistencia). El siguiente cuadro indica la tasa de asistencia escolar por grupos de edad y sexo, comparado con otros distritos extremos:

DISTRITOS	GRUPOS DE EDAD Y SEXO					
	6 a 11 años			12 a 17 años		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Santa Rosa	94.9	96.2	93.6	68.2	60.6	77.3
San Borja	94.3	94.4	94.2	82.6	84.7	80.8
Santiago de Surco	94.1	94.1	94.1	82.0	83.3	80.8
Barranco	94.0	93.3	94.6	83.9	84.2	83.7
<b>SAN JUAN DE LURIGANCHO</b>	92.2	92.1	92.3	80.8	81.0	80.6
Punta Hermosa	87.2	86.8	87.7	77.6	78.8	76.0
santa María del Mar	87.1	91.7	84.2	86.4	91.7	80.0
San Bartolo	85.1	82.2	88.1	78.6	85.5	73.5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI - Censos Nacionales de 1,972, 81 y 93.

#### 2.4.8 Características económicas

Según la actividad que desarrolla la población puede clasificarse en Población Económicamente Activa (PEA) y Población Económicamente NO Activa (No PEA). El PEA es la fuerza de trabajo disponible, que puede estar en condición de ocupada o desocupada, interviniendo como factor en la producción de bienes y servicios. El siguiente cuadro indica la población de 15 años y mas, por condición de actividad por sexo y tasa de actividad económica.

DISTRITO	PEA			NO PEA			TASA DE ACTIVIDAD		
	TOTAL	HOMBRE	MUJER	TOTAL	HOMBRE	MUJER	TOT.	HOMB	MUJ
Santa Rosa	1,826	1,498	328	942	218	724	66.0	87.3	31.2
San Borja	44,407	25,276	19,131	33,587	10,449	23,138	56.9	70.8	45.3
Santiago de Surco	81,179	46,019	35,160	71,054	23,634	47,420	53.3	66.1	42.6
Barranco	17,076	10,015	7,061	14,065	4,107	9,958	54.8	70.9	41.5
SAN JUAN DE LURIGANCHO	206,922	141,390	65,532	174,425	47,688	126,737	54.3	74.8	34.1
Punta Hermosa	1,151	826	325	984	276	708	53.9	75.0	31.5
santa María del Mar	64	48	16	41	8	33	61.0	85.7	32.7
San Bartolo	1,280	769	511	1,008	229	779	55.9	77.1	39.6

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI - Censos Nacionales de 1,972, 1981 y 1993.

#### 2.4.9 Servicios de la vivienda

El suministro permanente de agua en cantidad y

calidad adecuada para beber, cocinar y atender las necesidades de higiene y confort personal, es un servicio básico en todas las viviendas, por su relación estrecha con la morbilidad y mortalidad infantil. En el primer cuadro se indica el número de viviendas por el tipo de abastecimiento de agua y en el segundo cuadro el número de vivienda por tipo de servicio higiénico. En ambos casos compararemos el distrito en estudio con otros de condiciones extremas.

DISTRITO	TOTAL VIVIENDAS	RED PUB. DENTRO DE LA VIV.	RED PUB. FUERA VIV. DENTRO DE EDIFICIO	PILÓN USO PUBLICO	P O Z O	CAMION CISTERNA	RIO ACEQUIA MANANTIAL	O T R O S
Lima metropolitana	1'227,455	66.6	7.8	7.6	3.2	12.9	0.6	1.3
San Borja	20,296	91.7	5.5	2.1	0.0	0.1	0.1	0.5
Bellavista	12,652	90.7	7.1	1.1	0.5	0.2	0.0	0.3
La Perla	10,999	90.9	7.3	0.9	0.4	0.1	0.0	0.5
La Punta	1,150	92.3	7.0	0.3	0.1	0.2	0.0	0.2
<b>SAN JUAN DE LURIGANCHO</b>	110,148	50.0	6.1	7.2	4.6	30.1	0.6	1.4
Punta Negra	516	2.5	0.6	0.2	0.6	96.1	0.0	0.0
Punta hermosa	732	6.6	0.0	0.4	1.8	90.6	0.5	0.1
San Bartolo	590	9.3	0.2	0.0	0.3	89.8	0.0	0.3
Pachacamac	4,889	11.5	1.3	2.0	18.4	60.3	5.7	0.8
Puente Piedra	20,259	25.2	2.9	25.3	25.0	18.2	1.5	2.1

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI - Censos Nacionales de 1,972, 1981 y 1993.

DISTRITOS	TOTAL VIVIENDAS	SERVICIO HIGIÉNICO CONECTADO A:				SIN SERVICIO HIGIÉNICO
		RED PUBLICA DENTRO DE LA VIVIENDA	RED PUBLICA FUERA VIV. DENTRO DEL EDIFICIO	POZO NEGRO O CIEGO	SOBRE ACEQUIA O CANAL	
Lima Metropolitana	1'227,455	63.8	7.8	16.5	1.0	10.9
San Borja	20,296	91.1	5.7	0.8	0.5	0.9
Bellavista	12,652	90.1	7.6	0.9	0.0	1.4
La Perla	10,999	90.1	7.8	0.7	0.0	1.3
La Punta	1,150	92.0	7.3	0.0	0.0	0.7
<b>SAN JUAN DE LURIGANCHO</b>	110,148	46.8	4.7	30.2	1.0	17.3
Puente Piedra	20,259	13.7	1.2	56.1	6.9	22.2
Pachacamac	4889	10.1	0.7	41.4	1.3	46.4
San bartolo	590	9.0	0.3	52.9	0.0	37.8
Punta Hermosa	732	5.7	0.1	63.7	0.1	30.3
Punta negra	516	1.4	1.4	90.5	0.4	6.4

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI -  
Censos Nacionales de 1,972, 1981 y 1993.

## 2.5 FUENTES DE TRABAJO

*El parque industrial del distrito de San Juan de Lurigancho es incipiente, La mayoría de sus habitantes trabajan fuera del distrito y regresan solo a dormir.*

*La Ciudad Mariscal Cáceres sector III escapa a esta situación creando sus propias fuentes de trabajo. En su mayoría se dedican al pequeño comercio (tiendas de abarrotes, panaderías, restaurantes, ferreterías, boticas, etc.), y al ejercicio de oficios menores: Talleres de mecánica, carpintería, etc.*

*Las actividades anteriormente mencionadas son características de las nuevas habilitaciones, que a falta de servicios cercanos, tratan satisfacer sus necesidades.*

*Tengase en cuenta que las actividades anteriores rendirán un fruto económico al poblador; pero también se han dedicado a la crianza de animales de corral y al cultivo de árboles frutales principalmente plátanos; debido a las costumbres de la mayoría (emigrantes de nuestra serranía).*



## 2.6 ASPECTO URBANO

*La ciudad Mariscal Cáceres, tiende a ser una ciudad moderna, conforme a las normas urbanísticas contemporáneas, con los servicios necesarios inherentes a dicho concepto como son: centro de compras (locales comerciales, estaciones de servicios, etc.), centro cívico, religioso, educativo, y recreacional (local comunal, parroquia, centros educativos: inicial, primaria y secundaria, instalaciones deportivas, etc.) playas de estacionamiento, parques y locales de servicios.*

*El marco físico geográfico donde se distribuyen las viviendas permite la construcción de éstas, por que las características del suelo responden con seguridad a los esfuerzos resultantes de la aplicación del peso de las edificaciones. Generalmente se evita construir en áreas donde se comprueban peligros de deslizamiento de tierras, amenaza de desprendimientos, áreas inundables, basurales y zonas de eliminación de desechos, que pongan en peligro la salud de los pobladores.*

*La ciudad Mariscal Cáceres sector III, es accesible por los medios de transporte masivo que existen por esa zona, a través de la importante Avenida Wiese.*

## 2.7 UBICACION DEL AREA EN ESTUDIO

Se encuentra enmarcada dentro del sector III de la ciudad Mariscal Cáceres y comprende a los siguientes pueblos:

A. H. M.:

<i>José Carlos Mariategui</i>	<i>2581 Lotes</i>
<i>Esmeralda de los Andes</i>	<i>279 Lotes</i>
<i>Las Galeras</i>	<i>529 Lotes</i>
<i>Juan Pablo II</i>	<i>896 Lotes</i>
<i>10 De Octubre</i>	<i>802 Lotes</i>
<i>Casablanca</i>	<i>862 Lotes</i>
<b>TOTAL</b>	<b><u>5949 Lotes</u></b>

### LOTES DE COMERCIO

<i>Lotes de Comercio</i>	<i>115 lotes</i>
--------------------------	------------------

Estos se han integrado y elaborado un solo proyecto de agua potable y alcantarillado.

Los límites del sector III son: por el Nor-Este, por el Sur-Este y por el Nor-Oeste con una cadena de cerros y por el Sur-Oeste, con la Av. Wiese.

**CAPITULO**

**3**

# CAPITULO III

## DATOS DE DISEÑO

### 3.1 DETERMINACION DE LA POBLACION DE DISEÑO

*La determinación de la población futura se rige por métodos teóricos - matemáticos. Estos, además de los métodos gráficos sirven para poder proyectar el crecimiento poblacional.*

*Los métodos mas conocidos son los siguientes:*

- a) Método aritmético*
- b) Método interés simple*
- c) Método Interés compuesto o geométrico*
- d) Método de incrementos variables o intermedios*
- e) Método de la parábola de segundo grado*
- f) Método logístico.*

*Cualquier sobredimensionamiento de la población de diseño conlleva a un alto porcentaje de capacidad ociosa, mayores costos de operación y mantenimiento; tarifas más altas o subvención de las mismas.*

*El diseño de los sistemas de abastecimiento de agua son en base a la población futura.*

*La localidad en estudio no va a tener expansión urbana, debido a la topografía de la zona, esta rodeada de cerros y de urbanizaciones ya existentes, que la circundan. La lotización es definitiva y el diseño será en base al número total de lotes.*

### **3.1.1 Densidad demográfica**

*Se diseñara con la población de saturación (en un lote de vivienda habitará como máximo, un determinado número de personas).*

*El reglamento del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) considera la siguiente densidad demográfica expresada en hab/lote:*

**7 habitantes por lote**

del plano de lotización se obtiene:

<b>5,949</b>	<b>lotes de vivienda</b>
<b>115</b>	<b>lotes de comercio</b>
<b>36</b>	<b>lotes de mercado y otros usos</b>
<b>31</b>	<b>lotes de parques y plazas</b>
<b>21</b>	<b>lotes de colegio</b>

Los cuadros del N° 4 al N° 13 muestran en detalle el numero de lotes de vivienda, comerciales, mercados, otros usos, parques y plazas, que conforman cada AA. HH. de la localidad en estudio.

Los cuadros del N° 14 al N° 17 muestran el equipamiento de toda la Ciudad Mariscal Cáceres dentro de los cuales se encuentra el sector III.

## **3.2 FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO**

### **3.2.1 Factor meteorológico**

El consumo doméstico de agua, depende de las variaciones climatológicas. Siendo mayor, en zonas calurosas.

Según el Reglamento Nacional de construcciones en su anexo N° 3, Capitulo 3 - II - III - 3, la dotación diaria por habitante se ajustará a los siguientes valores y variará de acuerdo a la población y clima:

POBLACIÓN	DOTACIÓN CON RESPECTO AL CLIMA	
	Frió	Templado y Cálido
2,000 a 10,000	120 lt/hab/día	150 lt/hab/día
10,000 a 50,000	150 lt/hab/día	200 lt/hab/día
mas de 50,000	200 lt/hab/día	250 lt/hab/día

### **3.2.2 Hábitos y niveles de vida**

Los hábitos y niveles de vida también determinan el consumo de agua. Así tenemos:

Mayor es en el casco urbano; mediano en las zonas adyacentes a este (urbanizaciones, cooperativas, asociaciones, grupos residenciales, etc); menor en los barrios marginales (A.H., urbanizaciones populares, etc.)

### **3.2.3 Actividades de la población**

Influyen de acuerdo al uso: doméstico, industrial y comercial; siendo mayor la variación horaria en el doméstico.

### **3.2.4 Tamaño de la población**

Investigaciones en países desarrollados concluyen que los consumos per-capita aumentan con el tamaño de la población, debido a que el

crecimiento poblacional provoca el desarrollo económico, que origina un incremento del consumo.

### **3.2.5 Factores de control o de servicio**

#### **3.2.5.1 Medición del consumo**

El consumo no controlado del agua origina un excesivo uso de ella, generando en la población desinterés por controlar pérdidas y fugas. Una política adecuada de micro - medición, de la empresa prestadora de servicio, permitiría el control en la medición y el cobro racional.

#### **3.2.5.2 Presión de servicio**

Las presiones del sistema de agua, deben estar en el rango establecido por las normas de la Empresa Prestadora del Servicio. SEDAPAL, señala como presión mínima 10 metros y como máxima 50 metros. Presiones superiores a esta, originan fugas, y desperfectos en los aparatos sanitarios, ocasionando pérdidas.



### **3.2.5.3 Costo de servicio**

*El costo influye en el consumo de agua, en forma inversamente proporcional: a menor costo mayor consumo.*

### **3.2.5.4 Calidad del agua**

*El consumo es mayor si es buena; y menor si es aparentemente mala (presencia de cloruros, sabor, color, etc.).*

## **3.3 USOS DEL AGUA**

### **3.3.1 Uso doméstico**

*Esta en función de las condiciones socio-económicas de la población.*

- *Bebida y preparación de alimentos.*
- *Aseo personal y lavado de ropa.*
- *Remoción de excretas y desperdicios.*
- *Limpieza.*
- *Limpieza de vehículos.*
- *Riego de jardines.*
- *Piscinas.*
- *Fuentes ornamentales.*
- *Otros usos.*

**3.3.2 Usos semi-públicos, institucionales, etc.**

- Oficinas públicas.
- Instituciones, hoteles, hospitales, mercados, etc.
- Centros de recreación, etc.
- Otros usos.

