

Universidad Nacional de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



“SISTEMA DE ALCANTARILLA-
DO PARA EL PUEBLO JOVEN
NUEVA ESPERANZA DE LA
CIUDAD DE PIURA ”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

FRANCISCO CAVERO ARISTA

LIMA ✱ PERU ✱ 1981

I N T R O D U C C I O N

A través de la historia de la humanidad, la congregación de grupos asentados en los lugares más diversos, ha conllevado siempre la generación de diversas necesidades cuya satisfacción plantea problemas también diversos, para cuyas soluciones el hombre mismo ha recurrido a métodos y técnicas de acuerdo a su grado de desarrollo y a la prioridad de satisfacerlas.

En cuanto se refiere a la prioridad de satisfacción de necesidades, las de alimentación, vestido y vivienda son aquellas primarias e implican inmediata solución.

Hoy en día, dado el gran desarrollo de la industria y la técnica y el crecimiento del género humano, se presentan complicados problemas en la solución de la satisfacción de estas necesidades primarias. En cuanto a la vivienda se refiere, los grupos humanos unas veces han tenido cuidado de hacerlos en forma ordenada, segura e higiénica, favoreciendo un desarrollo acorde con su calidad de civilización. Si embargo la mayoría de los pueblos hoy existentes, especialmente en el Perú carecen de condiciones mínimas de subsistencia y por tanto de poder satisfacer plenamente sus necesidades vitales. Por tal motivo es responsabilidad del Estado el de desarrollar políticas encaminadas a dar solución a estas necesidades prioritarias, utilizando recursos propios o de las provenientes de fuentes de financiamiento externo y de este modo lograr un desarrollo más armonioso y digno para nuestro pueblo.

En el presente trabajo se plantea la solución de un problema directamente relacionado con el hábitat humano, usando técnicas y recursos que al respecto nos brinda la Ingeniería

pero que socialmente significa volcar en beneficio de nuestro pueblo los conocimientos adquiridos en el campo de la salubridad e higiene.

Al plantearse el presente trabajo, se ha tenido en cuenta como principal objetivo el de servir al hombre que puebla la zona norte de nuestra patria de acuerdo a su idiosincrasia y grado de desarrollo, para que en el futuro cuente con más comodidad y se sienta impulsado a conseguir un mejor standard de vida en su propio medio.

El planteamiento de la cuestión viene sustentado en base del estudio de sus condiciones actuales, tanto en sus aspectos históricos, geográficos, económicos, etc; La información respectiva proviene de diversas fuentes, investigadas en la misma zona y otras de datos estadísticos de estudios ya realizados.

La solución adoptada teniendo en cuenta lo antes mencionado refleja en todo momento la capacidad del poblador de nuestra costa de luchar por una vida mejor y significa un aliante para seguir bregando en la solución de problemas similares o más complejos.

I N D I C E

	Págs.
INTRODUCCION	"
CAPITULO I	
ANTECEDENTES	
1.0.0 DATOS HISTORICOS	1
1.1.0 BREVE RESEÑA HISTORICA DE LA CIUDAD DE PIURA	2
1.2.0 DATOS GEOGRAFICOS	4
1.2.1 Situación Geográfica	4
1.2.2 Extensión y División Política	5
1.2.3 Vías de Comunicación	5
1.2.4 Características Topográficas	5
1.2.5 Aspectos del Valle	6
1.3.0 DATOS TECNICOS	6
1.3.1 Suelos	6
1.3.2 Geología	7
1.3.3 Aguas del Subsuelo de la Ciudad de Piura	8
1.4.0 DATOS SOCIO-ECONOMICOS	12
1.4.1 Aspectos Generales	13
1.4.2 Aspectos Específicos	14
1.4.3 Educación	15
1.4.4 Vivienda y Riesgo Sísmico	16
1.4.5 Servicios	16
1.4.6 Organización	17
CAPITULO II	
2.0.0 FUNDAMENTOS PARA EL ESTUDIO DEL PROYECTO	18
2.1.0 DENSIDADES POBLACIONALES Y ZONIFICACION	18
2.1.1 Información Básica	18
2.1.2 Densidad Actual	19
2.1.3 Densidad Futura	20

	Págs.
2.2.0 PERIODO DE DISEÑO	23
2.2.1 Aspectos para Determinar el Período de Diseño	24
2.2.2 Períodos Recomendables de las <u>E</u> tapas Construc <u>t</u> ivas	26
2.2.3 Período de Diseño Adoptado	26
2.3.0 POBLACION DE DISEÑO	27
2.3.1 Métodos para Determinar la Población Futura	28
2.3.2 Método de Cálculo de Población Adoptada	31
2.4.0 POBLACION DE DISEÑO	31
2.5.0 DOTACION	32
2.5.1 Medida de Consumo de Agua	32
2.5.2 Factores que <u>A</u> fectan el Consumo	32
2.5.3 Características del Servicio	33
2.5.4 Determinación de la Dotación	35
2.5.5 Dotación Considerada	38
2.6.0 CAPACIDAD DE SISTEMA	39
2.6.1 Variaciones en el Sistema	39
2.6.2 Fluctuaciones de los Caudales Reales de las A <u>g</u> uas Residuales en las Alcantarillas	41
2.6.3 Volúmen Total a Evacuar.	42

CAPITULO III

3.0.0 ESTADO DEL SERVICIO EXISTENTE	43
3.1.0 ANTECEDENTES DEL SERVICIO	43
3.2.0 NECESIDAD DE SISTEMA DE REDES DE DESAGUE	46
3.2.1 Aguas Residuales	47
3.2.2 Características de los Líquidos Residuales	48
3.2.3 Sistema de Recolección de Aguas Residuales	50
3.2.4 Elección del Sistema a Usar	51
3.2.5 Caudales Finales Contribuyentes en el Sistema E <u>l</u> egido	51
3.2.6 Caudal Considerado en el Sistema de Alcantarilla <u>d</u> o	52
3.3.0 ADECUACION DEL SISTEMA AL PLAN GLOBAL DE LA CIU-	

	Págs
DAD DE PIURA	53
3.3.1 Situación Actual del Sistema	53

CAPITULO IV

4.0.0 DISEÑO DEL SISTEMA	58
4.1.0 RED COLECTORA	59
4.1.1 Descripción de la Red de Alcantarillado	59
4.1.2 Buzones	60
4.1.3 Red Colectoras Etapas Constructivas	61
4.1.4 Red Colectora Primera Etapa	62
4.1.5 Red Colectora Segunda Etapa	62
4.1.6 Cálculo Hidráulico del Sistema de Alcantarillado	63
4.2.0 DISPOSICION FINAL DE LAS AGUAS SERVIDAS	74
4.2.1 Eficiencia del Sistema Actual de Disposición de Aguas Residuales	77
4.2.2 Ubicación de la Planta de Tratamiento	79
4.2.3 Elección del Tipo y Grado de Tratamiento a actuar	79
4.2.4 Bases para el Diseño de la Laguna de Estabilización	83
4.2.5 Descripción de las Plantas de Tratamiento	85
4.2.6 Utilización del Efluente	88
4.3.0 CUADRO DE CALCULOS	89

CAPITULO V

5.0.0 METRADOS, PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS	91
5.1.0 METRADO TOTAL DE LA RED	92
5.2.0 BUZONES	92
5.3.0 ESTUDIO DE JORNALES	92
5.4.0 PRECIO DE MATERIALES EN PIURA	94
5.5.0 PRECIO DE ALQUILERES DE MAQUINARIA	95
5.6.0 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS	96
5.7.0 METRADOS Y PRESUPUESTOS:	
-PRIMERA ETAPA	112
-SEGUNDA ETAPA	114

	Págs
5.8.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS	116
5.8.1 Trazo y Replanteo	116
5.8.2 Resguardo de Señales	116
5.8.3 Transporte de Tubería	116
5.8.4 Excavación de Zanja	116
5.8.5 Tuberías de Concreto Simple Normalizado de Desagüe	119
5.8.6 Juntas de Mortero de Cemento	120
5.8.7 Buzones	121
5.8.8 Prueba de Tuberías para Desagües	122
5.8.10 Limpieza de Obra	126
BIBLIOGRAFIA	127

C A P I T U L O I

A N T E C E D E N T E S

1.0.0.- DATOS HISTORICOS

El estudio histórico de los pueblos jóvenes y sus orígenes en el Perú, está sustentado en el llamado fenómeno de la fuerza centrípeta en que el campo comienza a generar la expulsión cada vez más desenfundada de la población rural hacia las urbes, las cuales comienzan a superpoblarse atraídos en su inicio por el avance de la técnica y la industrialización que concentra el poder en las metrópolis, por otro lado el empobrecimiento del campo originado por la erosión de las tierras labrables y las constantes sequías, aceleran esta permanente expulsión. La ciudad crece desproporcionadamente hasta tal punto que no puede soportar más la presión ejercida por el aumento de la población, rompiendo el límite natural de la ciudad, produciéndose lo que se denomina las poblaciones marginales que en un principio en el Perú se les llamó Barriadas, las que posteriormente se les cambió por el de pueblos jóvenes.

El fenómeno de la explosión demográfica siempre generó poblaciones surgidas en poco tiempo, tanto en terrenos eriazos de propiedad del estado como de particulares, en cualquier lugar de la ciudad o en los contornos, ocupando muchas veces terrenos de cultivos.

Son características comunes el de éstos pueblos:

- Bajo nivel socio-económico.
- Alto porcentaje de desocupados.
- Gran número de miembros de familia.
- Alto grado de prostitución.
- Gran incidencia de enfermedades infecto-contagiosas.
- Inexistencia de servicios esenciales de higiene.
- Hacinamiento, por la existencia de una sola pieza habitable, son entre otros estas características.

Los problemas generales antes mencionados se ven agravados por la dificultad de hallar soluciones ideales a corto o mediano plazo por estapar ellos a los marcos tradicionales de desarrollo y crecimiento planificado de poblaciones.

Por tanto es de esperar que la existencia del pueblo joven "Nue

va Esperanza" de la Ciudad de Piura se halle en la perspectiva histórica ca de estos pueblos.

El presente proyecto de tesis se enmarca en esta problemática y plantea la solución de unos de éstos, recurriendo a los recursos técnicos que al respecto nos brinda la Ingeniería en cuanto al saneamiento poblacional urbano.

1.1.0.- BREVE RESEÑA HISTORICA DE LA CIUDAD DE PIURA:

Actualmente la ciudad de Piura es una urbe pujante de desarrollo se destaca grandemente por su actividad industrial y comercial, punto de confluencia de importantes vías de comunicación, tanto con el mismo departamento como con el resto del país.

Primera ciudad fundada por el Conquistador del Perú, Don Francisco Pizarro en el año de 1,532 en un lugar llamado TANGARARA en las cercanías del río Chira, la ciudad fue trasladada poco después al valle de Piura en las tierras de la actual propiedad agrícola denominada "Monte de los Padres", en un lugar llamado Piura, escogido por constituir una zona adecuada para el asentamiento deseado. No quedó allí mucho tiempo, sin embargo.

Siempre con carácter de tanteo, se trasladó la ciudad al Puerto de Paita, bajo la advocación de San Francisco de la Buena Esperanza. Allí pudo haberse quedado por largo tiempo si no hubiera sido por las inundaciones, por la falta de buena leña, por la imposibilidad de conseguir buena agua y sobre todo por los estragos que causó el pirata Cavendish, quien saqueándola e incendiándola el 3 de enero de 1,587, la arruinó casi totalmente. Entonces se resolvió volver a trasladar la población. Se requería un lugar amplio, distante de las amenazas de los corsarios y de las agrupaciones de indios del valle, que tuviera abundancia de sierras, pasto, agua, leña y buena temperatura y las demás cosas necesarias para la vida humana cómoda y sin peligros, tal como lo relatan los cronistas de la época.

El virrey Don Fernando de Torres y Portugal Conde del Villar Don Pardo, comisionó con tal objeto al vecino de Lima, Don Juan de Cadalso Salazar. El comisionado recorrió la región, la vió y el resultado de

sus investigaciones lo presentó en sección de cabildo de Lima, acordándose establecer la ciudad en el valle de Catacaos, encima de la Cbra de la Presa y Tacalá, en el asiento que los indios llamaban "El Chical".

El nombre que se designó fue el de San Miguel del Villar de Piura, pero que ahora se ha olvidado imponiéndose el nombre primitivo del lugar.

En 1,609 se erigió el obispado de Trujillo, de cuya jurisdicción pasó a formar parte San Miguel, que antes dependía de Quito.

Durante la Independencia, Piura tuvo aporte importante en ella. La proclamación de la Independencia se efectuó el 4 de enero de 1,821 frente al templo de San Francisco cuando un puñado de piuranos al mando de Don Miguel Gerónimo Seminario y Jaime, acordaron secundar el levantamiento patriótico de Trujillo y Lambayeque.

En la época del gobierno de Don Ramón Castilla se dió una ley en que la provincia litoral de Piura, por la extensión de su territorio por el aumento de su población y por los servicios prestados en la guerra de la Independencia fue elevada al rango de Departamento. La ciudad de Piura como urbe se vino desarrollando en forma lenta al comienzo de este siglo en la margen derecha del río Piura, Los constantes desbordes de sus aguas en épocas de invierno y las constantes sequías, impedían el asentamiento en zona baja.

El descubrimiento de riquezas petrolíferas en la zona norte del departamento, propiciaron un cambio radical en su estructura socio-económica, volcándose gran parte de su población a ocuparse en estas actividades atraídos por mejores condiciones de vida y una ocupación estable.

Hacia 1,920, la ciudad de Piura comienza a desarrollar zonas de mayor expansión urbana, rompiendo el perímetro hasta esta fecha existente y es así que en 1,926 aparece el barrio de Pachitea en el lado Oeste de la ciudad. Este barrio actualmente se halla dentro del perímetro urbano de la ciudad de Piura.

Al comenzar la década del 60, nuevamente se vuelve a observar una afluencia innsitada de población hacia la ciudad de Piura, originándose en forma casi ininterrumpida todos los pueblos jóvenes que actual-

mente existen en la ciudad de Piura.

Los pueblos jóvenes de la ciudad de Piura se hallan ubicados en zonas diferentes, un grupo de ellas en el distrito de Castilla y el otro en el sector oeste, siendo éstos los siguientes en orden cronológico en cada sector:

P.P.J.J. distrito de CASTILLA

- P.P.J.J. CAMPO POLO, fundado en	1,961
- P.P.J.J. CHICLAYITO, fundado en	1,961
- P.P.J.J. TALARITA, fundado en	1,961
- P.P.J.J. EL INDIO, fundado en	1,970
- P.P.J.J. NUEVO CATACAOS, fundado en	1,972
- P.P.J.J. TACALA, fundado en	1,972

P.P.J.J. sector OESTE

- P.P.J.J. PACHI TEA, fundado en	1,926
- P.P.J.J. BUENOS AIRES, fundado en	1,953
- P.P.J.J. SANTA ROSA, fundado en	1,962
- P.P.J.J. SANTA JULIA, fundado en	1,962
- P.P.J.J. SAN MARTIN, fundado en	1,963
- P.P.J.J. NUEVA ESPERANZA, fundado en	1,966
- P.P.J.J. ALGARROBOS, fundado en	1,972
- P.P.J.J. CONSUELO DE VELASCO, fundado en	1,973

1.2.0.- DATOS GEOGRAFICOS

1.2.1.- Situación geográfica.

La ciudad de Piura es el segundo de la costa del Perú viniendo desde el norte. Se ubica a $5^{\circ}11'50''$ de latitud Sur y a $80^{\circ}38'03''$ de Longitud Oeste de Greenwich, hallándose a 30 m.s.n.m.

Dentro de la ciudad de Piura el P.P.J.J. NUEVA ESPERANZA, está ubicado en el sector oeste, limita al norte con la vía Circunvalación, al sur con una propiedad particular, al este con el P.P.J.J. Santa Julia, al oeste con otra propiedad particular. (ver plano 01)

1.2.2.- Extensión y división política.

El departamento de Piura tiene extensión superficial de 33,067.15 km²; consta de 7 provincias: Piura, Sullana, Talara, Ayabaca, Morropón, Huancabamba y Paita, además cuenta con 43 distritos. La extensión que ocupa el P.P.J.J. NUEVA ESPERANZA dentro de la ciudad de Piura es de 65.90 há.

1.2.3.- Vías de comunicación.

La ciudad de Piura cuenta con una red de vías de comunicación que le permite conectarse con el resto del Perú, así tenemos: la carretera Panamericana Norte, su principal vía terrestre, que le vincula con todas las ciudades de la costa y la capital de la república; la carretera a Paita, principal puerto pesquero; por la antigua salida sur de la carretera Panamericana a la altura del km. 55, se ramifica ésta hacia la sierra del departamento uniéndolo las provincias de Morropón y Ayabaca al noroeste, continuando al este hasta llegar a la ciudad de Huancabamba. También cabe mencionarse como vía importante la autopista a Bayóvar, ramificación que nace a 60 kms. al sur de Piura.

La vía Chiclayo-Piura actualmente ha sido modificada, acortándose ésta, empalmándose con la avenida Circunvalación proyectada para evitar la entrada al centro urbano de la ciudad cuando no sea necesario.

Otros medios de comunicación son la vía aérea y las telecomunicaciones.

1.2.4.- CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS

La topografía de la ciudad de Piura es plana en toda su extensión con pequeñas pendientes, características típicas de las ciudades de la costa del Perú. Las arenas desérticas en su constante movimiento producen ondulaciones que a veces tienen características de grandes montículos.

Observando las características de las curvas de nivel, tomadas del plano topográfico general de la ciudad de Piura para el área que abarca el P.J. Nueva Esperanza, podemos ver que: La curva de mayor cota de terreno alcanza 35m. y la de menor cota está en los 26m.

La tendencia de escurrimiento natural se nota hacia el sector suroeste del P.J. coincidente con la ubicación de la laguna de estabilización de la ciudad de Piura.

1.2.5.- Aspectos del Valle.-

El valle del río Piura abarca una zona extensa en el departamento, originándose en las serranías de éste con un discurrimiento precipitado, para luego regarse en la llanura de la costa en forma sinuosa perdiendo en muchos lugares su cauce natural. La parte media del valle es propicia para el desarrollo de la agricultura y la ganadería; estas actividades dan ocupación a gran parte de la población del departamento, y generan industrias derivadas, también constituye el dispensario de alimentos, los mismos que se comercializan en la capital del departamento.

La parte baja siempre ha constituido el problema del valle por los constantes desbordes en las épocas de invierno que malogran los cultivos y la ganadería así como las viviendas allí construídas. La misma ciudad de Piura ha sufrido con estos desbordes, siendo la más reciente la ocurrida en 1,972 actualmente se halla protegida por diques de tierra, construídos especialmente para estos efectos. Mediante el Proyecto Especial Chira-Piura, se viene realizando obras de protección y recuperación de tierras, ampliando así las fronteras agrícolas del departamento.

1.3.0.- DATOS TECNICOS

1.3.1.- Suelos.-

Los suelos de la ciudad de Piura son aquellos cuya formación se origina en el transporte de sedimentos llevados en suspensión por las aguas de los ríos en su permanente discurrir. El fenómeno de sedimentación es posible sólo cuando las bajas velocidades de las corrientes no son capaces de producir una fuerza de arrastre capaz de trasladar las partículas que viajan en suspensión. Estas bajas velocidades son generalmente frecuentes en los cambios bruscos de dirección de las corrientes, o en zonas donde los ríos son planos con poca pendiente. Todas estas características se presentan en esta zona donde se asienta la ciudad de Piura, los perfiles estratigráficos que se presentan nos demuestran lo siguiente: teniendo en cuenta la ubicación de perforación con respecto al eje del actual lecho del río Piura:

-a) Pozo N^o 26: suelo superficial hasta 18 mts. capa de arena suelta

con arcilla arenosa de permeabilidad nula. Este pozo está ubicado en el lado oeste en la zona desértica con constante movimiento superficial de arena suelta.

-b) Pozo N° 8: Suelo superficial de arena suelta de 2.00 mt. de potencia, seguida de un estrato de arena arcillosa de 15 m. de potencia. Como se ve este pozo está a 1.99 km. de distancia del anterior en una zona desértica fuera del casco urbano, también en zona desértica pero más próximo al eje del río Piura.

-c) Pozo N° 4: Suelo superficial de arena suelta de 5 mt. de potencia, seguida de estratos de una combinación predominante de arcilla y arcilla arenosa, con una potencia que va de los 5 a los 13 mts. de profundidad. Este pozo se halla en la zona del P.J. Buenos Aires ubicado en el casco urbano de la ciudad de Piura pero que pertenece a una zona desértica ya poblada.

-d) Pozo N° 9: Suelo superficial conformado por tierra de cultivo de 2.8 mt. de potencia, seguida por estratos de arena fina arcillosa, de arcilla compacta, arcilla arenosa que va desde 2.8 mt. a los 14.00 mt. de profundidad.

Como se puede apreciar este pozo se halla en una zona de rivera del río Piura, cuya sedimentación reciente ha depositado estos suelos aparentes para el cultivo.

-e) Pozo N° 5: Suelo superficial arcilla y estratos sucesivos de arena arcillosa, arcilla, caliche, arena de grano fino y un estrato de gran potencia de arcilla que va de los 8.00 mts. a los 27.00 mts. de profundidad.

Este pozo pertenece al sector de CASTILLA en la margen izquierda del río Piura y cercano a él. La posición de estos perfiles se puede ver en el perfil estratigráfico del gráfico N° 7333-A.

1.3.2.- Geología

Los perfiles anteriormente mencionados, muestran claramente los estratos sucesivos de deposiciones sedimentarias ocurridas en el tiempo por el río Piura hasta la actualidad y como se ve se trata de sedimentos finos, cuya combinación son de arcilla, arena fina, arcilla arenosa, etc. típicos de valles costeros del Perú.

1.3.3.- AGUAS DEL SUBSUELO DE LA CIUDAD DE PIURA

El estudio para la determinación de las características de un acuífero en general, comprende principalmente la determinación de:

a.- Determinación del coeficiente de almacenamiento (S) del acuífero explotable.

b.- Determinación del coeficiente de transmisibilidad (T)

Una vez determinados estos coeficientes es posible hallar el caudal máximo que se puede extraer de un pozo artesiano y en cierta medida cuan densa se pueden hacer las perforaciones. El primer coeficiente nos da la seguridad de la preservación de la vida del acuífero y del pozo. El segundo coeficiente nos permite ubicar las posiciones a distancias mínimas entre ellos, sin que su explotación al caudal máximo produzca el descenso del nivel piezométrico de los pozos vecinos. El accidente ocurrido en un pozo vecino, que se hallaba en servicio en la ciudad de Catacaos el cual sufrió el abatamiento de su nivel dinámico nos debe prevenir para evitar estos accidentes cuando vayamos a perforar un pozo con fines de la explotación de un acuífero virgen.

La determinación de los coeficientes (S, T); se realiza idealmente, a base de una prueba de campo con dos pozos convenientemente relacionados por la distancia y la diferencia de nivel que existe entre ambos. El primer pozo llamado de Bombeo o Prueba, se procede a la extracción que debe ser constante y de un valor relativamente alto. El segundo pozo, llamado de Observación, se registra los abatimientos producidos por el bombeo en el pozo de Prueba y los tiempos correspondientes a los abastecimientos mencionados con los datos hallados se pueden deducir las constantes a través de los métodos conocidos de JACOB y de SUPERPOSICION CON LA CURVA TIPO. En función de las constantes halladas se obtiene el "Caudal Máximo Explotable" y mediante otros métodos como LANG, fronteras o zonas de Recarga y de Descarga de los acuíferos.

Las condiciones fundamentales que se deben reunir para que la prueba realizada arroje resultados representativos son:

- 1.- La similar disposición del estrato o estratos filtrantes captables en los pozos de bombeo y de observación.
- 2.- El estado de equilibrio estático o de No disturbación por estraccio

nes cercanas, que debe tener el acuífero al comienzo de la prueba. En casos de zonas en explotación se recomienda detener las extracciones un tiempo prudencial de 30 días para que el acuífero recobre su posición de equilibrio original.

El caso de la ciudad de Piura no es propiamente el de la explotación de su acuífero virgen. Corresponde más bien a de su Sistema de Perforaciones, debido a la gran cantidad de extracciones que se ejecutan a través de los pozos particulares y de los pozos del servicio de agua potable que existen en el área urbana. En este caso el método para hallar las características del acuífero se encuentra en función de la "determinación del pozo equivalente al sistema"; para el efecto existe el método analítico y el gráfico.