**3.3.3 Usos públicos**

- Riego y limpieza de las calles.
- Riego de parques y jardines.
- Fuentes públicas y ornamentales.
- Trabajos públicos (construcciones diversas).
- Extinción de incendios.
- Otros usos.

**3.3.4 Usos comerciales e industriales**

- Locales comerciales.
- Industrias.
- Generación de energía (vapor).
- Remoción de desechos industriales.
- Otros usos.

### **3.4 ELECCION DE LA DOTACION**

*En el estudio de dotación per cápita, se llega a una cifra promedio equivalente a la necesidad total del consumidor. Un estudio detallado parte de datos censales o encuestas.*

*Investigadores, han encontrado que los consumos domésticos varían de 20 a 90 lts/hab/día en comunidades rurales con conexión domiciliaria y servicios múltiples interiores.*

*SEDAPAL recomienda dotaciones de agua per cápita de acuerdo a la ubicación de los grupos habitacionales, así:*

**3.4.1**      *De 250 a 300 lppd. Para el casco urbano de la ciudad y zonas residenciales como la Molina, las Casuarinas, etc.*

**3.4.2**      *De 150 a 250 lppd. En zonas adyacentes al casco urbano.*

**3.4.3**      *Hasta 150 lppd. En barrios marginales, Asentamientos Humanos, Asociaciones y cooperativas de vivienda, comprendidas dentro de estos límites.*

Para el presente proyecto se ha considerado las siguientes dotaciones:

Vivienda	150	lts/hab/día.
Comercio	100	lts/hab/día.
Colegios	40	lts/hab/día.
Mercados y otros usos	15	lts/m2/día.
Parques y plazas	2	lts/m2/día.

### 3.5 VARIACIONES DE CONSUMO

En todo sistema de abastecimiento de agua, la cantidad de agua consumida, varía continuamente en función del tiempo, condiciones climáticas y costumbres de la población.

Existen días del mes, en que el consumo es mayor que en los demás.

Durante el día el caudal dado por una red varía continuamente; en las mañanas supera el valor medio, alcanzando valores máximos alrededor del medio día, durante la noche el consumo es por debajo de la media, presentando valores mínimos en las primeras horas de la madrugada.

Las variaciones de consumo sobre el consumo promedio están representadas por: el día de máximo

consumo o máximo diario y la hora de máximo consumo o máximo horario. Ambos significan un porcentaje sobre el día promedio anual y tiene influencia en el dimensionamiento del proyecto.

Las estaciones, los días de la semana y horas del día, hacen que el consumo de aguas sea variable. En el verano es mayor el consumo de agua, presentándose caso inverso en el invierno.

### **3.6 VARIACIONES PERIODICAS DE LOS CONSUMOS E INFLUENCIA SOBRE LAS DIFERENTES PARTES DEL SISTEMA**

#### **3.6.1 Consumo Máximo Diario**

Es el máximo consumo ocurrido en un día, de una serie de registros diarios en un año.

Determina las obras de: captación, líneas de conducción, plantas de tratamiento. También la capacidad de los equipos, en los sistemas de bombeo.

Se afecta al consumo promedio por un coeficiente  $K_1$  llamado coeficiente del día de Máximo consumo, es igual a:

$$K_1 = \frac{\text{Consumo máximo diario}}{\text{Consumo promedio diario anual}}$$

Se señalan valores de  $K_1$  de diferentes países (para efectos de comparación), tomados del Manual de Hidráulica, (Acevedo Netto).

País	Autor	$K_1$
Alemania	Hutte	1.6 - 2.0
Brasil	Azevedo	1.2 - 1.5
España	Lázaro - Urra	1.5
Estados Unidos	Fair y Geyer	1.2 - 2.0
Francia	Devaube Ymbeaux	1.5
Inglaterra	Gourley	1.1 - 1.4
Italia	Galizio	1.5 - 1.6
Venezuela	Rivas - Mijares	1.2 - 1.5
Uruguay	O.S.E.	1.5

El estudio del profesor Rivas Mijares del Departamento de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional de Venezuela, realizado en 11 ciudades comprendidas entre 11,000 y 438,00 habitantes, encontró un valor promedio para el día de máximo consumo de 1.31% es decir:

$$K_1 = 1.31$$

SEDAPAL dispone que:

$$\mathbf{K_1 = 1.30}$$

### 3.6.2 Consumo Máximo horario

Se define como el máximo consumo horario del día de máximo consumo.

Durante el día los consumos de agua de una comunidad presentan variaciones hora a hora dependiendo de los hábitos y actividades de la población. Esta variación es mayor en ciudades pequeñas donde ocurre que sus pobladores tienen costumbres y actividades mas o menos análogas; en grandes ciudades sucede lo contrario, debido a la diversificación de actividades y costumbres.

Se determina para el dimensionamiento de la red de distribución (parte más costosa del sistema), y la línea de aducción.

Se afecta al consumo promedio por un coeficiente  $K_2$  llamado coeficiente horario de Máximo consumo, es igual a:

$$K_2 = \frac{\text{Consumo máximo horario}}{\text{Consumo promedio diario anual}}$$

El coeficiente  $K_2$  esta entre 1.5 - 3.0

Se señalan valores de  $K_2$  (para efectos de

comparación), tomados del Manual de Hidráulica, (Acevedo Netto).

País	K2
Alemania	1.5 - 2.5
Francia	1.5
España	1.6
Inglaterra	1.5
Uruguay	1.5

El Reglamento Nacional de Construcciones en el anexo 3 - II - II - 4 - b, dice:

Para poblaciones de 2,000 a 10,000 hab.:

$$K2 = 2.5$$

Para poblaciones de mas de 10,000 hab.:

$$K2 = 1.8$$

El estudio del profesor Rivas Mijares, arribó al valor de 201% para la hora de máximo consumo:

$$K2 = 2.01$$

SEDAPAL dispone que:

$$**K2 = 2.60**$$



### 3.6.3 Caudales de diseño

Nos permiten dimensionar todos los elementos que integran el sistema de abastecimiento de agua.

- Caudal promedio :  $Q_p$
- Caudal máximo diario :  $Q_{md}$
- Caudal máximo horario :  $Q_{mh}$

### 3.6.4 Caudal promedio

Es el promedio de los consumos diarios durante un año de registros. Su calculo viene dado por la población servida en el período de diseño por la dotación adoptada.

$$Q_p = \frac{\text{Población} \times \text{dotación}}{86400}$$

Dotación = lt/hab/día.

Población = Numero de habitantes

$Q_p$  = Consumo promedio (lps)

86,400 = factor de conversión de días a seg.

**3.6.4.1 Caudal promedio de la población:**

<b>Etapas</b>	<b>Nº lotes</b>
1ra, 2da, y 3ra	1,821
4ta y 5ta	1,516
6ta y 7ma	1,281
8va y 9na	1,331
<b>TOTAL</b>	<b>5,949</b>

La población de diseño será:

$$5,949 \text{ lotes} \times 7 \text{ hab/lote} = 41,643 \text{ hab}$$

$$Q_p = \frac{41,643 \times 150}{86400} = 72.29 \text{ lps}$$

**3.6.4.2 Caudal promedio de lotes comerciales:**

<b>Etapas</b>	<b>Nº lotes</b>
1ra, 2da y 3ra	68
4ta y 5ta	14
6ta y 7ma	26
8va y 9na	7
<b>TOTAL</b>	<b>115</b>

Población de diseño será:

$$115 \text{ lotes} \times 50 \text{ hab/lote} = 5,750 \text{ hab.}$$

$$Q_p = \frac{5,750 \times 100}{86400} = 6.66 \text{ lps}$$

**3.6.4.3 Caudal promedio de mercados y otros usos:**

<b>Etapas</b>	<b>Nº lotes</b>	<b>Area (m2)</b>
1ra, 2da y 3ra	9	9,331.03
4ta y 5ta	13	44,519.05
6ta y 7ma	5	11,826.13
8va y 9na	9	21,176.60
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>86,852.81</b>

$$Q_p = \frac{86,852.81 \times 15}{86400} = 15.08 \text{ lps}$$

**3.6.4.4 Caudal promedio de parques y plazas:**

<b>Etapas</b>	<b>Nº</b>	<b>Area (m2)</b>
1ra, 2da y 3ra	6	78,562.90
4ta y 5ta	8	50,597.50
6ta y 7ma	7	32,843.84
8va y 9na	10	55,444.05
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>217,448.29</b>

$$Q_p = \frac{217,448.29 \times 2}{86400} = 5.03 \text{ lps}$$

### 3.6.4.5 Caudal promedio para colegios:

Etapas	Nº lotes	Area (m2)	Población
1ra, 2da y 3ra	5	17,841.00	2,700
4ta y 5ta	6	30,891.17	2,880
6ta y 7ma	3	17,400.00	1,980
8va y 9na	7	34,664.00	4,460
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100,796.17</b>	<b>12,020</b>

$$Q_p = \frac{12,020 \times 40}{86400} = 5.56 \text{ lps}$$

### 3.6.4.6 Caudal promedio de la población:

$$Q_p = 72.29 + 6.66 + 15.08 + 5.03 + 5.56 =$$

$$Q_p = 104.62 \text{ lps}$$

### 3.6.5 Caudal máximo diario

$$Q_{md} = K_1 \times Q_p$$

$K_1$  = Coeficiente adimensional (1.3)

$Q_p$  = Caudal promedio total

$$Q_{md} = 1.3 \times 104.62 = 136.01 \text{ lps}$$

$$Q_{md} = 136.01 \text{ lps}$$

3.6.6 Caudal máximo horario

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_p$$

$K_2$  = Coeficiente adimensional (2.6)

$Q_p$  = Caudal promedio total

$$Q_{mh} = 2.6 \times 104.62 = 272.01 \text{ lps}$$

$$Q_{mh} = 272.01 \text{ lps}$$

***CAPITULO 4***

## **CAPITULO IV**

### **RED GENERAL DE AGUA POTABLE**

#### **4.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO**

##### **4.1.1 Aspectos generales**

*La fuente de aprovisionamiento de agua del área de estudio comprende tanto agua superficial del río Rimac como agua subterránea.*

*Es factible la extracción de las aguas subterráneas en ambos márgenes del río Rimac. El acuífero en el área de estudio es recargado por las infiltraciones del río Rimac y, por aportes de las infiltraciones de las zonas agrícolas.*

*Informes hidrogeológicos (1981) de la cuenca superior del río Rimac indican que el tipo de suelo es aluvional altamente permeable. Estas pruebas fueron realizadas para definir el coeficiente de permeabilidad en depósitos no profundos aguas arriba de la atarjea.*

Los pozos se han perforado en la berma central de la Avenida Los Cisnes y Avenida Campoy, con separación de 250 metros entre pozos, para evitar superposición de radios de influencia. El caudal total a explotar es de 1,3 m<sup>3</sup>/seg (Plan Maestro de agua elaborado por la Engineering Science).

5 de los 19 pozos conocidos como la batería de pozos Campoy, identificados como: P-1, P-2, P-3, P-4 y P-5 han sido perforados para abastecer a la Ciudad Mariscal Cáceres. Son del tipo tubular, de 150 metros de profundidad. Cada uno de ellos proporciona un gasto de 130 lts/seg.

El agua proveniente de "La Atarjea" deberá ser usada durante 8 horas, cuando Lima Metropolitana consume un caudal mínimo; y las 16 horas restantes serán con agua de los pozos.

El agua tratada en la planta de tratamiento de agua "La Atarjea" es conducida a través de una matriz de 64" existente en la Av. Circunvalación, de esta matriz existe una derivación de 36" con una capacidad de 900 lps. para abastecer al distrito de San Juan de Lurigancho esta derivación se divide a su vez en 2 líneas de conducción de 32" ubicadas en la Av. Próceres de la Independencia y la Av. Campoy respectivamente.



*La línea de conducción de la Av. Próceres de la Independencia incluye una cámara de rebombeo (CR-35 de 400 m<sup>3</sup>. de capacidad) que permite impulsar el agua hasta el CR-67 de 800 m<sup>3</sup>. de capacidad.*

*De la CR-35 sale una línea de impulsión de 32" hasta el cruce de la Av. Próceres de la Independencia y la Av. Los Postes donde se deriva una línea de impulsión de 12" para abastecer a la Asociación de vivienda San Hilarión, en el cruce de la Av. Próceres de la Independencia y la Av. Jorge Basadre se deriva una línea de impulsión de 18" para abastecer a la Asociación de vivienda Santa Elizabeth y la línea de impulsión se reduce a 24" y en el cruce de la AV. el Sol y la Av. Próceres de la Independencia la línea de impulsión se reduce a 20" hasta llegar al CR-67.*

*La línea de conducción de 32" existente en la Av. Campoy conduce el agua de la Atarjea hasta la C- 100 de 100 m<sup>3</sup>. de capacidad a esta cámara llega una línea de impulsión de 36" que es abastecida por una batería de 19 pozos conocidos como la batería de pozos Campoy. De la C-100 sale una línea de impulsión de 36" que se une con la línea de impulsión de 20" existente también en la Av. Campoy que es abastecida por los pozos P-630, P-631 y P-632 ubicados en la A.P.V. Huancayo.*

*El trazo de la línea de impulsión de 36" esta ubicada en las Avenidas Lurigancho y Santa Rosa. En el cruce de la Av. Santa Rosa y la Av. Los Postes existe una derivación de 16" hacia la Av. Los Postes y la línea de impulsión se reduce a 32" continuando el trazo por la Av. Santa Rosa y la Av. El Bosque hasta llegar finalmente a la CR-67 donde se une con la línea de impulsión de la Av. Próceres de la Independencia anteriormente descrita. De este modo el suministro de agua de la Zona de estudio es una mezcla de agua superficial y agua subterránea .*