Para la prueba de campo se necesitan también los pozos de Bombeo y de Observación correspondientes.

Las condiciones que deben ~~reunirse~~ reunirse para tener resultados representativos, que son los mismos que se mencionaron en el caso del acuífero virgen, no se presentaban en la práctica en el caso de Piura, por:

- 1.- La irregular distribución de los estratos filtrantes que presentan grandes variaciones de uno a otro pozo.
- 2.- Principalmente la alteración del equilibrio estático del nivel piezométrico de la capa artesiana, producida por el gran número de pozos que se encuentran en actividad dentro del área urbana y alrededores. Para el efecto de distribución se considera que el radio de influencia de un pozo es idealmente infinito.

De acuerdo a lo anterior para hacer una prueba representativa en la ciudad de Piura, era necesario, además de escoger convenientemente los pozos para la experiencia, detener las extracciones el tiempo prudencial aconsejable hasta lograr el equilibrio estático de la napa. Esto último es imposible de conseguir ya que todo el abastecimiento de la población es exclusivamente a base de pozos profundos, sin embargo durante la ejecución de los estudios de campo se decidió hacer la experiencia aún cuando ella se encontraba dentro de ciertos márgenes de aproximación. Para el efecto de la prueba se escogió como Pozo de Bom-

hao, el pozo N^o 8 de la Urbanización Piura que se acababa de perforar, y que se encontraba esperando la llegada de su equipo de bombeo y como pozos de observación, el pozo N^o 9 del Parque Infantil, que no se encontraba en actividad por haber sufrido un desplome de su eje y el pozo particular N^o 25 de la Compañía ANDERSON CLAYTON que se encontraba sellado.

En base a las observaciones de las características de los pozos en actividad, de los perfiles estratigráficos y de las curvas de desarrollo de algunos pozos, se llegó a determinar los siguientes valores límites para el área urbana de Piura:

-Gasto de explotación 90 l.p.s.

-Distancia mínima entre perforaciones 300mts.

1.3.4.- GARANTIA Y SEGURIDAD DEL ABASTECIMIENTO

a.- Potencia de los Acuíferos confinados.-

Esta condición influye en forma directa en el costo de la inversión de los equipos e indirectamente en el costo de mantenimiento del sistema de abastecimiento. La potencia está en función principalmente: del nivel existente entre la zona de descarga y la zona de explotación, del grado de confinamiento o protección de los acuíferos por estratos impermeables y del volumen anual de recarga de los estratos filtrantes.

En el caso de Piura, la potencia es bastante considerable y si se quiere de características extraordinarias, lo cual se ha deducido objetivamente a base del desnivel entre la zona de recarga que se halla en la cota 150 mts. y el área de explotación de la zona urbana de Piura, que se encuentra en la cota promedio 30 mts. Esta diferencia de nivel, mayor de 100 mts. origina una fuerte carga hidráulica que determina el artesianismo tanto de los pozos que se explotan en la ciudad de Piura como en los de la zona baja del valle, algunos de cuyos pozos hasta son surgentes. Un índice de la potencia lo da también la relativa pequeña depresión hidráulica que existe en todos los casos de grandes extracciones. En el caso particular del área urbana de la ciudad, las napas potentes se hallan bastante profundas. De las pruebas de rendi-

miento realizadas principalmente en los pozos N^{os} 9.8.4 y 5, se puede deducir que cuanto más profundo es un pozo se tiene más posibilidades de encontrar las napas potentes y de menor contenido salino.

Un índice de la potencia de las napas nos da el siguiente cuadro, en función de la profundidad:

CUADRO N^o 1

Pozo N ^o	Prof. mts.	Cota Nivel Estático	Depresión	Q (lps)
4	151.50	20.38	22.87	88.00
5	123.00	21.53	18.69	80.00
8	174.00	17.72	27.05	95.00
9	120.00	13.11	32.00	95.00

b.- Permanencia del régimen de los acuíferos.

"El estudio Hidrológico" realizado dedujo una diferencia entre el Volúmen Anual de infiltración y Volúmen Anual Promedio de Extracción, que da un saldo de almacenamiento de 690 millones de m³ para las condiciones en el momento de estudio. Se adoptó un margen de seguridad de 2, aceptando una reserva aproximada de unos 300 millones de m³ en la capacidad de acuíferos profundos que da una permanencia segura del régimen de los mismos.

c.- Calidad del agua en función de los estratos filtrantes existentes. En referencia con el gráfico N^o 7333-A que se adjunta, se deduce lo siguiente:

- 1.- El nivel estático de agua freática se encuentra aproximadamente por debajo de la cota 26.00 m.s.n.m., considerando como 30.00 mts. la cota promedio de la ciudad de Piura.
- 2.- En la margen derecha del río Piura, existe una napa salobre sobre la cota -25 mts.; hasta la cota +5.mts.; correspondientes a acuíferos freáticos observados en los pozos 4 y 8.
- 3.- Entre las cotas -45 y -85.m. se halla una napa que presenta estratos filtrantes con un alto contenido de salinidad; observados en los

pozos N° 4, y los del distrito de CASTILLA.

4.- Entre la cota -95 y -120 existe una napa que aparece en los cortes de los pozos N° 8 y 4. Se estima una napa potente con un bajo contenido de salinidad.

En conclusión: La población de Piura está abasteciéndose actualmente de una agua con apreciable contenido de salinidad del orden de los (300 a 350 ppm. promedio de cloruros), debido a la falta de eficiente protección en los pozos que suministran el líquido elemento que se debe a la contaminación de los acuíferos superiores.

A continuación se presenta un cuadro de resumen con referencia a este acápite, con respecto a los 5 pozos que se incluye en este estudio.

CUADRO N° 2

Pozo N°	Ø	Cota de Terreno	Cota nivel Estático	Depresión	Profund. mts.	Cloruros	Dureza
4	12"	32.58	23.00	23.00	151.0	290	240
5	10"	32.73	21.53	19.00	123.0	550	540
8	10"	33.50	17.70	27.00	174.5	400	90
9	10"	27.90	15.50	30.00	120.0	270	70
26	10"	35.00	19.00	2.6	150.0	236	141

Alcalinidad Turbidés

70	5
60	5
25	5
45	5
93	5

1.4.0.- DATOS SOCIOECONOMICOS

1.4.1.- Aspectos Generales

Como afirmamos en párrafos anteriores referentes a los Aspectos Históricos, actualmente en el departamento de Piura se viene desarrollando , si se puede decir así, rubros específicos en los que la población viene ocupándose; originándose movimientos de la población hacia esas zonas.

a) Petróleo.- Se han vuelto a activar la ejecución de importantes obras de recuperación secundaria y terciaria en las campos petrolíferos donde anteriormente explotaba la International Petroleum Company, y que actualmente están trabajando Petro-Perú, Occidental Petroleum, Belco Company y la Bidas, estas según el plan del actual gobierno - tiende a ampliarse con otras concesiones en estudio en la que participarán las empresas privadas y el Estado. Este gran frente ocupacional ha posibilitado que la población ubicada al norte de Piura vuelva a mejorar sus perspectivas socio-económicas.

b) Desde casi el comienzo del gobierno militar iniciado por el General Velasco, se formaron los organismos de movilización social SINAMOS, que en el departamento de Piura se avocó en la puesta en marcha de diversas obras de mejoramiento urbano y otras de carácter especial tal como el Proyecto Especial Chira-Piura que comenzó con la ejecución de la Represa de Poechos y el reservorio de San Lorenzo; la puesta en marcha de este proyecto en su primera etapa trajo consigo una empresa transnacional denominada ENERGOPROJEKT, de Belgrado que financió y financió gran parte de las obras, y ya cumplió 10 años asentado en el Perú en especial en Piura.- Ahora que, transformado SINAMOS en el Organismo de Desarrollo de Piura y Tumbes ORDENORTE, al asumir el poder desde 1,975 el General Morales Bermúdez , se dió más autonomía al Proyecto Especial , haciéndolo autónomo del organismo de desarrollo, supervisado por el Ministerio de Agricultura, a través de su Dirección Ejecutiva, creada específicamente para estos fines. Con la llegada del nuevo gobierno del Arquitecto Belaunde se han operado cambios en las direcciones y se ha puesto en marcha la tercera etapa del Proyecto Especial Chira-Piura que abarcará el valle del río Chira a raíz de los recientes daños causados en la agricultura por las inundaciones del invierno de este año. Actualmente se están ejecutando obras de defensas

del río Piura, entre Piura y Catacaos; paralelamente se viene trabajando en obras de recuperación de tierras de cultivos en el bajo Piura con obras de drenaje en la que se está dando prioridad a la utilización de mano de obra principalmente.

Ordenorte. que actualmente ejecuta diversas obras de saneamiento, habitación urbana y obras de infraestructura en la ciudad de Piura y en otras provincias de Piura y Tumbes también constituye un rubro ocupacional importante en la rama de obras civiles.

También cabe mencionar la actividad industrial privada que realizan diversas empresas, tanto de lugar como aquellas que se vienen afincando atraídos por las perspectivas reales de desarrollo en el dpto.

El actual régimen ha decidido ejecutar en forma descentralizada obras de gran embergadura en el dpto. de Piura para ello de acuerdo a su política, a partir de julio comenzarán a operar transformados los Organismos de Desarrollo, en las llamadas corporaciones Departamentales.

Existen en perspectiva otras obras además de las mencionadas, tales como el yacimiento cuprífero de Tambo Grande que según estudios realizados generará gran ocupación supuesta en ejecución en un monto calculado entre 300 y 500 millones de dólares.

Por otro lado se sigue desarrollando activamente el comercio y la agricultura aunque las constantes sequías en el campo hacen que, como ya dijimos, los campesinos vengán a la ciudad afinándose en los barrios marginales.- Esto es evidente en el valle de Piura y las vías fáciles de comunicación terrestre facilitan este movimiento

1.4.2.- Aspectos Específicos

Dentro del margo general descrito anteriormente ubicamos la situación socio-económica del pueblo joven "Nueva Esperanza" de la Ciudad de Piura.

Indagando por su origen, los pobladores de "Nueva Esperanza" se determinó que procedían de Chulucanas, Ayabaca, Cauchaque, Huanca bamba y en menor proporción de Talara, Sullana y otros lugares de la costa del dpto. de Piura.

Como se puede ver de allí se desprende su ocupación en la actividad económica:

Obreros: 61.36%
 Comerciantes: 13.53%
 Empleados: 8.26%
 Agricultores: 1.18%
 No precisados: 14.97%

Puede resumirse del cuadro expuesto que este pueblo joven, es uno de los más pobres y su economía es prácticamente sólo de subsistencia .

1.4.3.- EDUCACION.-

La ciudad de Piura en general posee una gran cantidad de población escolar, tanto en primaria como secundaria, los cuales de acuerdo a su bajo nivel socio-económico no pueden concluir en su gran mayoría su secundaria.

Al nivel superior existen dos universidades, la Privada y la Nacional Técnica de Piura. Los egresados de estos centros superiores de estudios en gran parte se ven limitados en su campo ocupacional, optando muchos por salir de sus medios en busca de mejores perspectivas.

Existen centros de capacitación intermedia que brindan formación técnica, proliferando muchos de ellos sin brindar una adecuada formación requerida para su desempeño.

Se ha observado que el problema ocupacional en el mando medio se agudiza en el elemento femenino que ven frustradas sus aspiraciones hasta el grado que a veces se pasan años buscando prácticas para luego aspirar a una ocupación en algún organismo del Estado o particular. Quizá esto se puede apreciar fácilmente por ser Piura una ciudad no muy grande, pero que en el fondo refleja el grado de desocupación y desempleo de nuestro país.

Por todo lo planteado el nivel cultural de los pobladores del Pueblo Joven "Nueva Esperanza" que en su mayoría son de procedencia campesina, analfabetos o semianalfabetos, casi nunca pueden sostener completamente hasta concluir siquiera la educación primaria de sus hijos obligándolos a temprana edad a buscar ocupaciones o sub-ocupaciones para que puedan ayudar a sostener el hogar.

El P.J. "Nueva Esperanza" cuenta con dos escuelas primarias

mixtas, una capilla y una posta médica, carece de mercado zonal, local comunal.

Existe gran cantidad de pulperías, pequeñas tiendas, chicherías en las que se realizan "chinganas" donde concurren personas al margen de la ley, originándose robos, no existe puesto de guardia civil, funcionan clandestinamente dos prostíbulos que deben ser erradicados.