*De la CR-67 sale una línea de impulsión de 24" ubicada en la Av. Fernando Wiese, conduciendo 425 lps hasta llegar a la CR-56/R-1 que es una cámara de rebombeo y reservorio de 2,200 m<sup>3</sup>. de capacidad ubicado en el A.H Proyectos Especiales, este reservorio abastece con 75 lps a los A.H.: Proyectos Especiales, Buenos Aires, Horacio Zevallos, 5 de Noviembre, etc.; de esta cámara de rebombeo sale una línea de impulsión de 20" clase A-10 de 1,650 metros, velocidad de 1.73 mts/seg, pendiente de 5.02 m/km y pérdida de carga de 18.28 mts. ubicado en la Av. Fernando Wiese que conduce 350 lps. al CR-57/R-2 (cámara de rebombeo y reservorio de 2,300 m<sup>3</sup>. de capacidad) ubicado en el A.H Bayovar, este reservorio abastece con 85 lps a los A. H.: Bayovar, Somos Libres, Los Jardines, Mariscal Cáceres I etapa. De esta cámara sale una línea de impulsión de 16" clase A-10, velocidad de 2.04 mts/seg, pendiente de 10.30 m/km y pérdida de carga de 9.68 mts. ubicado en la Av.*

*Fernando Wiese que conduce 265 lps. CR-63/R-3 (cámara de rebombeo y reservorio de 3,500 m<sup>3</sup>. de capacidad) ubicado en el A.H 10 de Octubre; este reservorio abastece al A.H.: 10 de octubre, Mariscal Cáceres II etapa, etc., de esta cámara sale una línea de impulsión de 14" hasta el cruce de las avenidas Fernando Wiese y Ampliación donde se deriva en 2 líneas de impulsión de 12" una de ellas llega al CR-118/R-4 de 3,500 m<sup>3</sup>. de capacidad ubicado en el A.H. Cruz de Motupe, abasteciendo a A.H.: José Carlos Mariategui, Esmeralda de los Andes, Cruz de Motupe, etc. La otra línea de impulsión esta ubicado en la Av. Ampliación y tiene 3 derivaciones una hacia la CR-122 de 200 m<sup>3</sup>. de capacidad ubicado en el A.H. Su Santidad Juan Pablo II, de esta se rebombea al reservorio R-5b (proyectado de 600 m<sup>3</sup>) que abastecerá a los A.H.: Casablanca y su Santidad Juan Pablo II. La segunda derivación va hacia la CR-53 de 100 m<sup>3</sup> de capacidad, ubicado en el A.H. Las Galeras. La ultima derivación al CR-124 de 150m<sup>3</sup> ubicado en el A.H José Carlos Mariategui, del cual se rebombeara al R-5a de 450 m<sup>3</sup> de capacidad, que abastecerá al A.H.: Las Galeras y parte de su Santidad Juan Pablo II.*

*La descripción realizada se presenta en los esquemas N<sup>o</sup> 1 y 2.*

*En los cuadros 25, 26 y 27 se señalan los requerimientos de agua por zonas de presión, las características de los reservorios y especificaciones de las líneas de rebombeo.*

## 4.2 REDES DE DISTRIBUCION

*Son conductos cerrados que distribuyen el agua bajo presión a los puntos de consumo. Las cargas exteriores y las presiones interiores deben ser determinadas, así como los incrementos de presión por golpes de ariete.*

*Un sistema de distribución consta de:*

### 4.2.1 Tuberías matrices

*Estas conducen el agua a las arterias principales del sistema, desde los tanques de almacenamiento, estaciones de bombeo o líneas de aducción. En general son de grandes diámetros y están intercomunicadas con tuberías de menor diámetro, denominadas arteriales, que a su vez son capaces de suplir los gastos requeridos por los grifos contra incendio (GCI), industriales, domésticos y comerciales. En localidades con servicio para la extinción de incendios los diámetros de diseño no deben ser menores de 6" (0.15m.). En áreas de alta densidad de edificaciones es conveniente no usar diámetros menores de 8" (0.20m.). Los cálculos se han realizado según las siguientes recomendaciones:*

- Tubería de 100 mm (4") formando malla de 100 mts. de lado aproximadamente.
- Tubería de 150 mm (6") formando malla de 400 mts. de lado aproximadamente.
- Tubería de 250 mm (8") formando malla de 1200 mts. de lado aproximadamente.
- Tuberías mayores a 200 mm (8") siguiendo las disposiciones de SEDAPAL de acuerdo a lo establecido en el Capítulo I de su reglamento.

#### 4.2.2 Tuberías de servicio

Son de menor diámetro y están conectadas a las troncales y dan servicio a los domicilios. De acuerdo a la zona, los diámetros de éstas tuberías serán:

- 100 mm (4") como mínimo para las habilitaciones citadas en el acápite 4 del reglamento de SEDAPAL.
- 75 mm (3") en casos excepcionales debidamente fundamentados, con una longitud máxima de 100 metros si es alimentada por un solo extremo o de 200 metros si esta alimentada por los dos extremos, siempre y cuando que la tubería alimentadora sea de mayor diámetro.

#### 4.2.3 *Trazo de la red de distribución*

*La red de distribución se ha trazado para cada una de las zonas de presión por avenidas y calles de acuerdo a los planos urbanísticos. Se proyectan para colocarse en el lado de la calle que tenga mayor número de conexiones. En calles de mas de 17 m. de ancho, se instalara 2 líneas de alimentación para evitar conexiones domiciliarias de gran longitud.*

*El número de mallas ha sido determinado facilitando el diseño de las redes internas.*

#### 4.2.4 *Diseño*

*Las redes han sido diseñadas con el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ) y para el abastecimiento por conexión domiciliaria.*

#### 4.2.5 *Materiales*

*Los coeficientes de rugosidad de las tuberías a usar serán:*

*Asbesto-Cemento o PVC  $C = 140$   
o su equivalente según la formula utilizada.*

#### 4.2.6 *Calculo Hidráulico*

*El análisis Hidráulico del sistema de distribución puede hacerse entre otros por el método de Hardy Cross, el mas universalmente utilizado, balanceando las perdidas de carga, pero limitando la corrección de los gastos asumidos, dentro de cierto rango, para que pueda obtenerse flujos reales semejantes a los asignados de acuerdo con las dotaciones.*

*Con las computadoras, el diseño de una red mallada por el método mencionado, se simplifica. En base a los gastos medios iniciales determinados por tramos con relación a las dotaciones asignadas (consumos probables), se procede a calcular con la ayuda del programa (LOOP). El proceso iterativo selecciona los diámetros de las redes malladas y determina las correspondientes perdidas de carga por tramos y las cotas piezométricas del sistema. Los gastos de salida en cada uno de los nudos de las diferentes mallas, se han definido en función del área de influencia que van a atender.*

#### 4.2.7 *Diámetro Mínimo*

*Deberá satisfacer el caudal y presión mínima para las condiciones actuales y futuras. Se empleara como Mínimo tuberías de 3" de diámetro.*

#### 4.2.8 *Presiones admisibles*

*Las redes de distribución tienen limitaciones en cuanto a presiones de servicio, estableciéndose un valor de presión mínima de acuerdo a la importancia y desarrollo de la ciudad, y de presión máxima la cual esta limitada por razones de utilización en las viviendas sin provocar daños en la instalaciones interiores por excesiva presión.*

*SEDAPAL, para el caso de Lima establece en sus normas que la presión de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación no Deberá ser menor a 10.00 m. ni mayor de 50.00 m.*

#### 4.2.9 *Velocidad de flujo*

*Las velocidades del flujo de agua en las tuberías deben estar entre 0.60 y 5.00 mts/seg. Superiores a este rango, pueden producir golpes de ariete en las válvulas y causar deterioro en los accesorios.*



Para entrar a la tabla de Hazen & Williams se recomiendan las siguientes valores para cada diámetro:

Diámetro	4"	6"	8"	10"	12"
Velocidad (m/seg)	1.00	1.20	1.40	1.50	1.60

#### 4.2.10 Válvulas

El numero de Válvulas será el Mínimo que garantice el buen funcionamiento del sistema. Se ubicaran en lugares de fácil acceso. Las dimensiones mínimas para las cajas de válvulas son indicadas en la figura 4.0

#### 4.2.11 Desarrollo de la formula de Hardy-Cross

Las pérdidas de carga por fricción ( $hf$ ) están definidas por diversas fórmulas, como la de Hazen & Williams y la de Darcy, pero en general se puede expresar de la siguiente manera:

$$hf = kQ^n \dots\dots\dots(1)$$

donde:

$Q$  = caudal

$k, n$  = coeficientes

$hf$  = pérdida de carga

Si para un ramal en particular se supone que el caudal es:

$$Q = Q_0 + Q$$

Entonces la pérdida de carga se calculará aplicando la ecuación (1):

$$hf = kQ_0^n \left( 1 + \frac{Q}{Q_0} \right)^n \dots \dots \dots (2)$$

Desarrollando (2), por intermedio del teorema del binomio:

$$(1 + X)^n = 1 + nX + X^2 n \frac{(n-1)}{2!}$$

despreciando los demás términos del desarrollo de la serie:

$$hf = kQ_0^n \left( 1 + \frac{Q}{Q_0} \right)^n$$

$$hf = kQ_0^n + nkQ_0^n \frac{Q}{Q_0}$$

Pero de (1) :

$$kQ_o^n = hf_o$$

Entonces

$$hf = hf_o + nkQ_o^n \frac{Q}{Q_o}$$

En una malla cualquiera se cumple que:

$$\sum hf = 0$$

$$hf = hf_o + n hf_o \frac{Q}{Q_o}$$

$$0 = \sum hf_o + Q_n \sum \frac{hf_o}{Q_o}$$

$$Q_n \sum \frac{hf_o}{Q_o} = - \sum hf_o$$

$$Q = - \frac{\sum hf_o}{n \sum \left(\frac{hf_o}{Q_o}\right)}$$

*Expresión General para Cualquier Valor de "n"*

*Si utilizamos Hazen & Williams (n = 1.85)*

$$Q = \frac{\sum hf_o}{1.85 \sum \frac{hf_o}{Q_o}}$$

#### **4.2.12 Conexiones domiciliarias de agua**

*El numero de conexiones domiciliarias de agua representan a la población servida y pueden ser simples o dobles, para servir a uno o dos lotes a la vez.*

*Para nuestro caso se contará con una conexión domiciliaria por lote servido.*

*Los componentes de una conexión domiciliaria de agua potable se dividen en:*

- a) Elementos de toma.*
- b) Tubería de conducción*
- c) Tubería de forro de protección*
- d) Elementos de control*
- e) Caja de medidor*
- f) Elemento de unión con la instalación interior.*

#### 4.2.12.1 Elementos de toma

Los elementos de toma son aquellos que se utilizan en el empalme a la tubería matriz. La perforación de la tubería se hará mediante taladro con broca, no permitiéndose el uso de herramientas de percusión.

Los elementos de toma están constituidos por lo siguiente:

-Abrazadera de derivación con montura y brida de fierro y empaquetadura de caucho, con dimensiones de acuerdo al diámetro de la tubería matriz en la que se instalará, por el diámetro de la conexión propiamente dicha.

-Llave de toma (Corporation) puede ser de bronce o resina termoplástica y su dimensión será de acuerdo al diámetro de tubería a instalarse.

-Elemento de unión de la llave de toma con la tubería de conducción, compuesta de dos piezas de PVC o resina termoplástica. La primera conocida como transición, consta de un niple aproximadamente de 2" de longitud, que termina uno de sus extremos en una

pestaña, la cual se aloja en el asiento de la tuerca, siendo esta el elemento de unión con la llave de toma. La segunda conocida como cachimba, constituida por un niple curvo de 90° o 45°, de acuerdo a la necesidad y sirve para unir la transición a la tubería de conducción.

#### 4.2.12.2 Tubería de conducción

Está constituida por tubería de PVC clase 10 y su diámetro será de acuerdo a la instalación en ejecución. Para el ingreso a la caja del medidor, se utilizará un niple de 0.30 mts. como mínimo con una inclinación de 45°, para lo cual se emplearán 2 codos de PVC.

#### 4.2.12.3 Forro de protección

La tubería de protección estará en la zona de ingreso a la caja del medidor, compuesto por tubería de concreto simple o PVC de 100 mm (4") con lo que se permite un movimiento o "juego mínimo" que posibilita la libre colocación o extracción del medidor de consumo.

#### 4.2.12.4 Elementos de control

Para la colocación del medidor de consumo y el control de servicio, se necesita de los siguientes elementos:

-Dos llaves de paso de bronce o resina termoplástica.

-Dos niples standard de bronce o resina termoplástica de acoplamiento de las llaves de paso al medidor de consumo.

-Dos uniones presiones roscas de PVC.

-Medidor propiamente dicho o su niple de reemplazo.

#### 4.2.12.5 Caja del medidor

Es de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  prefabricado, de dimensiones definidas indicadas en las figuras 4.1. y 4.2., la misma que va apoyada sobre un solado de fondo también de  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .

*La caja se ubicará en una losa de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  de  $1.00 \times 1.00 \times 0.05$  mts. sobre una base debidamente compactada. La tapa se colocará al nivel de la rasante de vereda y será de acero galvanizado.*

#### *4.2.12.6 Elemento de unión con la instalación interior*

*Se instalará a partir de la cara exterior de la caja un niple de PVC de 0.30 m. Para facilitar el empalme con la instalación interior.*



#### 4.2.12.7 CONEXION DOMICILIARIA LARGA

(LEYENDA)

- 1.- Matriz de diámetro variable.
- 2.- Abrazadera de diámetro variable perforada
- 3.- Llave de toma (Corporation) tuerca y niple con pestaña de 0.05 m.
- 4.- Cachimba o curva de 90° de doble unión-presión.
- 5.- Tubería de conducción.
- 6.- Forro tubería 100 mm (4").
- 7.- Codo de 45°.
- 8.- Niple de longitud mínima = 0.30 m.
- 9.- Unión presión-rosca.
- 10.- Llave de paso.
- 11.- Niple standard con tuerca.
- 12.- Medidor o niple.
- 13.- Cimiento del límite de propiedad.
- 14.- Marco.
- 15.- Tapa.
- 16.- Losa de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .
- 17.- Caja de medidor.
- 18.- Solado de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 4.2.12.8 CONEXION DOMICILIARIA CORTA

##### (LEYENDA)

- 1.- Matriz de diámetro variable.
- 2.- Abrazadera de diámetro variable perforada
- 3.- Llave de toma (Corporation) tuerca y niple con pestaña de 0.05 m.
- 4.- Cachimba o curva de 45° de doble unión-presión.
- 5.- Tubería de conducción.
- 6.- Forro tubería 100 mm (4").
- 7.- Codo de 45°.
- 8.- Niple de longitud mínima = 0.30 m.
- 9.- Unión presión-rosca.
- 10.- Llave de paso.
- 11.- Niple standard con tuerca.
- 12.- Medidor o niple.
- 13.- Cimiento del límite de propiedad.
- 14.- Marco.
- 15.- Tapa.
- 16.- Losa de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .
- 17.- Caja de medidor.
- 18.- Solado de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 4.2.13 *Diseño de la red de distribución*

*El sistema de distribución esta determinado por el conjunto de tuberías que constituyen la red de distribución y de sus partes accesorias y complementarias, como son los reservorios, las válvulas e hidrantes y otros componentes necesarios, cuya finalidad es la de satisfacer la demanda de los consumidores hasta el máximo gasto horario, sin que las pérdidas por flujo hidráulico en el sistema (pérdidas de carga) reduzcan las presiones por debajo del mínimo señalado en el reglamento, ni que las máximas presiones en las horas de mínimo consumo sobrepasen el límite permitido.*

*La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción de tal manera que se pueda aislar sectores de redes no mayores de 400 metros de longitud. La ubicación de los hidrantes se hará en forma tal que la distancia entre dos de ellos no sea mayor a 200 metros.*

#### 4.2.14 Zona de presión

Una zona de presión es aquella área de terreno limitada por las presiones máximas y mínimas de servicio. Esta puede abarcar una gran área de terreno si la topografía es de suave pendiente, y viceversa si la topografía es de fuerte pendiente, como ocurre en faldas de cerro. En la Ciudad Mariscal Cáceres, se presentan los dos tipos de zona de presión.

1ro Está dividida en cuatro zonas de presión, cada una abarca una gran área de terreno abastecida por su respectivo reservorio de cabecera.

Zona de presión	Reservorio	Sector
1	R - 1	I
2	R - 2	I y II
3	R - 3	II y III
4	R - 4	II y III

2do De la 4ta zona de presión se subdivide dos sistemas que corresponden a la 5ta zona de presión

Zona de Presión	Reservorio	Sector
5a	R - 5a	III
5b	R - 5b	III

*En el cuadro N<sup>o</sup> 18 se presentan los datos técnicos de la zona de presión N<sup>o</sup> 1.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 19 se presentan los datos técnicos de la zona de presión N<sup>o</sup> 2.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 20 se presentan los datos técnicos de la zona de presión N<sup>o</sup> 3.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 21 se presentan los datos técnicos de la zona de presión N<sup>o</sup> 4.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 22 se presentan los datos técnicos de la zona de presión N<sup>o</sup> 5a.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 23 se presentan los datos técnicos de la zona de presión N<sup>o</sup> 5b.*

*Se presentan estos cuadros con la finalidad de contar con datos necesarios para la realización de los cálculos hidráulicos de todos los circuitos de la Ciudad Mariscal Cáceres, pero el motivo de esta tesis es el sector III, que es parte de las zonas de presión N<sup>o</sup> 3, N<sup>o</sup>4 y completamente las zonas de presión 5a y 5b.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 24 se presenta el requerimiento de cada zona de presión.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 25 se presenta los resultados de las líneas de impulsión desde la cisternas CR-67 al reservorio R-4.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 26 se presenta las características de los reservorios del R-1 al R-5b.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 27 se presenta el perfil hidráulico desde la cisterna CR-35 hasta el reservorio R-4.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 28 se presenta los requerimientos de la Ciudad Mariscal Cáceres de acuerdo a zonas de presión.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 29 se presenta los requerimientos de caudales de acuerdo a cada zona de presión.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 30 se presenta las características de los reservorios existentes y proyectados.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 31 se presenta las especificaciones de las líneas de bombeo.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 32 se presenta el calculo hidráulico de la zona de presión numero 1, y en el esquema 3 el diagrama de presiones.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 33 se presenta los caudales, cotas y presiones de la zona de presión numero 1*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 34 se presenta el calculo hidráulico de la zona de presión numero 2, y en el esquema 4 el diagrama de presiones.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 35 se presenta los caudales, cotas y presiones de la zona de presión numero 2*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 36 se presenta el calculo hidráulico de la zona de presión numero 3, y en el esquema 5 el diagrama de presiones.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 37 se presenta los caudales, cotas y presiones de la zona de presión numero 3*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 38 se presenta el calculo hidráulico de la zona de presión numero 4, y en el esquema 6 y 7 el diagrama de presiones.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 39 se presenta los caudales, cotas y presiones de la zona de presión numero 4*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 40 se presenta el calculo hidráulico de la zona de presión numero 5a, y en el esquema 8 el diagrama de presiones.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 41 se presenta los caudales, cotas y presiones de la zona de presión numero 5a*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 42 se presenta el calculo hidráulico de la zona de presión numero 5b, y en el esquema 9 el diagrama de presiones.*

*En el cuadro N<sup>o</sup> 43 se presenta los caudales, cotas y presiones de la zona de presión numero 5b.*

*A modo de ilustración se presenta el esquema 9A de las principales matrices de agua potable de Lima Metropolitana.*

***CAPITULO*      **5****



# CAPITULO V

## RED GENERAL DE DESAGUES

### 5.1 CONCEPTOS GENERALES

*El suministro de agua potable, genera la necesidad de recolección, alejamiento, tratamiento y disposición final de las aguas servidas, servicios de infraestructura indispensables en toda comunidad civilizada. Con estas construcciones se busca alcanzar los siguientes objetivos:*

- 1. Mejorar las condiciones sanitarias locales.*
- 2. Conservar los recursos naturales.*
- 3. Recolectar y alejar las aguas residuales.*
- 4. Someter las aguas residuales a procesos de tratamiento, para acondicionarlas para su disposición final en cuerpo receptor (rio, lago, mar o suelo) o para permitir su reuso sin riesgos para la salud y el ambiente.*
- 5. Eliminar focos de contaminación.*

### 5.1.1 *DEFINICIONES*

*A continuación se presenta definiciones y conceptos normalmente utilizados en la elaboración de proyectos y, en la operación y mantenimiento de sistemas de alcantarillado:*

#### 5.1.1.1 *Sistema de Alcantarillado*

*Es el conjunto de obras e instalaciones destinadas a la recolección, evacuación y disposición final desde el punto de vista sanitario de las aguas servidas de una ciudad.*

#### 5.1.1.2 *Aguas Residuales*

*Son líquidos residuales o efluentes de sistemas de alcantarillado; están constituidas por las aguas domésticas residuales y los desechos industriales.*

#### 5.1.1.3 *Aguas Residuales Domésticas*

*Desechos líquidos de las viviendas, establecimientos comerciales, instituciones y edificios públicos.*

5.1.1.4 Aguas Residuales Industriales

Son los efluentes de las operaciones industriales.

5.1.1.5 Aguas de Lluvia o Pluviales

Termino empleado para definir a las aguas de lluvia que escurren superficialmente.

5.1.1.6 Aguas de Infiltración

Parte de las aguas del subsuelo que penetra en los buzones y tuberías del alcantarillado

5.1.1.7 Redes Colectoras

Comprenden las redes primarias y secundarias que reciben las descargas de aguas residuales a través de las conexiones domiciliarias.

5.1.1.8 Colector Domiciliario O Conexion Domiciliaria

Tubería que conduce las aguas residuales de los edificios hasta la redes colectoras.

#### 5.1.1.9 Colector de Relleno O Secundario

*Tubería de pequeño diámetro que recibe los efluentes de los colectores domiciliarios.*

#### 5.1.1.10 Colector Troncal

*Tubería principal de mayor diámetro que recibe los efluentes de varios colectores secundarios o de relleno, conduciéndolos a un interceptor o emisor.*

#### 5.1.1.11 Interceptor

*Tubería de gran tamaño que intercepta el flujo de los colectores troncales con la finalidad de proteger los cursos de agua, lagos, ríos, playa, etc.*

#### 5.1.1.12 Emisor Final

*Conducto final de un sistema de alcantarillado, destinado al alejamiento de los efluentes de la red hasta la planta de tratamiento o lugar de disposición final o reuso, sin recibir contribuciones en marcha en su trayecto.*

#### 5.1.1.13 Estaciones de Bombeo

*Cuando las condiciones topográficas así lo exigen, puede ser necesario incluir un sistema de bombeo de las aguas residuales.*

#### 5.1.1.14 Sistemas de Alcantarillado

*Para la recolección y alejamiento de las aguas pluviales y residuales, existen los siguientes sistemas:*

*sistema Combinado*

*Sistema Semicombinado*

*Sistema Separado*

*En el primer caso, la red sanitaria es construida para conducir las aguas servidas junto con las pluviales. Las dimensiones de los conductores resultan grandes y las inversiones altas.*

*Para reducir el volumen de aguas pluviales, se adopta el sistema Semicombinado, el que admite parte de las aguas de lluvia de los domicilios (colectada en el interior de las viviendas).*

*El sistema separado es diseñado para coleccionar las aguas residuales de la actividad urbana. Las aguas pluviales se evacuaran en un sistema independiente.*

#### **5.1.2 DISPOSICION DE LAS AGUAS SERVIDAS**

*Cuando las aguas residuales domésticas se vierten sin tratamiento a un cuerpo receptor, estos suelen contaminarse con altas concentraciones de bacterias, virus y parásitos creando un grave problema de salud pública. Tales desechos al no ser manejados adecuadamente se convierten en factores de riesgo para la salud y de contaminación del ambiente.*

#### **5.1.3 LUGAR DE DISPOSICION DE LAS AGUAS SERVIDAS**

*Los puntos de disposición de las aguas servidas pueden ser: el subsuelo, cursos de agua, el mar (previo tratamiento) y reuso.*

##### **5.1.3.1 Subsuelo**

*Es utilizado por poblaciones pequeñas o sistemas particulares. Para ello se diseñan elementos de clarificación y purificación de las aguas servidas como son: Tanque Séptico ó Tanque Inhoff. La concepción de estos sistemas está supeditada a la capacidad de absorción e infiltración de los suelos.*

#### 5.1.3.2 Cursos de Agua

Los ríos, lagos y lagunas pueden ser utilizados como puntos de disposición final; están supeditadas a su capacidad de dilución, así como a la composición y grado de contaminación de las aguas servidas. Se tratará de aprovechar la autodepuración de los cuerpos de agua, a fin de no contaminarlos al grado que resulten dañinos para el ambiente y la salud de la población en general (el Reglamento Nacional de Construcciones: Norma S 090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, exige un tratamiento primario como mínimo).

#### 5.1.3.3 El Mar

Es usado generalmente como punto de disposición final de las aguas residuales, por el gran volumen que representa y por su capacidad de dilución.

Se tratará de no contaminar las aguas del litoral usadas para recreación, como playas y balnearios. Asimismo, se cuidará de no dañar la flora y fauna marina.

#### 5.1.3.4 Reuso

*Si el único objetivo fuese descontaminar el recurso hídrico, los proyectos no tendrían viabilidad financiera. Sin embargo, si se aprovecha la excelente calidad fertilizante y la riqueza de nutrientes que ofrecen las aguas tratadas mediante lagunas de estabilización es posible obtener el beneficio de una producción agropecuaria próxima a los centros de consumo.*

*El uso de las aguas residuales también permite obtener otros beneficios, como el uso eficiente del agua, provisión de abonos naturales y generación de alimentos, empleo e ingresos económicos, y la ampliación de la frontera agrícola en zonas desérticas.*

#### 5.1.4 **CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LIMA METROPOLITANA**

*El PROMAR (Proyecto "MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LIMA METROPOLITANA") viene realizando los estudios de pre factibilidad para el Tratamiento de las aguas residuales de Lima metropolitana. Dentro de este contexto ha realizado estudios de las características de las aguas residuales en términos*



de: DBO<sub>5</sub>, Sólidos suspendidos totales, metales pesados, bacterias coliformes, helmintos y otros parásitos de los grandes emisores y colectores de Lima Metropolitana. Dichos análisis reflejan la calidad de las aguas residuales. El rango de valores de concentración encontrados fue:

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) de 46 a 653 mg/L.
- Sólidos suspendidos (S.S) de 58 a 1,418 mg/l.