1.4.4.- Vivienda y Riesgo Sísmico.

El tipo predominante de vivienda es el de:

Adobe:	64.60%
Ladrillo:	25.37%
Esteras:	6.49%
Quincha:	2.36%

Todas estas viviendas carecen en casi su totalidad de ambientes acabados y generalmente son de una sola pieza en las que viven hacinados toda la familia.

-Riesgo Sísmico.- La ciudad de Piura se halla ubicada en la denominada zona del cordón del Pacífico, y por tanto en una zona de alta actividad sísmica por lo cual la población se ve con una amenaza permanente de ocurrencia de estos eventos, siendo estos movimientos en todas direcciones y sus componentes horizontales las que causan mayor daño ya que las deficiencias constructivas se manifiestan generalmente por la pésima cimentación, los muros portantes colocados de soga, la inexistencia de las vigas de collar o de amarre, inexistencia de amarre entre muros y ningún amarre del todo con el resto de las estructuras, quedando horizontalmente colocados sobre los muros libremente. Es de notar principalmente el suelo de cimentación areno-arcilloso que sísmicamente amplía las ondas que finalmente produce la licuefacción de ellas produciendo la falla de la estructura sobre ella asentada.

1.4.5.- SERVICIOS:

Agua: A domicilio	61.05%
Uso de pilón	21.65%
Compran de cisternas	17.30%

Desagüe:	Para la eliminación de excretas.	
Usan:	El pozo ciego:	71.98%
	Botadero:	25.96%
	Otros:	2.06%
Alumbrado:	Eléctrico:	20.6%
	A kerosene:	76.6%
	Otros:	2.8%

1.4.6.- Organización

Los P.P.J.J. de Piura están organizados en comités vecinales llamados "Comité de Promoción y Desarrollo" que es el órgano representativo del Pueblo Joven.

1) Organos de Gobierno

La Junta Directiva General; cuyos componentes son:

- Secretaría general.
- Secretaría ejecutiva.
- Secretaría de organización.
- Secretaría de economía.
- Secretaría de cultura.
- Secretaría de difusión.

2) Organos de Asesoramiento y Ejecución.

- Comités especializados de educación.
- Comités especializados de organización.
- Comités especializados de estudios económicos.
- Delegados de manzanas.

C A P I T U L O II

2.0.0.- FUNDAMENTOS PARA EL ESTUDIO DEL PROYECTO

2.1.0.- DENSIDADES POBLACIONALES Y ZONIFICACION

2.1.1.- Los estudios integrales de Agua Potable y Alcantarillado para las ciudades de Piura y Castilla, fueron como dijimos en el capítulo anterior, realizados por una comisión especial, la cual al emitir su informe final en 1,964 había asignado en el mismo, los estudios correspondientes de zonificación y densidades poblacionales, y dichos datos corresponden al año de 1,963.

Por ser de nuestro interés la información correspondiente a los pueblos jóvenes que por entonces ya se habían asentado y otros que estaban en proceso de formación, nos remitiremos a evaluar dicha información para luego compararlos con lo que actualmente se dispone a la mano. La mencionada Comisión informaba que para proceder a estudiar los asentamientos poblacionales; comenzó primero zonificándolos teniendo en cuenta todos los factores determinantes, tales como: ubicación, tipo de edificación, costumbres de sus habitantes, standard de vida etc

Para la evaluación de las densidades de cada zona, se efectuaron censos en varias manzanas representativas y los resultados de los mismos promediados por zonas, para ser utilizados en las diferentes zonas en las que se dividió la ciudad.

Los datos de densidades poblacionales consignados en ese estudio fueron densidades brutas, tanto actuales como futuras. A continuación presentamos un cuadro en la que aparecen estos pueblos jóvenes que ya se habían asentado tanto en Piura como en Castilla.

Sector Oeste Piura	Fecha de Fundación	Población (1,963)	Area (Há)	Densidad Bruta h/ab/há
-PACHI TEA	1,926	4,140	200	207
BUENOS AIRES	1,953	4,626	514	90
-SAN TA ROSA	1,962	3,100	620	50
-SAN TA JULIA	1,962			
-SAN MARTIN	1,963			

Sector de Castilla	Fecha de Fundación	Población (1,963)	Area (Há)	Densidad Bruta h/ab/há
- CAMPO DE POLO	1,961	5,650		113
- TALARI TA	1,961	2,740	20	137
- CHICLAYI TO	1,961	1,050	15	70

Según el informe, todos estos pueblos mencionados estaban incluidos en la parte de la ejecución de la primera etapa del proyecto y se hallaban en proceso de desarrollo a excepción de la barriada Pachitea que debido a su alta densidad se hallaba en su límite de saturación poblacional. El informe indicaba que estos pueblos se iban a desarrollar dentro del patrón del plano Regulador, que para el efecto ya existía confeccionado por la Municipalidad de Piura en 1,954 por su Departamento Técnico, y que en cierto modo se estaba cumpliendo; pero que era difícil predecir la forma en que debería crecer la ciudad en el futuro, es decir en la segunda etapa del proyecto 1,980-2,000, sin embargo daba pautas generales y a partir de él se proyectó zonas de posible expansión futura, teniendo en cuenta la tendencia de los pueblos de crecer a lo largo de las carreteras y vías de acceso.

Esto era lógico para la ciudad de Piura; pero para la ciudad de Castilla no sería así por tener la carretera a Catacaos, tierras exclusivas de cultivo agrícola, en el caso de nuevos asentamientos en Castilla/éstas debían buscar zonas desérticas lejanas a carretera. Como era necesario obtener densidades futuras para estas zonas de expansión se recurrió a otros estudios y compararlos con aquellos que en el futuro deberían asentarse, llegándose a preveer una densidad de saturación de 160 hab/há para los pueblos que están en situación de desarrollo y los que en el futuro iban a asentarse.

La información anterior nos servirá como base para realizar el estudio de población de nuestro pueblo joven

2.1.2.- DENSIDADES ACTUALES.

El pueblo joven Nueva Esperanza tiene actualmente una población de 4,946 hab. que ocupan una área de 38.95 há, hallándose lotizado

1,133 lotes de 200m^2 cada una y se ha previsto una área de expansión futura debida proyectado con 842 lotes más de 200m^2 que abarca una área adicional de 2,674 Há; totalizando 65.69 Há. El área neta de la primera etapa abarca 22.6 Há y de la segunda una área de 16.84 há. En resumen se tiene:

PUEBLO JOVEN "NUEVA ESPERANZA"

PRIMERA ETAPA :

AREA NETA: 22.66 Há.s.

AREA BRUTA: 38.95 Há.s.

SEGUNDA ETAPA:

AREA NETA: 16.68 Há.s.

AREA BRUTA: 26.74 Há.s.

TOTAL: AREA NETA: 39.50 Há.s.

AREA BRUTA: 65.69 Há.s.

Como la población actual del P.J. "Nueva Esperanza " es de 4.946 hab., entonces tenemos una densidad neta actual de:

$$\frac{4,946}{22.66} = 218.27 \text{ hab/Hás} = 220 \text{ h/ab/há}$$

Y una densidad bruta de:

$$\frac{4,946}{38.95} = 126.98 \text{ hab/há.}$$

2.1.3.- Densidad Futura.-

Debido a que las poblaciones marginales en el Perú, han surgido en los últimos tiempos por causas ya analizadas anteriormente y por no existir un método que uniformice los criterios de crecimiento

tos poblacionales en el presente trabajo se presenta un método del tipo comparativo por incremento de densidades netas, para el caso específico de los pueblos jóvenes de la Ciudad de Piura.

Se le denomina comparativo por que para su utilización se ha procedido a comparar la población neta existente en nuestro pueblo, un estudio con respecto a otros cuya formación es más antigua y cuyas características son similares al nuestro, y se prevee que se desarrollarán siguiendo parecidos patrones de crecimiento.

Se le denomina Incremento de Densidades Netas, por que el pueblo sometido a este tipo de estudio se prevee también que la densidad absoluta de su población se irá incrementando del mismo modo que otros similares que sirvieron de base de predicción de su población futura, hasta alcanzar una población límite de saturación en un tiempo "t", que fue el mismo que tardaron los otros.

Pues bien debemos hacer notar que en la ciudad de Piura esos pueblos jóvenes al asentarse lo hicieron en forma ordenada, trazándose un patrón urbanístico que rigió al acoger a los nuevos pobladores al ir posesionándose con ella. La misma organización de su comité dirigente impuso este ordenamiento. Por eso se puede decir que los actuales pueblos jóvenes de Piura, son una especie de Urbanizaciones Populares.

Para decidir este procedimiento se ha procedido a estudiar casos similares de asentamientos a los de la ciudad de Piura, tal es el caso del pueblo joven Año Nuevo, de nuestra capital.

Estudios realizados por los Ingenieros Alcántara, Nakamatsu y Noriega en su correspondiente proyecto de tesis presentado para optar el título profesional en Ingeniería Sanitaria en nuestra Universidad.

Se ha tenido en cuenta también la predicción recomendada por la comisión Especial que estudió el Proyecto Integral de Agua Potable y Alcantarillados de las ciudades de Piura y Castilla, que recomendaba una densidad bruta de 160 hab/há, para estos pueblos que iban a desarrollarse en el futuro.

PROCEDIMIENTO: Para poder predecir la población neta futura de nuestro pueblo en estudio, se ha tomado tres pueblos cuya formación es anterior al nuestro, tomándose muestras de población en manzanas en forma indistinta para que sea representativa, teniendo en cuenta el área de los lotes. En el siguiente cuadro se presenta este censo realizado en dichos pueblos jóvenes.

Cuadro N° 3

MUESTRA DE DENSIDADES POBLACIONES POR MANZANAS
EN PUEBLOS JOVENES DE PIURA

Pueblo Joven:	Año de Fundación	N° de Hab/manz	Are/manz.	Densidad Neta ta Hab/há.
BUENOS AIRES	1,953	214	76	282
		176	68	259
		167	60	278
		170	64	266
		182	64	284
				274
		181	72	251
		159	64	248
		165	70	236
		159	64	248
		190	78	240
				245
		163	68	240
		160	64	250
		148	64	232
		165	70	235
154	62	238		
		239		

Pueblo Joven:	Año de Fundac.	Nº Hab/manz	Are/manz	Densidad Neta Hab/há.
		167	70	238
		155	68	228
		148	64	232
		160	66	242
		146	62	236
				235

RESULTADO:

Los resultados del presente muestreo se ha graficado, cuyos resultados son los siguientes:

El gráfico representa en las coordenadas horizontales el año de asentamiento de un pueblo joven cualquiera cuya densidad neta representada en la coordenada corresponde al que tiene en 1,979. Así el pueblo joven "Nueva Esperanza" que se fundó en 1,966, su población neta expresada en hab/há y el pueblo joven al transcurrir 20 años más o sea el año 2,001 tendría una población de 285 hab/há, alcanzando al mismo tiempo su densidad límite de saturación.

El comportamiento inicial de la curva es recta y corrobora la predicción frente a la densidad real que actualmente tiene nuestro pueblo joven en estudio que da una población de: 4946 en una área neta de 22.66 hab/há que prácticamente la misma que da el gráfico propuesto.

Cabe hacer un comentario respecto a lo que recomienda la Comisión Especial referente a la densidad futura de estos pueblos. Indicaba como densidad de Saturación Bruta de 160 hab/há.

De la curva se ha obtenido el valor de 285 hab/há como densidad neta, que representa 171.37 hab/há; valor superior a la prevista por dicho estudio.

2.2.0.- Periodo de Diseño.

El período de diseño está influenciado por diversos factores técnico-económicos. Es decir que durante el tiempo para el cual ha

sido concebido el proyecto, todos los elementos que la componen deben cumplir de manera eficiente y satisfactoria; por tal motivo antes de formularse un proyecto de Redes Sanitarias debe decidirse el tiempo que el servicio brindará a la comunidad, para que esta no quede obsoleta e inadecuada.

2.2.1.- Aspectos para Determinar el Período de Diseño.-

Se consideran en general dos aspectos:

a) Criterios que fijan el período de diseño

b) Factores que determinan el período de diseño

a1.- Criterio población-tiempo.- Este criterio se basa en que primero se asume una población futura y luego se calcula el tiempo en que ésta alcanzará dicha población.

a2.- Criterio tiempo-población.- Según este criterio se procede de manera inversa a la anterior, asumiendo primero el período de diseño y luego se calcula la población que alcanzará en dicho período.

El primer criterio es aplicable a poblaciones grandes y de gran desarrollo, mientras que el segundo criterio es aplicable a poblaciones pequeñas y de reciente creación. Para nuestro diseño se ha elegido como criterio el segundo es decir el de tiempo-población.

b1.- Características de la población.- Conociendo la forma de crecimiento de la población en estudio así como la posible extensión urbana, podemos decidir si se requiere de un período de diseño corto o largo de acuerdo a la población futura a servir, teniendo en cuenta la incertidumbre que existe en predecirla. Al respecto un crecimiento acelerado de la población requerirá de un período de diseño corto.

b2.- Vida útil de los materiales y elementos que componen el proyecto.- Este factor que supedita el período de diseño, determina cuan efectivo es un sistema diseñado para un tiempo (t) en que los materiales, elementos y equipos son suficientes y resistentes y capaces de mantener un buen servicio y que al término de ella son útiles o hay que cambiarlos o mejorarlos para otro período. Es necesario también tener en cuenta el

- mantenimiento de las instalaciones para que los elementos que tengan larga vida no se deterioren en ese período, para que su utilización en etapas posteriores sea eficiente
- b3.- Posibilidad de ampliaciones de las instalaciones.- Los períodos de diseños serán mayores si es que existen posibilidades de ampliar el sistema, llegado el momento de utilización en su máxima capacidad. Este factor está supeditado a la facilidad o dificultad de efectuar ampliaciones o adiciones a las obras existentes. En todo caso, llegado el momento de esta necesidad debe recurrirse a evaluaciones de la capacidad real del sistema existente determinando su ampliación, cambio o adición. En todo caso depende de la flexibilidad con que ha sido diseñado el proyecto.
- También debemos tener muy presente que nuestro pueblo joven se ve enmarcado dentro de un proyecto integral concebido, y el período que se decida será corto ya que las instalaciones existentes, tales como los colectores generales quedarán obsoletas y su capacidad limitada al término de la segunda etapa del plan integral 1,980-2,000.
- b4.- Grado de desarrollo de la población.- Nuestra población en estudio de acuerdo a los resultados hallados en la curva analizada, crecerá de una manera lineal hasta 1,984 para luego ir disminuyendo por la tendencia que experimenta la curva, hasta llegar a un punto de equilibrio en que se mantendrá constante. Pero es necesario prevenir cualquier alteración que modifique esta tendencia más aún cuando las predicciones siempre pueden llevarnos a cometer errores significativos poniendo el peligro de ser rebasadas las instalaciones previstas; esta prevención debe ir acompañada de un factor de ajuste tal que permita fijar un período no muy largo para que transcurrido un cierto tiempo se realicen reajustes sobre el proyecto sin que esto signifique una modificación de

lo concebido.

La preferencia de escoger un período intermedio para nuestro proyecto, también se basa en que las posibilidades de buenos recursos hídricos, agrícolas en la zona de Piura son claras y permanentes, pero es también cierto que la posibilidad de contar con energía en cantidad y barata frena un tanto el elegir períodos muy cortos compensando los factores favorables.

b5.- Económico.- Este factor es de vital importancia, por que un proyecto bien formulado y técnicamente desarrollado siempre llevará consigo una economía facilitando que todas las partes del proyecto sean factibles de realizarse, aún tratándose de pueblos de bajos recursos económicos como el nuestro. Ahora bien las fuentes de financiamientos deben observar que un proyecto bien realizado es garantía de reembolso. También cabe mencionar que un proyecto de agua potable y alcantarillado requiere una fuerte inversión, la cual generalmente en nuestro país no puede ser cubierto por la erogación de sus propios pobladores, sino mas bien debe recibir recursos de los fondos del estado, cuya financiación proviene casi siempre de empréstitos concretados con organismos internacionales que prestan a bajos intereses y largos períodos de pagos para obras de este tipo.

2.2.2.- Períodos recomendables de las etapas constructivas.-(.)

- 1.- Para poblaciones de 2,000 hasta 20,000 habitantes se considerará de 15 años
- 2.- Para poblaciones de 20,000 a más habitantes se considerará de 10 años.
- 3.- Los plazos se justificarán de acuerdo a la realidad económica de las localidades.

2.2.3.- Período de diseño adoptado.-

Después de analizar todos los criterios y factores para decidir períodos de diseños y teniendo en cuenta las características espe

(.) Reglamento Nacional de construcción.

ciales en que se desarrolla nuestro pueblo joven, se ha elegido como Período de Diseño para la ejecución del Proyecto de Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" de la ciudad de Piura; el período de 20 años de tal manera que el programa permita su ejecución en dos etapas constructivas de 10 años cada una; la cual está plenamente justificada.

2.3.0.- POBLACION DE DISEÑO

Al haberse adoptado el Período de Diseño para la ejecución de nuestro proyecto, es necesario conocer la población a la que hay que dotar de servicio de alcantarillado, la cual servirá de base para diseñar la capacidad de las instalaciones que se necesitan implementar, para satisfacer plenamente la demanda que se requerirán para los usuarios dentro del período establecido en este estudio.

Siempre ha sido difícil predecir el volumen poblacional que se asentará o albergará una área habitable por que cada población se congrega en un lugar, obedece a diferentes leyes de formación, que dependen de factores geográficos, políticos, de clima, sociales de emergencia debido a fenómenos naturales difíciles de predecir, en fin de frecuentes, diversas y heterogéneas que hacen que su estimación sea cuidadosamente investigada para decidir la elección final y pueda ésta ser posible de utilizarla sin un margen amplio de riesgo de error.

Nuestro pueblo joven en estudio debido a sus características especiales merece un estudio atento y realista para que cumpla con las exigencias de sus habitantes.

Se dispone de datos de población muy restringidos de población, dado su corto período transcurrido desde su formación.

CENSOS EFECTUADOS:

SINAMOS	1,975 - 4,580 hab.
ESEP. MIGUEL GRAU DE PIURA	1,978 - 4,946 hab.

Como se podrá apreciar, estos datos son muy limitados co-

mo para a partir de ellos iniciar un estudio analítico para predecir su población futura.

2.3.1.- Métodos para determinar la población futura.-

Los métodos existentes que posibilitan la determinación de la población futura y consecuentemente para el cálculo de la población final del período de diseño, son métodos aproximados cuyos procedimientos de extrapolación se fundamentan en la investigación de los hechos que ocurrieron en el pasado y en el supuesto de que todos los factores de crecimiento continuarán en la misma forma en el futuro.

El análisis de todos estos métodos nos llevará a decidir cuál es el que será el aplicable, o en todo caso nos guiará en la consecución de métodos comparativamente equivalentes en precisión y acierto de otros aplicados a otros pueblos en otras latitudes, donde se desarrollaron pueblos similares en sus características más comunes.

Existen dos métodos conocidos actualmente:

- 1.- Los llamados Métodos Gráficos, y
- 2.- Los llamados Métodos Analíticos.

1.- METODOS GRAFICOS:

1a.- Tendencia a Proyección.- Se grafica las poblaciones con respecto al tiempo, uniendo los puntos determinantes, obteniéndose una curva de crecimiento que se prolonga hasta el año que nos interesa, considerándose la curva como la tendencia de crecimiento de la población. En caso de nuestro estudio, esto no es posible dado lo limitado de nuestros datos censales para ser graficados.

1b.- Comparativo.- Este método considera que la población crecerá en forma parecida a otras ciudades que tienen una similitud con ella y que han pasado en la etapa anterior por la situación actual de la primera. Se utiliza este método cuando se tiene disponible datos como para graficar estas curvas de tendencia. En nuestro caso tampoco existe esta posibilidad de aplicar por la misma razón anterior y por que los otros pueblos jóvenes asentados en la ciudad de Piura, tam -

poco poseen suficientes datos para graficar esta curva de tendencia

2.- MÉTODOS ANALÍTICOS:

2a.- Método Aritmético.- Consiste en añadir a la población existente el mismo número de habitantes por cada futuro período, es decir que la población crece siguiendo un ritmo de progresión aritmética. Este método es aplicable a ciudades antiguas que hallan en su límite de saturación, por lo que aplicar a otras poblaciones es limitado y mucho menos para nuestro caso en estudio.

Según fórmula:

$$Pf = Po + rt.$$

Pf: Población futura

Po: Población actual

r : Razón de crecimiento

t : Diferencia de tiempo
entre censos

2b.- Método Geométrico.- Este método se utiliza en población en pleno desarrollo. Se asume que el crecimiento de una población es análogo al del capital sometido a interés compuesto.

La aplicación de este método da resultados demasiado elevados, especialmente si la ciudad es joven con industrias expansivas, condición que puede existir sólo durante un tiempo relativamente corto.

Según Fórmula:

$$Pf = Po (1+r)^t$$

Pf : Población futura.

Po : Población actual

r : Coeficiente de crecimiento por décadas.

t : Tiempo en décadas.

2c.- Método de interés simple.- Este método considera que la población crece como un capital impuesto a interés simple. Se emplea en ciudades que están muy cerca del límite de saturación, pues da

valores bajos. No es aplicable para poblaciones jóvenes que tienen condiciones especiales económicas, políticas que las ayudan a prosperar.

Según fórmula:

$$P_f = P_o(1 + rt)$$

Pf: Población futura.

Po: Población actual

r : Coeficiente de crecimiento.

t : Tiempo en años.

2d.- Método de la Parábola de Segundo Grado.- Este consiste en asimilar el crecimiento de la población a la forma de una parábola de segundo grado.

Según fórmula:

$$y = Ax^2 + Bx + C$$

Y : Representa valores de la población correspondiente a cada período.

X : Indica la distancia en años al origen de las coordenadas.

2e.- Método de Incrementos Variables.- Este método considera que la población aumenta mediante un incremento variable. Este método está en desuso, pues al aplicarlo significaría el tener que conocer datos muy precisos con respecto a la población; como sabemos nuestra información censal es mínima para tratar de aplicar este método. Se necesita conocer tres datos de población equidistantes.

2f.- Método de Crecimiento Logístico.- Este método adoptado, por Velz y Eich, para las ciudades, este método supone el hecho que las poblaciones crecen hasta alcanzar un grado de saturación que viene establecido por el límite de sus posibilidades económicas. Todas las poblaciones independientes de su extensión, tienden a crecer según una

curva logística o en forma de S, es decir, con un índice de crecimiento bajo, al que sigue uno alto, y luego otro progresivamente más bajo hasta la saturación. (.)

2.3.2.- Método de Cálculo de población adaptado .-

Como habíamos planteado en el punto 2.1.3 de este trabajo, como método del tipo Comparativo por Incremento de densidades netas, que en fin de cuentas es un método gráfico comparativo, pero que el procedimiento de análisis le ha precedido a evaluar densidades netas futuras a partir del mismo tipo de información cuidadosamente escogida. Tal vez la poca información de censos poblacionales que actualmente existe en la ciudad de Piura impida contar con datos más nutridos para el gráfico., pero ya se ha dicho que éste método también ha sido objeto de investigaciones en otros lugares que han dado resultados muy satisfactorios, además nos hemos guiado por los anteriores estudios realizados por la Comisión Especial de realizar el proyecto respectivo para Piura y Castilla que comparando dicho estudio en cuanto a resultados a la máxima densidad futura, se puede decir que nos brinda una pauta satisfactoria.

2.4.0.- POBLACION DE DISEÑO.

Al haber adoptado como método de cálculo de población futura el que se sustenta en los puntos 2.1.3. y 2.3.1. y con los valores obtenidos en dicha curva para el Período de Diseño, en que se desarrollará nuestro proyecto, pasamos a continuación a realizar el cálculo de población futura para el período de 20 años previstos en nuestro estudio para el pueblo joven "Nueva Esperanza" de la ciudad de Piura.

Datos obtenidos:

Área neta: primera más segunda etapas = 39.50 Há.

Densidad Neta futura: 285 hab/Há.

Población futura: $39.50 \times 285 = 11,257$ hab.

= 11,500hab.

(.) Ernest W. Steel. Abastecimiento de Agua y Alcantarillado Cap 2.

Población de diseño: 11,500 habitantes.