EMISORES Y/O COLECTORES	Características Medidas			Características Promedio		
	Caudal	DBO <sub>5</sub>	SS	Caudal	DBO <sub>5</sub>	SS
	m <sup>3</sup> /seg	mg/l	mg/l	m <sup>3</sup> /seg	mg/l	mg/l
Comas	1.87 - 3.05	154 - 288	58 - 352	2.5	215	206
Argentina A	1.46 - 1.77	217 - 460	312 - 363	1.6	322	413
Centenario	4.43 - 4.94	133 - 371	30 - 365	4.6	243	255
Costanero	3.26 - 4.08	103 - 213	188 - 504	3.7	149	282
Surco	5.17 - 6.86	110 - 241	198 - 344	6.3	160	277
Nº 6 *	1.27 - 2.01*	198 - 453	152 - 666	1.6*	331	417
Canto Grande	0.42 - 0.82	330 - 395	1008	0.6	363	1008
Mendoza	0.62 - 0.73	220 - 226	630	0.7	224	630
Villa María	0.01 - 0.06	470 - 653	1418	0.1	562	1418
Nº 19 B	0.80 - 1.10	297 - 360	372	0.1	329	372
Bocanegra	0.12 - 0.16	46 - 84	116	0.1	65	116
Tungasuca	0.04 - 0.22	302	366	0.1	302	366

\* Descarga al río rimac

*Con relación a la DBO<sub>5</sub>, valores altos (comparados con un valor promedio normal de 200 mg/L) han sido encontrados en el emisor No.6, y en los colectores Argentina, Cantogrande y Villa María.*

*Hay que indicar que principalmente en las áreas contribuyentes a los colectores Villa María y Cantogrande, hay continuos racionamientos y/o escasez de agua potable. Esto hace que se eleven las concentraciones de DBO<sub>5</sub> y S.S.*

*Por otro lado, los colectores Argentina, Mendoza y el Emisor No. 6 preferentemente, reciben descargas líquidas industriales sin tratamiento, lo cual eleva la carga orgánica.*

*También hay que resaltar que la práctica de usar los colectores para arrojar desechos sólidos sin control, resulta en el aumento de cargas orgánicas y sólidos suspendidos.*

*Dentro de las alternativas de reuso de las aguas residuales tratadas, la principal es que sea usada para el riego de áreas de cultivo. Siendo este el caso, es importante considerar la presencia y concentración de metales pesados en las aguas residuales a tratar. Muestreos indicaron que en Lima, las aguas residuales exceden constantemente las normas*

*existentes para hierro, manganeso, níquel y plomo. El cuadro 45 muestra la comparación de los resultados analíticos con la norma de calidad de agua para irrigación en el Perú con relación a metales pesados. Es necesario mencionar que cantidades superiores al límite máximo permisible de plomo se encuentran en el emisor Comas; de plomo, cinc en los emisarios Centenario y Costanero; de plomo, cromo y cinc en los emisores No.6 y Surco. Por otro lado, el colector Argentina es calificado como el que recibe la mayor cantidad y diversidad de los residuos líquidos industriales sin tratamiento, y algo menor los colectores Mendoza, No.19, Cantogrande y Bocanegra. En estos colectores se encuentran las mayores concentraciones de plomo, cobre y mercurio (en el colector Argentina especialmente).*

*También es necesario observar que existen muchas industrias del tipo de pequeña empresa o artesanías, que utilizan substancias químicas con metales pesados, que vierten sus residuos líquidos sin tratar y que además no tienen control o fiscalización alguna de ellos. Este es el caso principalmente en las áreas que descargan a los colectores Villa María, Tungasuca y Cantogrande.*

*En el estudio de caracterización de aguas residuales se encontró que los niveles de concentración de coliformes totales y fecales son similares a aquellos encontrados en aguas servidas domésticas en otros países, es decir de  $10^7$  a  $10^8$  NMP/100 ml para coliformes totales.*

*De los resultados analíticos de los colectores, se observa la presencia de elevadas cantidades de helmintos y otros parásitos. Las concentraciones encontradas se indica a continuación:*

<i>Helmintos</i>	<i>26 u/l</i>	<i>a</i>	<i>122 u/l</i>
<i>Protozoarios</i>	<i>54 u/l</i>	<i>a</i>	<i>134 u/l</i>

*El colector Tungasuca es el que muestra la máxima concentración de los parásitos; debido a que el principal reuso del agua residual es riego de áreas de cultivo, parques y jardines, dicha condición se debe tomar en cuenta para el establecimiento de las alternativas de tratamiento.*

*El cálculo de las concentraciones ponderadas promedias de DBO<sub>5</sub> y Sólidos Suspendidos basado en muestras tomadas durante el invierno del año 1,995 indica que dichas concentraciones fueron de 216 y 322 mg/l, respectivamente.*

Como se indico anteriormente, la razón para tan alto valor puede ser la escasez y racionamiento de agua en algunas áreas y la práctica difundida de tirar basura y desperdicios en las bocas de acceso de las alcantarillas.

#### **5.1.4.1 Descripción del Colector Canto Grande**

Se estima que la producción promedio de aguas servidas en el Distrito de San Juan de Lurigancho alcance 1.4 m<sup>3</sup>/s en el año 2,015. La mayor parte del caudal es enviado actualmente al colector No. 6 por el colector Campoy. Caudal adicional en el futuro podría acomodarse con la ampliación del colector Campoy al distrito de Lurigancho. El colector Cantogrande ofrece un buen potencial para la intercepción de aguas residuales porque converge con el colector No. 6 en las inmediaciones del Rio Rimac. El caudal interceptado luego de ser sometido a tratamiento puede usarse para aumentar y crear áreas verdes a lo largo de su margen derecha en el sector del centro histórico de la ciudad. Además el agua tratada puede usarse para el reemplazo de riego con aguas servidas crudas en más de 400 ha de tierras agrícolas ubicadas al oeste del aeropuerto (Hacienda San Agustín).

5.1.4.2 Alternativa de Tratamiento de Aguas Residuales del Colector Canto Grande propuestas por el PROMAR

PROMAR ha identificado dos sitios para tratamiento: uno de 3.6 ha. de terreno, de propiedad del Ministerio de Transportes (Vivero Forestal), y otro de aproximadamente 5 ha. de terreno no urbanizado, en la sección norte del parque Huiracocha. El parque está bajo jurisdicción del Servicio de Parques de Lima (SERPAR). debido a las limitaciones de terreno en esta área ya desarrollada de la ciudad, PROMAR propone el uso de un sistema de lodos activados como el último proceso de tratamiento de aguas residuales, con la construcción inicial de un tratamiento primario intensificado. El caudal a interceptarse, se ha estimado en  $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ . el remanente continuaría en el sistema de alcantarillado hacia la descarga.

Se propone el sitio del Vivero Forestal, con 3.6 ha, para ubicar unidades de filtración final y desinfección. El caudal de aguas servidas llegaría a los filtros desde los clarificadores primarios ubicados en el Parque Huiracocha, que está a 1.5 kilómetros de distancia. El Parque Huiracocha se usaría inicialmente para la construcción de clarificadores primarios. El

*efluente primario sería conducido al vivero forestal para su filtración, mientras que los lodos primarios se descargarían nuevamente al sistema de alcantarillado para su transporte al emisor submarino. Los gráficos A y B ilustran un plan conceptual en los sitios propuestos para el tratamiento.*

**5.1.4.2.1 Parque Zonal Huiracocha (Conjuntamente con el Vivero Forestal)**

*Este terreno se propone como alternativa para ser usado conjuntamente con el Vivero Forestal y compartir el terreno para una planta de tratamiento con un flujo de 1.0 m<sup>3</sup>/s. Este terreno se utilizaría para la mayoría de las instalaciones de tratamiento por lodos activados convencionales y descargaría el efluente de clarificadores secundarios para ser filtrados y desinfectados en el Vivero Forestal por medio de una tubería especial.*

*El terreno identificado para una planta de tratamiento en esta zona está clasificado como parque, pero cerca de cinco hectáreas de el, están siendo usados como relleno sanitario. El parque está ubicado en el*

*distrito de San Juan de Lurigancho, entre la Avenida Próceres de la Independencia y la Avenida 13 de Enero, en la intersección con Avenida Maquinarias. El parque tiene campos deportivos en el lado sur y está rodeado en los otros tres lados por viviendas y negocios de nivel bajo a medio.*

*El terreno a ser utilizado para la construcción de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales sería la parte norte del parque. Esta área de construcción propuesta es relativamente plana y parte del terreno ha sido utilizado para desmonte y para relleno sanitario. el uso actual de este terreno requerirá de consideraciones especiales al momento del diseño y construcción.*

*El subsuelo del area en estudio esta constituido inicialmente por limos de mediana plasticidad, pocos húmedos, subyaciendo arenas pocas limosas (SP - SM) y arenas limosas (SM )semidensas. El nivel freático no se detecto hasta la profundidad máxima explorada (3m.). En el caso de que se proyecte construir en el sector de los rellenos, las estructuras deberán atravesar*



los rellenos a fin de apoyarse directamente sobre los suelos finos naturales.

Los suelos han sido clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

<b>CLASIFICACION DE SUELOS - PARQUE ZONAL HUIRACOCCHA</b>			
<b>CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>		
<i>Profundidad (m)</i>	<i>0.00-0.6</i>	<i>0.6-1.3</i>	<i>1.3-2.5</i>
<i>Retenido malla N°4</i>	-	-	-
<i>Pasa malla N° 200</i>	--	<i>9.8</i>	<i>36.4</i>
<i>Limite Liquido</i>	<i>41.90</i>	-	-
<i>Indice Plástico</i>	<i>13.20</i>	<i>NP</i>	<i>NP</i>
<i>Clasificación (SUCS)</i>	<i>ML</i>	<i>SP-SM</i>	<i>SM</i>

Este terreno puede ser usado para la construcción de instalaciones de tratamiento, pero la presencia de rellenos sanitarios puede dificultar el diseño y construcción. Deberá tenerse sumo cuidado al momento de diseñar para asegurar compatibilidad con los terrenos adyacentes y sus actuales usos.

#### **5.1.4.2.2 Vivero Forestal (Conjuntamente con Parque Huiracocha)**

Este terreno está propuesto como alternativa para ser usado para la

*filtración y clorinación del efluente proveniente de un proceso de tratamiento secundario en el Parque Huiracocha. El efluente propuesto de 1.0 m<sup>3</sup>/s sería vertido al río Rimac o usado para irrigación y/o enfriamiento de agua para industrias.*

*El terreno en estudio ubicado en el Distrito de San Juan de Lurigancho, corresponde al Vivero Forestal de Caja de Agua, colindando por el norte con la Avenida Perú (Avenida Circunvalación Sur), por el sur con el Jr. Olaya, por el este con un mercado y un Centro Educativo y por el oeste con el Jr. Tacna, ocupando un área aproximada de 3.6 hectáreas.*

*El terreno en estudio está totalmente cercado con muros de ladrillo, en su interior existe una oficina administrativa del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. El Vivero está cubierto casi totalmente de árboles, almácigos y plantones de arbustos listos para ser trasplantados.*

*El terreno está ubicado en un área residencial con viviendas en el lado opuesto de las dos calles adyacentes. En la zona*

este del terreno se encuentra la parte posterior de un colegio y de otros edificios no residenciales.

El subsuelo está constituido por limos compresibles (MH) de 0.50 metros de espesor, continuando con arcillas y limos de color beige con raíces y arbustos. El nivel freático no se detectó hasta la profundidad explorada de 3.00 metros. Anteriormente en la zona existía una laguna o cocha con aguas provenientes de filtraciones.

Los suelos han sido clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

<b>CLASIFICACION DE SUELOS - VIVERO FORESTAL</b>			
<b>CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>		
<i>Profundidad (m)</i>	<i>0.00-0.5</i>	<i>0.95-1.45</i>	<i>1.85-3</i>
<i>Retenido malla N°4</i>	<i>0.20</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>Pasa malla N° 200</i>	<i>87.30</i>	<i>99.44</i>	<i>81.86</i>
<i>Limite Liquido</i>	<i>57.26</i>	<i>43.37</i>	<i>32.30</i>
<i>Indice Plástico</i>	<i>14.27</i>	<i>13.67</i>	<i>8.38</i>
<i>Clasificacion (SUCS)</i>	<i>MH</i>	<i>ML</i>	<i>ML</i>

Las características físicas de este terreno son apropiadas para la construcción de instalaciones de cloración y filtración. La compatibilidad de estas instalaciones propuestas con los terrenos colindantes es buena, porque existirá poco olor o bulla y las instalaciones no serán vistas desde la calle. Los impactos negativos serían la posible destrucción de una parte del paisaje y un poco de bulla de la planta.

#### 5.1.4.3 Reuso de las Aguas Residuales - Consideraciones Y Criterios de Diseño de las Plantas de Recuperación

##### 5.1.4.3.1 Rejas y Remoción de Arenas

Se usaran rejas gruesas en los principales trabajos de la planta para proteger el equipo mecánico corriente abajo. Se proponen rejas limpiadas mecánicamente con aberturas de barrera de 19 mm., con velocidades de aproximación de canales oscilando entre 0.6 a 1.2 m/s para prevenir la acumulación de arena. Las rejas serán transportadas a contenedores movibles para ser desechados en rellenos de tierra.

Se incluirá la remoción de arena para prevenir desgastes y deterioro del equipo mecánico y la acumulación de arena en los canales y cuencas corriente abajo. Se proporcionará el diseño para la remoción del 95% de las partículas mas grandes de 0.21mm, y el 75% de las partículas mas grandes de 0.15mm y aun mas grandes, con una gravedad específica de 2.65. La arena recogida será lavada para quitarle material orgánico y luego transportada a contenedores movibles para su disposición en rellenos de tierra.

**5.1.4.3.2 Parámetros del Proceso Biológico**

<b>PARAMETROS DE DISEÑO PARA SEDIMENTACION</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sedimentacion Primaria</b>	<b>Sedimentacion Secundaria</b>
<i>Carga de superficie</i>	<i>m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día</i>	<i>41.0</i>	<i>20.40</i>
<i>Profundidad de agua de costado</i>	<i>m</i>	<i>3.60</i>	<i>4.90</i>
<i>Proporción Largo/Ancho</i>	<i>m<sup>3</sup>/m/día</i>	<i>190.00</i>	<i>190.10</i>
<i>Carga de vertedero</i>			

<i>PARAMETROS DE DISEÑO PARA PROCESOS DE AERACION</i>			
<i>Parámetro</i>	<i>Unidad</i>	<i>Lodo Activado</i>	<i>Zanja de Oxidación Secundaria</i>
<i>Carga de superficie</i>	<i>m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día</i>	<i>41.0</i>	<i>20.40</i>
<i>Profundidad de agua de costado</i>	<i>m</i>	<i>3.60</i>	<i>4.90</i>
<i>Proporción Largo/Ancho</i>	<i>-</i>	<i>5.10</i>	<i>15.10</i>
<i>Carga de vertedero</i>	<i>m<sup>3</sup>/m/día</i>	<i>190.00</i>	<i>190.10</i>

<i>PARAMETROS DE DISEÑO DE LAGUNAS FACULTATIVAS</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>
<i>Tiempo de Retención Hidráulico</i>	<i>10 días (mínimo)</i>
<i>Numero de Lagunas en serie</i>	<i>2 (mínimo)</i>
<i>Carga de superficie</i>	<i>140 kg DBO<sub>5</sub>/ha-día</i>
<i>Profundidad de agua</i>	<i>1.5 m</i>
<i>Obra Muerta</i>	<i>1.0 m</i>
<i>Inclinación de lado de bermas (Vertical: Horizontal)</i>	<i>1:3</i>
<i>Ancho de cima de berma</i>	<i>4 m</i>

#### **5.1.4.3.3 Filtración**

*Con excepción de las Lagunas Facultativas, se proveerá filtración por gravedad para la remoción de huevos de helmintos del efluente. dicho proceso también removerá algunos sólidos adicionales y aumentará la capacidad de desinfección subsiguiente.*

Se proponen filtros individuales de flujo por gravedad, con agua de retorno a presión iniciada con pérdida de presión en los filtros altos. Las cargas de superficie varían típicamente entre 1.4 a 4.0  $lt/m^2$  y las pérdidas de presión a través de filtro entre 0.7 m a 0.9 m.

#### 5.1.4.3.4 Desinfección

Se logrará el control de las concentraciones de microorganismos en los efluentes de todas las plantas de tratamiento de aguas residuales, mediante desinfección, usando gas de cloro. El cuadro siguiente muestra los parámetros de diseño escogidos para la desinfección de efluentes.

PARAMETROS DE DISEÑO PARA DESINFECCION POR CLORO	
Parámetro	Valor
Dosis	1 -5 mg/l
Gradiente de velocidad de mezcla	500 $S^{-1}$
Tiempo de retención:	
Flujo promedio	30 min
Flujo máximo	15 min
Proporción de largo / ancho	40:1
Residuos de cloro en la descarga	1 mg/l

Monitoreo y Controles para Plantas de Lodos Activados Convencionales

*El control y monitoreo global de la planta estarán centralizados en un cuarto de control dentro del edificio administrativo de la planta. Estaciones de ingreso y egreso (I/O) serán ubicadas a lo largo de la planta para comunicarse con el sistema de control distribuido (SCD). Se programará la Lógica de control y todos los algoritmos necesarios dentro del SCD. no se efectuarán modificaciones y solo será posible hacerlas después de contar con la palabra clave de ingreso y el permiso de dos autoridades.*

*El panel de control principal tendrá computadores personales apropiados y una consola de control para el operador. Los gráficos a color proporcionarán al operador una visión esquemática de las áreas de procesamiento de la planta, con indicaciones de códigos coloreados y con el tiempo real de la información procesada, dándole así una visión concisa del sistema operativo de la planta. Los diferentes gráficos serán facilitados al operador mediante el uso del teclado para seleccionarlos.*



*Un sistema de alarma de monitoreo proporcionará un mensaje impreso en una impresora de alarma, así como un gráfico tanto en el esquema gráfico como en la pantalla del sistema de alarma. La corrección de una situación de alarma será registrada en la impresora de alarma y También en el sistema de archivo del SCD como un registro de cuando la situación regrese a la normalidad.*

*Las funciones que serán monitoreadas son las siguientes:*

- Velocidad de flujo del efluente y variaciones de velocidad de flujo*
- Niveles de agua del canal de distribución.*
- Niveles de agua diferenciales a través de los tamices de barra*
- Concentraciones de oxígeno disueltos en las cuencas de aeración.*
- Residuos de cloro*
- Velocidades de flujo de RAS y WAS*
- Velocidad de flujo del efluente*
- Estado operacional de todo el equipo mecánico*

## 5.2 DETERMINACION DE LA DEMANDA DE AGUA

### 5.2.1 DOTACION

#### 5.2.1.1 Consideración en la elección de la dotación

*La dotación asumida por uso es la siguiente:*

<i>Vivienda</i>	<i>150 lts/hab./día</i>
<i>Colegios</i>	<i>40 lts/alum/día</i>
<i>Mercados y O.U.</i>	<i>15 lts/m2. / día</i>
<i>Parques y plazas</i>	<i>2 lts/m2. / día</i>

#### 5.2.1.2 Dotaciones consideradas

*Las dotaciones que hemos considerado son las que señala SEDAPAL, para el tipo de zona del presente proyecto.*

#### 5.2.1.3 Factor de conversión de flujo de agua potable al flujo de aguas residuales

*No toda el agua producida entra al sistema de alcantarillado. Una parte se pierde por fugas en el sistema de distribución además, hay usos del agua que no producen flujos sanitarios como: riego de parques, jardines y otras áreas verdes.*

#### 5.2.1.4 Adopción del factor de descarga

*SEDAPAL señala que el 80% del caudal de agua potable consumido ingresa al sistema de alcantarillado. El porcentaje señalado se aplicará al caudal máximo horario de agua potable.*

### 5.3 **FISIOGRAFIA Y GEOLOGIA**

#### 5.3.1 **ASPECTOS TOPOGRAFICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO**

##### 5.3.1.1 Levantamiento topográfico

*Consiste en el levantamiento planimétrico y altimétrico en el cual se toma datos de campo suficientes para la obtención del plano topográfico.*

##### 5.3.1.2 Levantamiento urbano

*Son levantamientos topográficos de ciudades.*

*Comprende:*

- Red de apoyo en planimetría y altimetría (Red principal: Triangulación; red secundaria: Poligonación).*
- Relleno Topográfico.*

- *Señalización de ciertos puntos especiales como esquinas de calles y referencias a un sistema único de coordenadas rectangulares.*

### 5.3.2 *DISEÑO DE RASANTES DE VIAS*

#### 5.3.2.1 *Rasantes en terreno llano*

*Estarán sobre el terreno. Por razones de drenaje.*

*Rasantes en terrenos ondulados.- Por razones de economía, seguirá la topografía del terreno.*

*Rasante en terrenos accidentados.- En terrenos accidentados o montañosos, será necesario adaptar la rasante al terreno.*

*Necesidad de curvas verticales.- Los tramos consecutivos de rasantes serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea de 1% para carreteras con pavimento de tipo superior y de 2% para las demás. Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, la distancia de visibilidad mínima de parada y la distancia de paso.*

*Longitud de curvas convexas.- La longitud de las curvas verticales convexas se determina con la figura 5.1. para el caso en que se desee contar con distancias de visibilidad de parada. La figura 5.2. se utiliza para el caso de obtener visibilidad de paso.*

*Longitud de curvas cóncavas.- La longitud de las curvas verticales cóncavas se determina utilizando la figura 5.3.*

*Subrasantes.- Las subrasantes deben tener el ancho suficiente como para recibir la capa o capas integrantes del pavimento. El ancho será mayor que el de la superficie final de la calzada. Esto se consigue a través del nivelado, perfilado y compactado; quedando por debajo de la cota de rasante.*

#### **5.3.2.2 Pendientes en el diseño de rasantes**

*Pendientes mínimas.- En los tramos en corte, generalmente se evitará el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje.*

Según norma del Ministerio de Transportes Comunicaciones Vivienda y Construcción, la pendiente mínima será de 0.26%,

**Pendientes máximas normales.**- Los límites máximos de pendiente son los indicados en la tabla 5.1. Se establecen teniendo en cuenta la seguridad de la circulación de los vehículos pesados, en condiciones desfavorables.

Tabla 5.1

<b>PENDIENTES MAXIMAS NORMALES</b>	
Altitudes menores de 3,000 m.s.n.m.	7%
Altitudes mayores de 3,000 m.s.n.m.	6%

### 5.3.3 ESTUDIOS DEL SUELO

#### 5.3.3.1 Estudio geológico

En la quebrada de Canto Grande existe gran cantidad de cantos rodados y bolonería, unidos por arena de diferente graduación, la capa de piedras comienza en la superficie.

El terreno del presente estudio es terreno normal, mezclado con bolonería y roca fragmentada.

## 5.4 BASES DEL DISEÑO

### 5.4.1 SISTEMA DE RECOLECCION

*Está constituido por las redes colectoras, cámaras de inspección, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo y en general, por todas las instalaciones que fueran necesarias para asegurar la conveniente evacuación de las aguas servidas.*

*En este estudio el sistema de recolección está constituido por: colectores, cámaras de inspección, interceptor, y emisor principal.*

#### 5.4.1.1 Cámaras de inspección

*Son elementos prefabricados de concreto o concreto vaciado in-situ, que permiten al acceso a los colectores. Su forma es cilíndrica y deben ser suficientemente amplios para darle paso a una persona y permitirle maniobrar en su interior.*

*Las cámaras de inspección o buzones se proyectan en:*

- Intersección de colectores.*
- Inicio del colector.*
- Cambio de dirección.*

- Cambio de pendiente.
- Cambio de diámetro.
- Cambio de material empleado en los colectores.
- En los colectores alineados en curva, al comienzo y fin de la misma, y en la curva a una distancia de 30.00 m. entre ellas cuando corresponda.
- En los tramos rectos de los colectores, la separación máxima entre cámaras de inspección será de acuerdo a las siguientes recomendaciones:
  - a) Para tuberías de 200 mm. ( 8" ) y 250 mm. ( 10" ) - 80.00 m.
  - b) Para tuberías de 300 mm. ( 12" ) y 600 mm. ( 24" ) - 100.00 m.
  - c) Para tuberías de diámetros mayores 150.00 m.

La profundidad mínima de las cámaras de inspección será de 1.20 m. y de acuerdo al diámetro de la tubería sobre la que se coloca se clasifican en tres tipos: Tipo I, tipo II y tipo III° según se especifica en la tabla 5.2.



Tabla 5.2

CLASIFICACION DE BUZONES			
TIPO	PROFUNDIDAD (m.)	DIAMETRO BUZON (mm.)	DIAMETRO TUBERIA (pulgadas)
I	Hasta 3.00	1.20	Hasta 24"
	de 3.01 a más	1.50	Hasta 24"
II	Hasta 3.00	1.20	26" - 48"
	de 3.01 a más	1.50	26" - 48"
III	Todas	1.50	mayores de 52"

Las características de cada uno de los tipos de buzones se presentan en las figuras 5.4., 5.5. y 5.6.; el detalle de la canaleta y armadura de techo se presenta en la figura 5.7

#### 5.4.1.2 Trazo de la red de alcantarillado

El trazo de la red de alcantarillado se inicia con la ubicación de los buzones siguiendo las recomendaciones señaladas en el ítem anterior. Se debe tener en cuenta que a un buzón puede llegar la contribución de más de un colector, pero la descarga del buzón se realiza por un solo colector.

#### 5.4.1.3 Ubicación de tuberías

En las calles de 20.00 m. de ancho o menos se proyecta una línea de alcantarillado en el eje de la calle.

*En las calles y avenidas de más de 20.00 m. de ancho, se proyecta a cada lado de la calzada, pero si el número de conexiones que descargan a esa línea es reducido se puede optar por trazar una sola línea de alcantarillado.*

*La línea de alcantarillado no debe ubicarse a menos de 2.00 m. del límite de propiedad medido desde el plano tangente vertical del tubo.*

*En los cruces con tuberías de agua potable, la de desagüe deberá pasar por debajo a una distancia mínima de 0.25 m. medida entre los planos tangentes horizontales respectivos.*

#### **5.4.1.4 Tipo de tubería**

*Se usará tuberías de concreto simple normalizado C.S.N. mínimo de 200 mm ( 8" ), espiga - campana, anillos de jebe unión flexible que cumplan con las siguientes normas técnicas de INDECOPI (Ex ITINTEC):*

<i>Tubería</i>	<i>:</i>	<i>339.009</i>
		<i>del 339.063 al 339.068</i>
<i>Anillos</i>	<i>:</i>	<i>300.036</i>

*El uso de esta tubería es por su bajo costo, disponibilidad en el mercado nacional y, el tipo*

*de junta (anillo de jebes) permite la asimilación de los movimientos sísmicos.*

#### **5.4.2 DISEÑO DE COLECTORES**

##### **5.4.2.1 Velocidades límites de arrastre**

*Estas presentan limitaciones porque las velocidades altas provocan descomposición rápida de la materia orgánica del desagüe produciendo olores desagradables y riesgo de erosión en la tubería. En cambio las velocidades bajas propician la sedimentación de los sólidos en las alcantarillas. Para evitar estos problemas se considera las siguientes velocidades límites:*

*Velocidad máxima : 3.00 m./seg.*

*Velocidad mínima : 0.60 m./seg.*

##### **5.4.2.2 Pendiente favorable para el drenaje**

*Generalmente la evacuación de las aguas servidas se hace por gravedad, salvo casos especiales en que se necesite ganar altura se utiliza el bombeo.*

Para conseguir condiciones favorables de flujo se deberá considerar para los primeros 300.00 m. de las líneas de alcantarillado una pendiente mínima de 10 por mil.

<b>PENDIENTES MÍNIMAS</b>		
<b>Diametro (pulgada)</b>	<b>Pendiente mínima (<sup>o</sup>/<sub>00</sub>)</b>	<b>Caudal mínimo ( lps )</b>
8"	4.0	19.00
10"	2.9	30.00
12"	2.2	42.00
14"	1.6	58.00
16"	1.3	75.00
18"	1.2	96.00
20"	1.0	120.00

#### 5.4.2.3 Area de drenaje

El área de drenaje de la zona en estudio tiene un caudal final de 217.61 lps, obtenido de la siguiente manera:

$$Q_c = 0.8 \times Q_{mh}$$

$$Q_c = 0.8 \times 272.01 \text{ lps}$$

$$Q_c = 217.61 \text{ lps}$$

*El área en estudio descargara sus desagües a través del buzón 137, para drenar finalmente al buzón N° 37 del Emisor Wiese (18"), este, en la intersección de las Av. Wiese y Santa Rosa cambia de diámetro a 24" y de nombre a colector Canto Grande. El colector Wiese ha sido diseñado previendo la contribución de las áreas de drenaje de nuestra zona en estudio, por lo que tendrá la factibilidad de servicio de SEDAPAL.*

### **5.4.3 HIDRAULICA DEL ALCANTARILLADO**

#### **5.4.3.1 Cálculo Hidráulico**

##### **5.4.3.1.1 Caudal de contribución en marcha**

*Es aquel caudal ( Qcm ) que nos permite hallar el caudal que fluye por cada tramo de tubería entre dos buzones consecutivos.*

*Este caudal se determina de la siguiente manera:*

donde :

$$Q_{cm} = \frac{Q_c}{L_t} \times 100$$

*Qc = Caudal de contribución al desagüe y es el 80% del Qmh ( Qc = 217.61 lps ).*

*Lt = Longitud total de colectores.*

Entonces:

$$Q_{cm} = \frac{217.61}{40,479.22} \times 100$$

$$Q_{cm} = 0.54 \text{ lps}/100 \text{ m.}$$

#### 5.4.3.1.2 Formula de Chezy

Las fórmulas establecidas para flujo en conductos libres, se basan en la expresión de Chezy:

$$V = C * \sqrt{R_H * S}$$

Donde:

- V : Velocidad (m/seg.)
- C : Constante de CHEZY
- $R_H$  : Radio Hidráulico (m.)
- S : pendiente en (m/m)

Para los conductos de sección circular, de diámetro  $d$ , funcionando a tubo lleno o a media sección, el Radio hidráulica ( $R_H$ ) es igual a  $d/4$ . Comparando con la Darcy:

$$h_f = f * \frac{LV^2}{2gd}$$

Tenemos

$$C = \sqrt{8g / f}$$

#### 5.4.3.1.3 Formula de Ganguillet - Kutter

De la formula N<sup>o</sup> 1 de Chezy, los ingenieros suizos Ganguillet y Kutter, propusieron la siguiente expresión para el calculo del coeficiente C:

$$C = \frac{23 + \frac{0.00155}{S} + \frac{1}{n}}{1 + \left( 23 + \frac{0.00155}{S} \right) * \frac{n}{\sqrt{R_H}}}$$

*n* : Coeficiente que depende de la naturaleza de las paredes del conducto.