2.5.0.- DOTACION

2.5.1.- Medida de consumo de agua.-

La medida del consumo de agua de una población se cuantifica como el número de litros que consume cada habitante por día, a esto se le denomina con el nombre de "Dotación de Agua". Por tanto la determinación de la cantidad de agua que necesita una población es de vital importancia, puesto que su cálculo garantiza una provisión suficiente para que todos sus miembros se sientan satisfechos al cubrir todas sus necesidades en cualquier período. El consumo de agua en estos términos, tendrá en cuenta los valores promedios por habitante y los factores que afectan ese consumo, ya que de allí dependerá fácilmente el volúmen necesario para satisfacer sus usos.

La determinación de la Dotación de agua, es decir el promedio de consumo de agua por habitante se cuantifica como el número de litros de habitante por habitante y por día (N° lt/hab/día) que necesita cada persona para cubrir todas sus necesidades diarias con el líquido elemento.

2.5.2.- Factores que afectan el consumo.-

La dotación de agua es variable, es decir que está en función de diversas factores importantes como:

a.- Importancia de la ciudad.- El efecto que resulta del análisis de este factor es indirecto, ya que el consumo de agua varía según su importancia, es decir, que a mayor consumo se da de hecho en una urbe cosmopolita. Se sabe también que el consumo de agua es menor en las ciudades pequeñas, pero esto se debe generalmente al hecho de que su uso es más restringido. A veces la existencia de industrias que usan en abundancia el agua, repercute en el elevado consumo.

En nuestro pueblo joven en estudio no se presenta este caso ya que la presencia de industria de este tipo es nula.

b.- Características particulares de la población.- El nivel socio-económico de la población da características particulares a ella y en consecuencia las necesidades de uso tanto por su grado de cultura

o sus perspectivas de desarrollo. Las costumbres e idiosincracia de los mismos muestran las necesidades de mayor o menor consumo por persona. Así por ejemplo en los barrios residenciales de una ciudad, el consumo per-cápita por habitante es mayor que el de los barrios populares. Por tal motivo nuestro pueblo en estudio puede verse afectado directamente por este factor.

c.- Características climáticas.- Este es un factor importante puesto que el consumo de agua se verá afectado directamente según el clima de la zona. En regiones calurosas y secas el consumo es mayor que en regiones frías, del mismo modo varía el consumo en un mismo lugar con respecto al cambio de estaciones de invierno al verano por ejemplo.

Por estar el pueblo joven "Nueva Esperanza" en una zona calurosa y seca cercana al Ecuador, este factor será muy importante para decidir el volumen de consumo de sus pobladores. En zonas calurosas secas y polvorientas como es el caso de la ciudad de Piura y Alrededores, aumenta sus hábitos de higiene, el uso doméstico como el consumo público se verá también afectado por un mayor riego de sus calles sin asfaltar, parques y campos deportivos.

d.- Presencia de industrias y comercio.- Este factor incide bastante en ciudades con industrias en desarrollo y de activo movimiento comercial o en zonas donde se asientan exclusivamente estos establecimientos, Sin embargo en nuestro pueblo joven en estudio hay ausencia total de estos establecimientos.

2.5.3.- Características del servicio.-

Cuando se cuenta con un buen servicio de abastecimiento en un lugar, es fácil deducir que el consumo se verá incrementado considerablemente por la facilidad de usarla en cualquier momento y en cantidades deseadas, estas características son:

1.- Calidad del agua.- Una agua de buena calidad es apetecible de mayor consumo, tanto por la bebida, higiene, lavado y otros usos domésticos.

2.- Costo del agua.- El costo es un factor de su fácil consumo, ya

que una agua de buena calidad y bajo costo prácticamente ilimitará su consumo.

Respecto a estas dos características en Piura el agua no cumple eficientemente con estas dos características, aunque abundante.

3.- Presión de la red.- Cuando existe un exceso de presión en las redes domiciliarias, se origina un mayor gasto, tanto por la infiltración en los mismos, así como en las válvulas que la controlan. Sin embargo una red con baja presión impide un consumo fácil, produciendo problemas de usos en duchas, segundos pisos etc. en las viviendas. Esto depende actualmente de los reservorios que se levantan para distribución en las zonas y del diámetro de las tuberías de ingreso domiciliario. Este factor puede notarse que afecta a algunas zonas de la ciudad de Piura. Para el estudio de nuestro proyecto esto debe preverse si es que la presión en las redes se ha de hacer de pozos profundos bombeados directamente a la red.

El R.N.C. recomienda presiones máximas y mínimas en la red de distribución de 50 mts. y 15 mts. respectivamente.

4.- Sistema de control del consumo- La existencia de un buen control con medidores domiciliarios, tiende a disminuir el uso indiscriminado del agua, evitándose desperdicios lo cual hace que el consumo promedio tienda a bajar, hasta una normalización en dicho consumo.

5.- Eficacia de la empresa de agua en mantener un buen servicio.- Una buena dirección de la empresa incidirá en el consumo de agua; ya que si mantiene un eficiente servicio y mantenimiento en buenas condiciones de la red, impidiendo usos indebidos no autorizados y montando una vigilancia irrestricta permanente.

6.- Finalidades de consumo.- De acuerdo con este factor tenemos diversos parámetros que puede clasificarse de la siguiente manera:
a).- Consumo doméstico.- Es el suministro de agua destinado a las casas para el uso sanitario, culinario, bebida, lavado, baño y otros. Este consumo doméstico depende de las costumbres e idiosincracia de

los habitantes, de sus condiciones económicas y del grado de cultura del pueblo. El consumo doméstico puede preverse que será aproximadamente de un 30% del consumo total, pero que cuanto menor es el consumo total éste consumo doméstico tiende a ser mayor.

b) - Consumo comercial e industrial.- Este consumo de agua es el que se asigna a las instalaciones industriales y comerciales. En ciudades de mucho auge industrial y comercial su conocimiento es importante ya que su volumen incide bastante en el consumo total,

c).- Consumo para usos públicos.- Este tipo de consumo influye en el suministro de los edificios públicos, cárceles y escuelas y a los servicios públicos de riego y limpieza de calles y protección contra incendios.

d).- Pérdidas y fraudes.- Todo sistema de distribución de agua siempre se ve amenazado por inevitables pérdidas debido a escapes, filtraciones en las uniones de las tuberías, por conexiones no autorizadas y fraudes perpetrados por manos ajenas, etc. Este consumo es difícil de predecir. Por lo general una buena conservación del servicio puede prevenir y bajar estos volúmenes de pérdidas. Aquí cabe mencionar el estado de conservación de los aparatos sanitarios, produce un exeso de consumo doméstico a expensas de volúmenes no previstos.

2.5.4.- Determinación de la dotación.-

El consumo total será el agregado de todos los usos antes mencionados.

Para hallar la dotación que se ha de usar en el diseño final de la capacidad de las redes de desagües del pueblo joven "Nueva Esperanza" se tendrá en cuenta la información estadística que actualmente existen en cuanto a dotación se tendrá también en cuenta las recomendaciones del R.N.C. con respecto. Nuestro pueblo joven no cuenta con estadísticas de consumo como para decidirse a tomar siquiera como indicativos.

TABLA DE CONSUMO DE AGUA (.)
CONSUMOS VARIOS

	Litros diarios por habit.	Porcentaje total.
Doméstico	140	31
Industrial y Comercial	170	38
Público	49	11
Pérdidas y fraudes.	95	20
TOTAL:	454	100

TABLA DE CONSUMO MEDIO DE
AGUA (..)

I.- CONSUMO PRIVADO

Agua para casa habitación:

a) Para beber, cocinar, limpieza etc.	20-30 lit/hab/día
b) Lavado	10-15 " " "
c) Una descarga de bañera.	8-15 " " "

Baños

a) Un baño en bañera	350 lit/hab/día
b) Un baño de asiento	30 "
c) Una ducha	40-50 "

(.) E.V. STEEL: Abastecimiento de agua y Alcantarillado . Cap I Pg 16

(..) F. SCHLEICHER (Manual del Ing. Constructor) Tomo II Pg. 1308.

-Riego de jardines en un día seco/m ² de sup.	1.5 lit/hab/día
-Regado de calles y aceras m ² /día	1.5.lit/hab/día
-Lavado de automóvil	200 lit/hab/día
-Lavado de camión	400-100 lit/hab/día

II. INSTITUCIONES OFICIALES Y PRIVADAS

-Escuelas por alumno y día escolar	2 Lit/hab/día
-Hospitales y asilos, prisiones	250-650 lit/hab/día
-Hoteles, por persona y día de albergue	100 lit/hab/día
-Mercados por m ² edificado y día de mercado	5 lit/hab/día

III. NECESIDADES DE LA COLECTIVIDAD

- Regado de calles por m ² .	
a) Calles pavimentadas	1 lit/hab/día.
b) Macadam	1.5 "
- Jardines públicos en día seco/m ²	15-20 lit/hab/día

Valores Promedio de Consumo Recomendados en la Elaboración de Proyectos

- Ciudades importantes de la costa	300 lit/hab/día
- Ciudades de la sierra tipo urbano	200 lit/hab/día
- Ciudades de tipo rural	150-200 lit/hab/día
- Ciudades servidas por piletes públicos	30-50 " (.)

(.) Ing. Augusto Navarro Palma. Apuntes de clase.

Consumo de Agua por persona y por Día (lts)

- Hoteles y casas de apartamentos	200-450 lts/hab/día
- Casas de oficinas	60-120 "
- Casas de viviendas unifamiliares	120-300 "
- Riego de campos y jardines por hora.	750 litros
- Riego de Césped (rociadores de lluvia).	450 " (.)

Consumos Recomendados por el Reglamento Nacional de Construcciones (..)

POBLACION	CLIMA		
	Frío	Templado	y Cálido
- De 2,000 a 10,000 hab	120 lts/hab/día	150 lts/hab/día	
- De 10,000 a 50,000 "	150 lts/hab/día	200 lts/hab/día	
- Más de 50,000 hab.	200 lts/hab/día	250 lts/hab/día	

2.5.5.- Dotación considerada.-

Luego de analizar los alcances de las tablas antes presentadas y teniendo en cuenta las recomendaciones que al respecto hace el Reglamento Nacional de Construcciones, además del estudio realizado para el Proyecto General de las Redes de Agua y Desagüe de las ciudades de Piura y Castilla, se ha decidido asumir como dotación los valores promedios siguientes:

1.- Consumo doméstico:

Aseo personal:	50 lts/hab/día
Cocina y bebidas:	20 "
Servicios sanitarios:	25 "

(.) GAY- FAWCETT-Mc GUINNESS. Instalaciones en edificios Cap III

(..) Reglamento Nacional de Construcciones Cap 3-II

Lavado	20 L ts/hab/día.
Otros usos	25 "
Pérdidas	40 "
	180 l ts/hab/día.

2.- Consumo público: de 38 a 45 lts/hab/día.
tomaremos 45 lit/hab/día.

3.- Pérdidas: Se estima 10% del consumo total
tomaremos 10% de 250 lts/hab/día: 25 lts/hab/día

Dotación considerada:

Consumo doméstico	180 lts/hab/día	72%
Consumo Público	45 "	18%
Pérdidas y Fugas	25 "	10%
TOTAL Consumo:	250 lts/hab/día	100%

Por lo tanto el pueblo joven "Nueva Esperanza" contará con una dotación de 250 lts/hab/día.

2.6.0.- CAPACIDAD DEL SISTEMA

2.6.1.- Variaciones en el sistema

El consumo de agua varía según las horas, días, semanas, meses y años. Estos fenómenos se deben a diversos factores tales como clima, costumbres de la población, los días de trabajo etc.

Las variaciones más importantes son las que se producen durante el día en las horas donde una actividad o movimiento hace necesario más consumo.

1.- Variaciones diarias.- En una población el consumo diario es muy variable respecto al consumo medio anual. Así por ejemplo, en días de invierno el consumo es menor que en días de verano. De igual forma se producen variaciones diarias dentro de la semana, por ejemplo el día lunes se producirá mayor consumo que el domingo y excepcionalmente se presentan variaciones en otros días, debido a que la po-

blación casi en la totalidad se halla en casa.

Es necesario y de nuestro interés establecer cuál es el porcentaje "máximo" que alcanza la variación diaria respecto al consumo medio anual, esta relación se le denomina como "coeficiente de variación diaria" (K1), donde:

$$K1 = \frac{\text{consumo en el día de máxima demanda}}{\text{Consumo promedio diario anual.}}$$

En general K1 oscila entre valores de 1.2. a 2.0 en las ciudades de la costa las variaciones de temperatura son pequeñas generalmente en sus valores máximos, sin embargo, entre 120 y 140% y los valores mínimos entre 85% a 90%. El Reglamento Nacional de Construcciones recomienda coeficientes de variación diaria de 1.2. a 1.5.