<i>Valores del Coeficiente n</i>	
<i>Naturaleza de las paredes</i>	<i>n</i>
<i>Tubos de acero soldado</i>	<i>0.011</i>
<i>Tubos de concreto</i>	<i>0.013</i>
<i>tubos de fierro fundido</i>	<i>0.012</i>
<i>Tubos de asbesto - cemento</i>	<i>0.011</i>

**5.4.3.1.4 Formula Simplificada de Kutter**

*Para las pendientes (S) mayores a 0.0005 m/m (0.5<sup>0</sup>/<sub>00</sub>)*

$$C = \frac{100 * \sqrt{R_H}}{(100n - 1) + \sqrt{R_H}} \quad (S > 0.5^0/_{00})$$

*Para conductos circulares a tubo lleno:  $R_H = d/4$  y  $S > 0.5^0/_{00}$ , en la expresión de Chezy obtenemos*

$$V = \frac{50d\sqrt{S}}{0.598 + \sqrt{d}} \quad (m/seg)$$

*Siendo:*



$$Q = V * A$$

entonces:

$$Q = \frac{39.25d^3 \sqrt{S}}{0.598 + \sqrt{d}} \quad (\text{m}^3/\text{seg})$$

donde:

$d$  : diámetro en m.

$S$  : pendiente en m/m

$V$  : Velocidad en m/seg. (tubo lleno)

$Q$  : Caudal en m<sup>3</sup>/seg (tubo lleno)

#### 5.4.3.1.5 Formula de Manning

Esta fórmula creada por el Ing. Irlandés Robert Manning ( 1816 - 1897 ) en el año de 1890, resulta de una simplificación de la formula de GANQUILLET KUTTER:

$$V = R_H^{2/3} * \frac{S^{1/2}}{n} \quad (\text{m/seg})$$

los valores de "n" son los mismos de Kutter, la formula ha sido establecida para conductos libres, pudiendo aplicarse para el calculo de conductos forzados, es una de las expresiones mas simples y aplicadas en los últimos tiempos.

Para conductos circulares de concreto ( $n = 0.013$ ) que trabajan a tubo lleno tenemos:

$$V = 30.53 d^{2/3} \sqrt{S}$$

$$S = \left( \frac{V}{30.53 d^{2/3}} \right)^2$$

$$Q = 23.98 d^{8/3} \sqrt{S}$$

donde:

$d$  : diámetro en metros

$S$  : pendiente en m/m

$V$  : velocidad a tubo lleno (m/seg.)

$Q$  : caudal a tubo lleno ( $m^3$ /seg)

5.4.3.1.6 Fórmulas prácticas para conductos circulares libres

Los conductos libres están sujetos a la presión atmosférica, por lo menos en un punto de su área hidráulica (sección de flujo)

En una tubería circular que trabaja como canal los valores de  $A$  y  $R$  se hallan en función del diámetro  $d_o$  y el ángulo central  $\theta$  de la siguiente manera:

$y$  : tirante de agua  
 $d_o$  : diámetro de la tubería  
 $\theta$  : ángulo en radianes  
 $y/d_o$  :  $dp =$  diámetro proporcional

5.4.3.1.6.1 Fórmulas Geométricas:

$$\theta = 2\arccos(1 - 2dp)$$

$$dp = \frac{1}{2} \left( 1 - \cos \frac{\theta}{2} \right)$$

$$\text{sen} \frac{\theta}{2} = 2\sqrt{dp - dp^2}$$

Tenemos:

$$P = d(\arccos(1 - 2dp))$$

donde:

$h_f$  : pérdida de carga (m)

$f$  : coeficiente de fricción

$L$  : Longitud de la tubería (m)

$V$  : velocidad media (m/s)

$d$  : Diámetro del tubo (m)

$g$  : aceleración de la gravedad 9.8 m/seg<sup>2</sup>

#### 5.4.3.2 Coeficiente de rugosidad de la tubería

El coeficiente de rugosidad adoptado para el diseño es la correspondiente a las tuberías de Concreto Simple Normalizado cuyo valor es el siguiente:

$$n = 0.013$$

#### 5.4.3.3 Cálculo de la red de colectores por computadora.-

La red de colectores se calculara utilizando el programa de computación SEWER escrito en lenguaje BASIC, este programa optimiza el diseño de una red de desagues para una condición determinada de topografía, flujos y diámetros de tubería, minimizando las profundidades de excavación, a partir de una profundidad mínima

*condicionada por el usuario. Permite también delimitar las velocidades de escurrimiento mínimo y máximo y calcular las condiciones hidráulicos de trabajo para estos casos.*

*El SEWER calcula el mínimo y máximo pendiente permisible, basándose en la mínima y máxima velocidad permisible que el usuario proporciona*

#### *Limitaciones*

- *El programa acepta un numero máximo de 300 tramos de tuberías y 301 nudos (buzones)*
- *El SEWER utiliza la ecuación de Manning para determinar las condiciones hidráulicas de los tramos de tuberías.*
- *Solo permite un nudo de salida*
- *El programa calcula hasta una condición de tirante/ diámetro igual al 80 %.*

*En el cuadro 46 se presenta el calculo hidráulico de la zona de drenaje 1, la que esta comprendida entre los buzones 62 al 137; en el esquema 10 se presenta el resultado del calculo hidráulico.*

*En el cuadro 47 se presenta el calculo hidráulico de la zona de drenaje 2, la que esta comprendida entre los buzones 32IB al 88C; en el esquema 11*

*se presenta el resultado del calculo hidráulico.*

*En el cuadro 48 se presenta el calculo hidráulico de la zona de drenaje 1-1, la que esta comprendida entre los buzones 138B al 137, en el esquema 12 se presenta el resultado del calculo hidráulico.*

*En el esquema 13 se visualiza los principales colectores de Lima Metropolitana.*

*Los detalles de las cajas de registro y los de la conexión domiciliar, se indican en la figura 5.8*

***CAPITULO***      **6**

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFIA

#### CONCLUSIONES

Para el presente estudio la fuente de abastecimiento considerada es mixta: superficial (planta de tratamiento "La Atarjea") y subterránea (pozos de la batería Campoy).

Durante el período de avenidas donde hay presencia de lluvias (5 meses del año), las lagunas de almacenamiento (Yuracmayo, Marca I y II) mantienen un alto nivel, el río Rimac incrementa su caudal hasta alcanzar 65 m<sup>3</sup>/s. de los cuales 5 m<sup>3</sup>/s. son utilizados por los regantes. En este período SEDAPAL tiene una producción total de 26.5 m<sup>3</sup>/s. de agua potable (plantas 18 m<sup>3</sup>/s. y pozos 8.5m<sup>3</sup>/s.), producción suficiente para el abastecimiento total y permanente de la población de Lima Metropolitana. Durante este período el distrito en el cual se encuentran nuestras localidades tienen un abastecimiento diario de 24 horas.

En períodos de estiaje (7 meses del año), hay una fuerte disminución del nivel de las lagunas, el caudal del río Rimac disminuye 75%, produciéndose menor volumen de agua potable; en este período el abastecimiento es



restringido por horas, SEDAPAL tiene una producción total de 23.5 m<sup>3</sup>/s (plantas 15 m<sup>3</sup>/s. y pozos 8.5m<sup>3</sup>/s) en algunos meses la planta ha producido solamente 7 m<sup>3</sup>/s. Cuando la planta de tratamiento produce 16 m<sup>3</sup>/s., San Juan de Lurigancho cuenta con servicio diario de 24 horas; cuando la planta tiene una producción de 12.5 m<sup>3</sup>/s. el servicio es diario y de 18 horas; y cuando la planta tiene una producción menor a 11 m<sup>3</sup>/s. el abastecimiento del distrito es exclusivamente mediante pozos y en forma restringida.

Como en la actualidad se vienen realizando obras de represamiento para incrementar los niveles del río Rimac, durante el período de estiaje, y así mantener la producción de la planta, los cálculos del presente estudio se han realizado considerando un abastecimiento continuo.

SEDAPAL, en el distrito de San Juan de Lurigancho espera servir en el año 2015 a 801,874 hab. que representan el 98% de la población servida. Nuestra zona en estudio esta considerada dentro de este estimado, por lo que cuenta con factibilidad de servicio.

El diseño del suministro promedio de agua por persona ha sido calculado a partir de la clasificación

*siguiente hecha por SEDAPAL*

- 1 Suministro de agua para uso doméstico promedio diario*
- 2 Suministro de agua para otros usos diferentes al doméstico (comercial industrial y otros).*
- 3 Cantidad de fugas promedios diarios.*

*Las dotaciones para cada uso consideradas en el presente estudio se encuentran dentro de los límites de dotaciones establecidas por SEDAPAL.*

*SEDAPAL, elabora las proyecciones de demanda diarias por distrito a partir de valores históricos de consumo y consideraciones de desarrollo urbano, estas proyecciones se encuentran en el rango de 110 a 450 lts/hab/día; estos valores unitarios esperan ser alcanzados antes del año 2002, dentro del actual área de servicio y antes del año 2010 en distritos localizados en las zonas de expansión.*

*Las pérdidas de agua potable en el sistema, tanto fugas en las líneas de distribución como desperdicios por parte del usuario, fueron estimados por SEDAPAL en 39% en 1993, con un rango de variación de 30 a 50% según distritos. La meta establecida por pérdidas en el sistema es del 25%, la cual espera alcanzarse entre los años 2000*

y 2010, según se implemente obras de rehabilitación de redes e instalación de sistemas de medición.

Debe notarse que los consumos totales de agua potable proyectados por SEDAPAL para Lima Metropolitana listados a continuación indican una considerable reducción del consumo per capita desde 368 a 232 lts/hab/día, entre los años 1995 - 2024

RESUMEN DE CONSUMOS TOTALES DE AGUA POTABLE			
CAUDALES (m <sup>3</sup> /s)	1995	2015	2024
Consumo doméstico	13.50	17.80	20.00
Consumo no doméstico	4.90	6.90	7.70
Fugas y pérdidas	10.40	8.20	9.20
Demanda total	28.80	32.80	36.80
Demanda per - capita (lt/hab/día)	368.00	293.00	232.00

A partir de valores históricos de consumo y consideraciones de desarrollo urbano, SEDAPAL elaboro proyecciones de demanda diarias domésticas por distrito en el rango de 110 a 450 lts/hab/día; estos valores unitarios esperan ser alcanzados antes del año 2002, dentro del actual área de servicio y antes del año 2010 en distritos localizados en las zonas de expansión.

Los consumos unitarios no domésticos fueron estimados por SEDAPAL entre 5 - 188 lts/hab/día según distrito con valores proyectados en el rango de 15 - 165

*lts/hab/día.*

*Las pérdidas de agua potable en el sistema, tanto fugas en las líneas de distribución como desperdicios por parte del usuario, fueron estimados por SEDAPAL en 39 % en 1993, con un rango de variación de 30 a 50 % según distritos. La meta establecida por pérdidas en el sistema es del 25%, la cual espera alcanzarse entre los años 2000 y 2010, según se implemente obras de rehabilitación de redes e instalación de sistemas de medición.*

*Para estimar el consumo doméstico por persona, SEDAPAL se basa en datos del año 1982, que fue un año en que el servicio del agua potable fue adecuado, no hubo racionamientos y se mantuvo buenas presiones en la red de distribución.*

*Datos mas recientes no fueron utilizados en las proyecciones por la presencia de racionamientos, bajas presiones en la red y datos limitados de lectura del consumo.*

*En el año 1993, SEDAPAL produjo 20.6 m<sup>3</sup>/s. en promedio anual. Debido a las pérdidas en el sistema de distribución se estima que solo 13.6 m<sup>3</sup>/s. (67%) se utilizo para usos domésticos y no domésticos, de estos un*

total de 12 m<sup>3</sup>/s. ingresan al sistema de alcantarillado; los 7 m<sup>3</sup>/s. (33%) considerados perdidas se estima que 1.9% se descarga como aguas servidas (fugas domiciliarias).

El área donde se han perforado los pozos presenta características hidrogeológicas favorables obteniéndose de estos agua de buena calidad para el abastecimiento de las localidades del presente estudio.

Los pozos se encuentran suficientemente distanciados entre sí y respecto a otras fuentes vecinas, lo que garantiza que la operación de estos pozos no producen interferencia entre ellos.

Debido a la topografía del terreno hemos considerado 5 zonas de presión a fin de mantener las redes de distribución con las presiones máximas y mínimas estipuladas por SEDAPAL.

Como una primera solución de Abastecimiento de Agua para parte del distrito de San Juan de Lurigancho que no cuenta con servicio a nivel de conexión domiciliaria se implemento programas de instalación de pilones comunitarios para garantizar la potabilidad del agua y la nuevas habilitaciones urbanas se abastecen a través de

camiones cisterna, que no prestan garantía de calidad del agua distribuida.