En el estudio de la Red General de Agua Potable y Alcantarillado para las ciudades de Piura y Castilla recomiendan el uso de 1.3. como coeficiente de variación diaria, valor que utilizaremos en el presente proyecto.

2.- Variaciones horarias.- Como es sabido durante las horas del día se producen una variación en el consumo, esto depende de diversos factores, tales como el tamaño de la población y sus costumbres.

En las ciudades pequeñas esta variación es mayor, ya que sus costumbres son análogas., lo que no ocurre en ciudades grandes debido a la diversidad de actividades que se desarrollan dentro de ella. Por tanto, nos interesa conocer cuál es la relación que existe entre el máximo consumo horario y el consumo promedio horario, este valor es conocido como "coeficiente de variación horaria" (K2), siendo esta relación la siguiente:

$$K2 = \frac{\text{consumo máximo horario}}{\text{consumo promedio horario.}}$$

donde: consumo promedio horario = consumo promedio diario

24

Las variaciones horarias estan generalmente entre 1.5 y 3.0 como valores máximos. Para ciudades grandes entre 1.3. y 1.6, y en poblaciones pequeñas entre 0.8 y 2.0

El Reglamento Nacional de Construcciones, recomienda los siguientes valores:

- Para poblaciones de 2,000 a 10,000 hab. $K_2 = 2.5$
- Para poblaciones de 10,000 a más hab. $K_2 = 1.8$

Se hace notar que el valor más aproximado de K_2 , sólo se puede determinar con el conocimiento de las variaciones horarias controladas en los últimos años, lo que nos obliga a tomar como valor K_2 para nuestro diseño, el que recomienda el Reglamento Nacional de Construcciones para poblaciones de más de 10,000 hab. que consigna de $K = 1.8$

2.6.2.- FLUCTUACIONES DE LOS CAUDALES REALES DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LAS ALCANTARILLAS.

En todo sistema de redes de alcantarillado, se produce fluctuaciones en los caudales reales que conducen en su evacuación. Por tal motivo es importante que las alcantarillas sean lo suficientemente grandes para acomodarse al máximo caudal. por que sino puede producirse un retroceso hacia las cañerías más bajas de las casas, es por eso que es conveniente realizar aforos para determinar dichas variaciones, más aun cuando nuestro pueblo no posee instalaciones de redes de desagües donde podamos medir estas fluctuaciones.

Se puede observar que las fluctuaciones más frecuentes son las mismas que se producen con la variación en el consumo diario u horario, pues aquellas que provienen de las originadas por la capa freática son generalmente más estables, cuando se infiltran a través de las uniones o roturas de la red, de tal manera que el piso que se puede producir en los caudales en la red de aguas servidas, resulta de

añadir a las de la que se introduce por el uso permanente en el consumo doméstico, comercial etc.

Así el máximo caudal de las aguas servidas será el máximo horario o la punta del máximo consumo del día de máxima infiltración. De acuerdo a lo anterior el máximo valor del volúmen que conducirá la alcantarilla será un porcentaje del total del consumo más el volúmen que procede de la infiltración por lluvias, agua freática etc.

2.6.3.- Volúmen total a evacuar

Generalmente en la práctica la cantidad prevista de masa a evacuar por un sistema de alcantarillado es mayor al del proveniente del cálculo realizado, esto por que el volúmen aumente con la introducción de partículas y materia orgánica que aumente el volúmen final a evacuar, que los investigadores determinan como valores finales, volúmenes entre 70 y 30% del total de agua que conduce la alcantarilla (.)

C A P I T U L O III

3.0.0.- ESTADO DEL SERVICIO EXISTENTE

3.1.0.- Antecedentes del Servicio.-

En el mes de diciembre de 1,896, los Ingenieros E. Zegarra y E. Pérez, presentaron un proyecto a la municipalidad de Piura para abastecerla de agua potable. Este proyecto fracasó por diversas objeciones que presentó el consejo de ese entonces.

En el año de 1,899, el Ingeniero N.J. Taiman, presentó un proyecto de abastecimiento de agua potable. El proyecto comprendía Captación mediante galerías filtrantes ubicadas en el lecho del río Piura. De un pozo de reunión se bombeaba a dos reservorios elevados consistentes en dos tanques de fierro de 900 m³ cada uno. La red de distribución se componía de una matriz de 4" y ramales de 2". Se estimó la población en esa época en 7,000 habitantes.

Las obras correspondientes a este proyecto quedaron terminadas en 1,902. No se instalaron los dos tanques de fierro proyectados.

El Ingeniero Alfredo Mendiola, en un informe presentado al Ministerio de Fomento, 3 años después de inaugurado el Servicio, indicaba que las presiones en la red eran bajísimas. Atribuía a que las tuberías se habían tuberculizado debido al alto contenido de sales de las aguas.

En el año de 1,919, el Ingeniero Federico Basadre realizó un estudio preliminar para abastecer de agua potable a la ciudad de Piura, con las aguas provenientes del río Chira. El anteproyecto comprendía captación en el río Chira, planta de bombeo, filtración en una zona elevada, conducción por gravedad del agua filtrada hasta la ciudad de Piura. El agua debía llegar a sus reservorios elevados, convenientemente ubicados para tenerse presiones adecuadas. Este proyecto no tuvo acogida y no se efectuaron obras.

La comisión especial encargada de los estudios para desarrollar el Proyecto Integral de Agua Potable y Alcantarillado pe-

ra las ciudades de Piura y Castilla hallaron entonces las siguientes fuentes de abastecimiento.

La producción de las plantas de bombeo de agua en los pozos:

N° 4 (Buenos Aires)	4,752 m ³
"El Chipe"	3,336 m ³
N° 5 (Castilla)	4,834 m ³
TOTAL:	12,834 m ³

que era el volumen total de agua consumida al día, que arrojaba un gasto promedio consumido por la población de 150 lts/seg, correspondiente a 70,000 hab. entre Piura y Castilla.

En tiempo de ejecución de los estudios de campo, la Comisión contó con la participación del Ingeniero Augusto Zelaya Muriello profesional especializado en estudios de Geología quien con asesoría del Doctor Pierre Taltasse llevó adelante el estudio geológico e hidrológico del Valle de la Cuenca del Río Piura. Dicho estudio abarcaba los siguientes aspectos.

Geología

- Geografía y Fisiografía, zonas fisiográficas:
 - a) Zonas de pampas o planillanuras.
 - b) Zona de las estribaciones.

- Geomorfología
 - 1.- Fenómenos internos
 - a) Levantamientos espirogenéticos.
 - b) Fallamiento.
 - 2.- Fenómenos externos.

- Estratigrafía.
 - Paleozoico

Terciario (Mioceno)

- Cuaternario a) Formación Zapayal
 b) Cuaternario antiguo
 c) Cuaternario reciente-actual

- Tectónico

- a) Pliegues
 b) Fallas.
 c) Origen de las estructuras

Hidrología (.)

- Generalidades

- a) Napas freáticas
 b) Napas profundas
- 1.- Napas del Río Piura.
 - 2.- Alimentación de la Napa.
 - 3.- Circulación de la Napa.
 - 4.- Carácter hidroquímico.
 - 5.- Explotación de la Napa.
 - 6.- Régimen de bombeo.

Habíamos indicado en el capítulo I que el sistema hidrológico del Río Piura aseguraba un abastecimiento suficiente y permanente de agua, que se está implementando mediante el bombeo de pozo profundo y que deberían implementarse en las etapas respectivas de ejecución del proyecto integral.

Actualmente el pueblo joven "Nueva Esperanza" cuenta en las cercanías con una red de agua suficiente y capaz de abastecer

Estos puntos ya fueron tratados en el capítulo I acápites de datos técnicos.

las necesidades de dicho pueblo joven en el período de diseño en el que se ha proyectado este estudio. A principio del año 1,981 se ha comenzado a implementar la segunda etapa del Proyecto Integral y se ha procedido a perforar nuevos pozos profundos, siendo el último el del pueblo joven San Martín entre las intersecciones de la avenida Prolongación Grau y Jorge Chávez, que impulsará un volumen de 150 litros/seg, que reforzará la actual dotación de los pueblos jóvenes San Martín, Nueva Esperanza, por medio de una tubería de 10" de diámetro, empalmado a la matriz actual existente de distribución.

El pueblo joven "Nueva Esperanza" carece de redes de Alcantarillado pero cuenta en sus cercanías con las redes troncales del colector San Martín que actualmente la cruza para luego empalmar al emisor general que conduce las aguas residuales hasta la laguna de Estabilización del Sector Oeste.

Actualmente la eliminación de excretas se realiza mediante silos, pozos ciegos, botaderos etc. Desde ya es obvio decir que es necesario y urgente un proyecto de redes colectoras, conexiones domiciliarias,

3.2.0.- NECESIDAD DE SISTEMA DE REDES DE DESAGUE

Las posibilidades de contar con un sistema de Redes de Desagües en el pueblo joven "Nueva Esperanza" están sustentadas por la existencia actual de un proyecto de instalaciones de agua en proceso de ejecución y el cual está siendo implementado por instalaciones domiciliarias. Las necesidades están plenamente justificadas por la existencia de peligros de adquirir enfermedades infecto-contagiosas que producen epidemias que generalmente inciden en la niñez por el grado de desnutrición y de desarrollarse en ambientes anti-higiénicos y ante la inclemencia de un clima caluroso y seco.

También se justifica la ejecución de un proyecto de esta naturaleza por que mejoraría el estándar de vida de los pobladores y les brindará más comodidad liberándoles del uso de sistemas atra -

sados de servicios. El aspecto económico significa siempre un reto, pero la ayuda estatal está asegurada por los Organismos que actualmente orientan estos proyectos por medio de ORDENORTE en este caso.

3.2.1.- Aguas Residuales.-

Las llamadas aguas residuales, son una combinación de agua y residuos orgánicos u otros tipos que son conducidos por ellos a través de una alcantarilla. Es el resultado de la limpieza mediante agua de los residuos en residencias, edificios de viviendas y oficinas, sobrantes de establecimientos comerciales e industriales que a veces se mezclan con las aguas subterráneas, las que en cierto modo pueden ser admitidas, trasladadas en suspensión por medio de corrientes de aguas en las alcantarillas, ya sea por gravedad o impulsión.

Las aguas residuales son de varios tipos:

1.- Aguas residuales domésticas o aguas negras.- Son el producto del lavado e higiene cuando se atienden necesidades en las viviendas, edificios de viviendas y oficinas, edificios comerciales instituciones públicas o privadas. Se les denominan otras veces como aguas sanitarias.

2.- Aguas procedentes de plantas industriales.- Son los líquidos producidos en los establecimientos de industrias, tales como: Fábricas de papel, cervecerías, tintoterías. Estas también son variadas en matices, según el contenido químico o contaminante producido por estas operaciones industriales en su proceso de manufactura. El contenido de las aguas industriales pueden constituir partículas pesadas, ácidos, gases venenosos, hasta residuos de partículas químicas inflamables y explosivas. Generalmente industrias especiales deben de tener un sistema de tratamiento para llevarlos hasta un lugar donde su deposición no origine peligros de contaminación u otros peligros inherentes a su contenido.

Las aguas industriales deben evitarse ser depositadas en los ríos

o lagunas donde existe vida orgánica, o en lugares donde su infiltración puede originar su contaminación con las aguas freáticas que luego serán aprovechables, como en el caso de Piura que se abastece por pozo profundo.

3.- Aguas de lluvias.- Proceden de las precipitaciones atmosféricas, la presencia de ellas son características de algunas zonas, por tal motivo deben ser estudiadas permanentemente mediante estaciones meteorológicas que miden su intensidad y estadísticamente calculan su frecuencia para períodos largos y cortos. Estos datos en manos del Ingeniero son armas que deciden el diseño de sus obras complementarias con obras de arte adecuadas dentro del proyecto. En el caso de las redes de desagüe de una población decide si el tipo de red será Unitario o Separativo.

3.2.2.- Características de los líquidos residuales.-

Las aguas residuales llevan en su movimiento, partículas y componentes orgánicos u otros tipos de cuerpos en suspensión o combinada a ella; por eso es importante estudiar su composición para saber su naturaleza física, química y bacteriológica.