Los reservorios proyectados han sido diseñados para que funcionen como de cabecera, son de sección circular; las alturas máximas y mínimas de tirantes de agua, están comprendidas en el rango establecido por SEDAPAL (2.5 - 8 m.).

Las mínimas elevaciones del nivel de agua en los reservorios de almacenamiento, permite mantener con presiones mayores a las presiones mínimas a las redes de distribución.

Los reservorios diseñados contienen dispositivos de control de caudales, control de niveles y alarmas visuales; tuberías de ingreso y salida con válvulas de interrupción, tubería de rebose, tubería de ventilación en forma de "U", protegida en la boca de salida con una malla de material no corrosible.

Los volúmenes de almacenamiento comprenden los requerimientos de regulación, incendio y reserva para interrupciones de servicio. Para nuestro caso se requerirá un volumen de regulación igual al 18% del consumo máximo diario y un volumen adicional de reserva

que sea igual al 7% del consumo máximo diario. Para la demanda contra incendio se requiere un volumen adicional de 200 m<sup>3</sup>.

Para abastecer la zona de presión N<sup>o</sup> 1, se requiere un volumen total de 1,730 m<sup>3</sup> (regulación 1,100 m<sup>3</sup> reserva 430 m<sup>3</sup> y contra incendios 200 m<sup>3</sup>), como el R-1 existente tiene una capacidad de 2,200 m<sup>3</sup>, esta zona será abastecida por este reservorio.

Para abastecer la zona de presión N<sup>o</sup> 2, se requiere un volumen total de 2,280 m<sup>3</sup> (regulación 1,498 m<sup>3</sup> reserva 582 m<sup>3</sup> y contra incendios 200 m<sup>3</sup>), como el R-2 existente tiene una capacidad de 2,300 m<sup>3</sup>, esta zona será abastecida por este reservorio.

Para abastecer la zona de presión N<sup>o</sup> 3, se requiere un volumen total de 3,403 m<sup>3</sup> (regulación 2,306 m<sup>3</sup> reserva 897 m<sup>3</sup> y contra incendios 200 m<sup>3</sup>), como el R-3 existente tiene una capacidad de 3,500 m<sup>3</sup>, esta zona será abastecida por este reservorio.

Para abastecer la zona de presión N<sup>o</sup> 4, se requiere un volumen total de 3,471 m<sup>3</sup> (regulación 2,355 m<sup>3</sup> reserva 916 m<sup>3</sup> y contra incendios 200 m<sup>3</sup>), como el R-4 existente

tiene una capacidad de 3,500 m<sup>3</sup>, esta zona será abastecida por este reservorio.

Para abastecer la zona de presión N<sup>o</sup> R-5a, se requiere un volumen total de 450 m<sup>3</sup> (regulación 325 m<sup>3</sup> reserva 125 m<sup>3</sup>), para esta zona se ha proyectado un reservorio de 450 m<sup>3</sup> de capacidad. No se ha considerado en el diseño de este reservorio la reserva contra incendio, por que la población servida es menor de 10,000 habitantes.

Para abastecer la zona de presión N<sup>o</sup> R-5b, se requiere un volumen total de 600 m<sup>3</sup> (regulación 430 m<sup>3</sup> reserva 170 m<sup>3</sup>), para esta zona se ha proyectado un reservorio de 600 m<sup>3</sup> de capacidad. No se ha considerado en el diseño de este reservorio la reserva contra incendio, por que la población servida es menor de 10,000 habitantes.

La capacidad de las cisternas se ha determinado en función al caudal y al número de horas de bombeo.

La altura del tirante de agua de las cisternas es de 3.60 m. el cual se encuentra en el rango permisible de SEDAPAL.



Se ha considerado en el equipamiento hidráulico de la cisterna: uniones flexibles tipo Dresser, sistema de control automático de arranque y parada interconectado con el reservorio a servir, válvulas de compuerta, válvulas check de accionamiento hidráulico para el control de golpes de ariete, tableros eléctricos de control, medidor indicador totalizador, válvula controladora de caudal, manómetro.

Se han ubicado las válvulas de interrupción de tal manera que se pueda aislar sectores de redes no mayores de 500m de longitud para su mantenimiento.

Los grifos contra incendio ha instalarse serán del tipo poste, se encuentran distribuidos en forma tal que la distancia entre ellos no sea mayor de 300 m. Ubicandose en las esquinas, a 0.20 m. al interior del filo de la vereda, también se han proyectado en todos los puntos muertos de la red los que servirán para purgar la tuberías.

Es fundamental contar con un sistema de alcantarillado adecuado para alejar de una manera segura las aguas servidas; evitando con esto el peligro de epidemias tales como el Cólera, Fiebre Paratifoidea, Fiebre Tifoidea, Disentería Bacilar, Hepatitis A,

*Gastroenteritis y otras más.*

*Las conexiones domiciliarias se instalarán en tuberías hasta de 350mm. (14") de diámetro, siempre y cuando las tuberías no tengan armadura.*

*El área en estudio descargará sus desagües a través del buzón 137 para drenar finalmente al buzón N° 37 del Emisor Wiese, y esta a su vez descarga al colector Canto Grande.*

*El costo del sistema de tratamiento propuesto por el PROMAR para tratar los desagües del colector Canto Grande asciende a \$60'500,000 (sesenta millones quinientos mil dólares) de los cuales el costo del diseño es de \$5'500,000 (cinco millones quinientos mil dólares) y el costo de construcción es de \$55'000,000 (cincuenta y cinco millones de dólares).*

*En los siguientes cuadros se presenta a modo de información el resumen de redes primarias de agua y desagüe donde se indica: longitud de tubería, maldición de caudales, antigüedad de redes y estado de las tuberías.*

## REDES PRIMARIAS DE AGUA POTABLE

### POBLACION TOTAL DE LIMA 4.928.000 hab

<i>Poblacion servida directa</i>	77%	3.794.560 hab
<i>Poblacion servida indirecta</i>	20%	985.600 hab
<i>Poblacion servida terceros</i>	3%	147.840 hab
<i>Metrado de redes primarias</i>		301.512,00 m.
<i>Longitud total de la red</i>		6.791.195,00 m.

### LONGITUD POR TIPO DE TUBERIA DE 14" A MAS

<i>FIERRO FUNDIDO</i>	23.913,00 m.
<i>FIERRO DUCTIL</i>	8.190,00 m.
<i>De CONCRETO</i>	
<i>Reforzado</i>	61.202,00 m.
<i>Pretensado</i>	57.488,00 m.
<i>ACERO REVESTIDO</i>	71.821,00 m.
<i>ASBESTO CEMENTO</i>	78.898,00 m.
<b>TOTAL</b>	<b>301.512,00 m.</b>

### MEDICION DE CAUDALES

<i>Matriz norte</i>	3,50 m3/s
<i>Matriz centro:</i>	
<i>Atarjea centro</i>	7,20 m3/s
<i>Menacho 1</i>	0,44 m3/s
<i>Manacho 2</i>	1,70 m3/s
<i>Matriz Sur</i>	3,60 m3/s
<b>TOTAL</b>	<b>16,44 m3/s</b>

### ANTIGUEDAD DE LA RED

<i>Mas de 30 anos</i>	45,00 %
<i>Menos de 30 anos</i>	55,00 %

### ESTADO DE LAS REDES MATRICES

<i>BUENO</i>	69,52 %
<i>REGULAR</i>	18,15 %
<i>MALO</i>	12,33 %

## REDES PRIMARIAS DE DESAGUE

### POBLACION TOTAL DE LIMA

		<b>6.400.000 hab</b>
<i>Poblacion servida</i>	<i>85%</i>	<i>5.440.000 hab</i>
<i>Metrado de colectores primarias</i>		<i>446.558,00 m.</i>
<i>Longitud total de la red</i>		<i>6.088.198,00 m.</i>

### LONGITUD POR TIPO DE COLECTORES PRIMARIOS

<i>CONCRETO ARMADO: DE 21" A MAYOR DIAMETRO</i>	<i>126.236,00</i>
<i>CONCRETO SIMPLE NORMALIZADO: DE 14" A 18"</i>	<i>320.322,00 m.</i>
<b>TOTAL</b>	<b>446.558,00 m.</b>

### MEDICION DE CAUDALES

<i>Colector Surco</i>	<i>5,36 m3/s</i>
<i>Colector Costanero</i>	<i>2,81 m3/s</i>
<i>Colector Cen Atarjea centro</i>	<i>3,00 m3/s</i>
<i>Colector Comas</i>	<i>2,03 m3/s</i>
<i>Colector N</i>	<i>1,28 m3/s</i>
<b>TOTAL</b>	<b>14,48 m3/s</b>

### ANTIGUEDAD DE LA RED

<i>Mas de 30 anos</i>	<i>45,00 %</i>
<i>Menos de 30 anos</i>	<i>55,00 %</i>

### ESTADO DE LAS REDES MATRICES

<i>BUENO</i>	<i>20,00 %</i>
<i>REGULAR</i>	<i>63,00 %</i>
<i>MALO</i>	<i>17,00 %</i>

## **RECOMENDACIONES**

*Las zonas de presión deben ubicarse tomando en cuenta la presión mínima y máxima recomendada por SEDAPAL, en algunos casos las zonas de presión ésta regentada por un reservorio de cabecera, esto ocurre cuando la habilitación es de gran extensión horizontal, y en otros casos esta regentada por una estación reductora de presión, esto ocurre cuando la habilitación es relativamente pequeña en extensión.*

*La recomendación de los proyectistas para la Ciudad Mariscal Cáceres es la de ubicar un reservorio de cabecera por cada zona de presión, tal es así, que el reservorio R-1 abastece a la zona de presión 1, el reservorio R-2 abastece a la zona de presión 2, el reservorio R-3 abastece a la zona de presión 3, el reservorio R-4 abastece a la zona de presión 4, el reservorio R-5a abastece a la zona de presión 5a, el reservorio 5b abastece a la zona de presión 5b, el presente estudio considera parte de la zona de presión 3 y zona de presión 4 y en su totalidad de las zonas de presión 5a y 5b.*

*Para la ejecución de los trabajos se recomienda una primera etapa de abastecimiento de agua por medio de*

*piletas públicas pero con la particularidad de instalar los diámetros del proyecto definitivo, de tal forma que cuando los pueblos se organicen y ejecuten sus obras con una entidad financiera como el FONAVI, se complete simplemente las tuberías faltantes, sin desechar lo ya instalado.*

*En todos los casos será conveniente que las tuberías se asienten sobre una cama de arena no plástica, debidamente compactada con agua hasta una densidad seca no menor de 1.6 gr/cm<sup>3</sup>.*

*Todas las tuberías, en especial las de entrada y salida de los reservorios, deberán tener uniones flexibles con anillos de jebe. No será recomendable usar uniones rígidas, pegadas y o soldadas, salvo caso estrictamente necesarios.*

*En donde el suelo es agresivo químicamente al concreto será preferible utilizar tuberías de PVC o de ETERNIT. Si se usan tuberías de concreto, estas deberán fabricarse con cemento tipo II o V según sea el grado de ataque de las sales del subsuelo y deberán recubrirse por dentro y fuera con emulsiones asfálticas. las mismas precauciones deberán tomarse para los buzones*

La entidad financiera UTE-FONAVI, recomienda que las formulas polinómicas para éste tipo de obras debe ser como sigue:

- a.- Formula polinómica para la red de agua potable
- b.- Formula polinómica para las conexiones de agua potable
- c.- Formula polinómica para la red de desagüe
- d.- Formula polinómica para las conexiones de desagüe
- e.- Formula polinómica para las obras complementarias

Se recomienda ubicar dentro de las obras complementarias: los reservorios, cisternas, líneas de impulsión, caseta de bombeo, equipamiento, etc. tal como se ha considerado en el presente trabajo.

Se sugiere tomar en cuenta todo lo recomendado en el presente trabajo para presentar un expediente ante la entidad financiera del UTE-FONAVI.

## BIBLIOGRAFIA

1. AROCHA R., S. "Abastecimiento de Agua - Teoría y Diseño". Ediciones Vega S.R.L.
2. CASANUEVA DEL CAMPO, R. "Planeación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado. Memoria del Simposio sobre Agua Potable y Alcantarillado", p. 95, Abril 1966.
3. CORZO GORDILLO, R. "Conceptos y Bases de Diseño para la Elaboración de Estudios de Factibilidad de Sistemas de Agua Potable". EF - NGS - APU.1 - ANDA.
4. FAIR, G.M.; GEYER, J. Ch. & OKUN, D.A. "Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales". Editorial Limusa, pp. 400 - 407, 1987.
5. MORENO, G.R. & UGARTE, Q.L. "Abastecimiento de Agua y Alcantarillado de la Urb. Santa Patricia - 1° Etapa". Tesis de grado 269 TG, 1984.
6. OLIVERO H., H. "Financiamiento de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado. Memoria del Simposio de Agua Potable y Alcantarillado", pp. 162 - 175, Abril 1966.
7. SAENZ FORERO, R. "Tratamiento de Aguas Residuales. Revistas Medio Ambiente", pp. 162 - 175, Abril 1966.
8. YAÑEZ COSSIO, F. "Manual de métodos Experimentales - Evaluación de las Lagunas de Estabilización" Serie Técnica n° 24, p. 45 CEPIS 1981.
9. SEDAPAL. "Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Lima Metropolitana". Reglamento, Junio 1973.
10. SEDAPAL. "Especificaciones Técnicas". Marzo 1986
11. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. "Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras". Capítulo V.
12. ABASTECIMIENTO DE AGUA. Notas de clase.
13. ALCANTARILLADO Y DRENAJE PLUVIAL. Notas de clase.
14. ANALISIS DE REDES Y FUENTES DE AGUA. Notas de clase.
15. METEOROLOGIA GENERAL. Notas de clase.
16. TOPOGRAFIA GENERAL. Notas de clase.
17. LIMA METROPOLITANA PERFIL SOCIO-DEMOGRAFICO. Inei - Perú 1996.