La determinación de las características antes mencionadas facilitan la forma cómo han de ser tratadas para neutralizar el peligro contaminante y así conseguir un producto estable e inodoro.

1.- Características físicas.- La pequeña proporción de sólidos que en suspensión pueden transportar los líquidos residuales ejercen una acción física muy importante que pueden deteriorar los materiales de la red o impedir su traslado disminuyendo su capacidad de evacuación. Físicamente esta proporción pequeña de 0.01 % del volumen de la masa total en movimiento significa en el caso de las aguas residuales domésticas 450 gr. de sólidos por cada de agua son características notables de estas aguas domésticas cuando están frescas, un olor ligeramente jabonoso y ácido de color análogo a una solución jabonosa con presencia de papeles y masas de materia fecal.

Al corromperse estos líquidos tienen un olor fuerte desagradable de ácido sulfhídrico y otros compuestos sulfurados siendo menor el tamaño de las partículas en suspensión y su color es negrusco

A temperatura normal los líquidos residuales sufren sus efectos de putrefacción a partir de las dos horas y serán pronunciadas después de 6 horas; sin embargo cuando la temperatura es baja o cuando el líquido es escaso, la putrefacción se produce más lentamente.

La modificación de las densidades del líquido son mínimas por el poco peso de las partículas presentes en el seno del líquido que en general no modifican el comportamiento de las condiciones hidráulicas de cualquier líquido considerado como tal.

Las características físicas poco nocivas de las aguas domésticas conducidas por una alcantarilla favorecen un fácil tratamiento en tanques de tratamiento y otras unidades de sedimentación, más si son ayudados por las condiciones climáticas ambientes abiertos a la atmósfera.

2.- Características químicas.- Los líquidos contienen compuestos químicos inorgánicos del suministro de agua y una compleja serie de materias orgánicas derivadas de las heces, orina y demás residuos que desaguan en las alcantarillas, líquidos residuales frescos son alcalinos, pero tienden a transformarse en ácidos cuando llegan a la putrefacción, los tratamientos completos sin embargo restituyen la alcalinidad.

Los líquidos residuales están compuestos generalmente de úrea, proteínas, aminas y aminoácidos, jabones, hidratos de carbono y celulosa. Las sustancias inorgánicas están constituidas por el residuo seco de materias recogidas después de la evaporación de esas sustancias; no son peligrosas.

Generalmente el sol ejerce una acción purificadora, evaporando los compuestos gaseosos que luego son movidos por los vientos en lugares como Piura que su acción es en la práctica la fuen-

te de purificación de las aguas servidas.

3.- Características bacteriológicas.- Las bacterias contenidas en las aguas residuales se clasifican en:

a) Aerobias.- Cuando necesitan oxígeno libre para su supervivencia sobre la materia muerta.

b) Anaerobias.- Que están en actividad en ausencia del oxígeno libre y utilizan el oxígeno producido por la destrucción de diversos compuestos descrecionales que pueden actuar en presencia o ausencia de oxígeno libre.

En general, todas las bacterias de las alcantarillas son sapofritas, es decir que viven sobre la materia orgánica en descomposición. Un reducido número de ellas son patógenas productoras de enfermedades las cuales desaparecen por otra parte en forma más o menos rápida, por destruirse mutuamente entre sí y son parasitarias viviendo a expensas o con perjuicio de sus portadores.

Los intestinos humanos y animales cuya sangre es caliente contienen ciertas bacterias denominadas colibacilos o en ocasiones B-coli que son inocuos comparados con otros organismos que los acompañan y se les expulsa en gran número con los excrementos, si éstos llegan a B-coli estará presente sin duda, y si los ensayos de laboratorio comprueban su existencia demostrarán la presencia de una solución peligrosa ya que pueden acompañarlas los microorganismos de la fiebre tifoidea y otras enfermedades.

Como el B-coli vivirá más tiempo en el agua con respecto a otras bacterias patógenas, una prueba de eficacia de los métodos de tratamiento del agua, la da el colibacilo que es más resistente al tratamiento que los gérmenes patógenos.

3.2.3.- Sistema de Recolección de Aguas Residuales.-

La recolección de aguas residuales y de otras materias sólidas, es más conveniente desde el punto de vista técnico y económico hacerlo por medio de alcantarillas que las conduzcan a un só-

lo punto donde se hace el tratamiento general para descontaminarlo. Existen otros procedimientos donde no se aceptan en el saneamiento aquellas materias sólidas, las que son tratadas separadamente. Desde el punto de vista del tipo de tratamiento, existen las siguientes formas de evacuar las aguas servidas.

1.- Sistema único o combinado.- Según este sistema, toda agua resultante de uso de limpieza procedentes de viviendas, oficinas, comercio, industrias y de lluvias son llevadas para evacuarse por el mismo sistema de alcantarillado.

2.- Sistema separativo.- En este sistema las alcantarillas se destinan separadamente a evacuar las aguas residuales domésticas de las lluvias superficiales y las subterráneas, ordinariamente se emplean también para recoger todas las aguas residuales industriales que se produzcan en las zonas que sirven.

3.- Sistema mixto.- En este sistema se recolectan para las aguas servidas y parcialmente las de lluvias y otros tipos

4.- Sistema de aguas negras o domésticas.- Es exclusivamente para evacuar las aguas procedentes del uso doméstico no admiten otras aguas.

3.2.4.- Elección del Sistema a Usar.-

Para evacuar las aguas servidas del pueblo joven "Nueva Esperanza", se ha elegido el sistema de Aguas Negras o Doméstico, por que la población no cuenta con establecimientos comerciales o industriales, excluyendo también las procedentes de las aguas de lluvia, uniformizándonos con el elegido en el Plan Integral que no incluye la evacuación de aguas de lluvias para la ciudad de Piura y Castilla en el sistema de Alcantarillado.

3.2.5.- Caudales Finales Contribuyentes en el Sistema Elegido.-

- Cálculos del caudal de diseño.- Para realizar estos cálculos recurrimos a los siguientes datos antes conseguidos:

- 1.- Población servida, 9,775 habitantes.

- 2.- Dotación: 250 litros/hab/día.
 3.- Coeficiente de variación diaria $K_1 = 1.3$
 4.- Coeficiente de variación horaria $K_2 = 1.8$

- Cálculo del gasto promedio:

$$Q_d = \text{Dotación} \times \text{población servida}$$

$$Q_d = 250 \text{ lts/hab/día} \times 9,775 \text{ hab.}$$

$$Q_d = 2'443,750 \text{ lts/día.}$$

- Cálculo del gasto máximo diario:

$$Q_{nd} = Q_d \times K_1$$

$$Q_{nd} = 2'443,750 \times 1.3 \text{ lts/día}$$

$$Q_{nd} = 3'176,875 \text{ lts/día}$$

- Cálculo del gasto máximo horario:

$$Q_{nm} = Q_{nd} \times K_2$$

$$Q_{nm} = 3'176,875 \times 1.8 \text{ lts/día}$$

$$Q_{nm} = 5'718,375 \text{ lts/día}$$

RESUMEN:

- $Q_{nm} = 66.18 \text{ lts/seg}$
- $Q_{nd} = 36.77 \text{ lts/seg}$
- $Q_d = 28.28 \text{ lts/seg}$

3.2.6.- Caudal a Considerarse en el Sistema de Alcantarillado.-

1.- Contribución de las aguas de infiltración.- El agua de infiltración penetra a la alcantarilla por las uniones defectuosas, por las rejaduras de las tuberías, por la boca de las paredes de las paredes de limpieza, orificios de las tapas etc. También el agua proveniente de las napas freáticas altas penetran en las

alcantarillas cuando éstas alcanzan alturas que cubren las redes en longitudes variables según el nivel a que asciende.

En la zona que abarca nuestro pueblo joven en estudio el nivel de la cota 26.0 m.s.n.m., abarcando una longitud de : 2,023 mt. La infiltración a considerar en la red será de 0.85 lt/k.m.l./seg de tubería. El volumen total que resulta por esta contribución es:

$$Q \text{ infiltración} = 2023 \times 0.85 = 1.72 \text{ litros/seg}$$

$$Q \text{ infiltración} = 1.72 \text{ litros/seg}$$

2.- Gastos considerado del cálculo del total de agua consumida.- El Reglamento Nacional de Construcciones, recomienda considerar el 80% del total de agua consumida como volumen de contribución que ingresa a la alcantarilla para los efectos del cálculo total de diseño del sistema.

En nuestro cálculo el gasto a considerar es el 80% del Gasto Máximo Horario: o ~~Máximo~~ Maximum

$$Q_p = 80 \times 66.18 \text{ lits/seg.}$$

$$Q_p = 52.94 \text{ lits/seg}$$

$$Q_d = 54.67 \text{ lits/seg}$$

3.3.0.- ADECUACION DEL SISTEMA AL PLAN GLOBAL DE LA CIUDAD DE PIURA

3.3.1.- Situación Actual del Sistema.-

1.- Breve Reseña Histórica.- El sistema de alcantarillado de Piura y Castilla, entró en servicio en 1,939 y constaba de las siguientes partes:

- a) Una red de colectores de concreto "hume", de diámetros variables entre 6" y 16", según la siguiente tabla:

<u>Diámetro</u>	<u>Longitud</u>
6"	12,917 ml
8"	1,924 ml
14"	30 ml
16"	1,106 ml
TOTAL:	16,251 ml.

La red de tuberías comprendía además 197 buzones standar con profundidades de 5,50 m y 75 cajas de lavado.

- b) Dos cámaras de Bombeo. Una para Piura con un equipo de bombeo de 60 l.p.s. y dos equipos de 35 l.p.s. cada uno y otra para Castilla con dos equipos de 20 l.p.s, cada uno. Todos los motores estaban accionados eléctricamente por 2 grupos electrógenos de 30 Hp y uno de 60 Hp en una planta ubicada en la cercanía de la estación de Bombeo de Piura.
- c) Dos líneas de impulsión de fierro fundido de 10" de diámetro y 8" de diámetro para Piura y Castilla respectivamente.
- d) Una tubería de 4 tanques sépticos de 710 m^3 de capacidad cada una para tratar las aguas servidas de Piura, ubicadas al sur de la ciudad de una distancia de 800 m. de la planta de bombeo.

En Castilla los desagües eran elevados hasta un sedimentador rectangular de 30 m x 10m de 2.15 m de volúmen. Sin espacio para almacenar lodos ni equipo de remoción de sisnos.

Para evacuar las aguas de lluvias solamente se consideró un colector pluvial en la Avda. Sánchez Cerro, con diámetros variables de 8" a 18" y una serie de bocas de descarga al Río Piura ubicadas a lo largo del Malecón Equiguren.

Ambos sistemas estaban diseñados para funcionar independientemente. La población de diseño fue de 16,000 habitantes para Piura y 5,000 para Castilla, habiéndose considerado una dotación

de 125 lts/hab/día.

Con respecto a la red de colectores cabe recalcar que casi el 80% de ella estaba formada por tubería de 6" de diámetro y que dada la topografía plana del lugar muchos tramos se diseñaron con pendientes mínimas, al fin de evitar excavaciones excesivas.

En el año de 1,951, la Sub-Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, elaboró un proyecto para mejorar y ampliar el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Piura y Castilla. En la Memoria Descriptiva se menciona que el funcionamiento de la red de colectores existentes se podía considerar como bueno, que los equipos de bombeo aún estaban en buenas condiciones, aunque por tener 12 años de uso deberían ser reemplazados y se planteaba la necesidad de darle una adecuada solución al problema de la disposición de las aguas servidas.

En el mismo año la población de Piura y Castilla, era de 45,000 habitantes y en consecuencia llamaba la atención de que un sistema diseñado para servir a 21,000 habitantes pudiera prestar un servicio aceptable a una población mayor, sin embargo, la explicación es muy sencilla; en ese año habían tan sólo 1,313 conexiones domiciliarias de desagüe, que al promedio de 7.66 personas por vivienda, arrojaban una población servida de solamente 10,058 habitantes.

En el proyecto de mejoramiento se consideró entonces el drenaje de las zonas que carecían de alcantarillado y la eliminación de las dos plantas de bombeo existentes y su reemplazo por una estación única ubicada en Piura. Las aguas residuales de las nuevas áreas servidas serían conducidas a la planta a través de 3 colectores primarios, dos en Piura y uno en Castilla, éste último atravesando el Río Piura. Los colectores tenían las siguientes características:

<u>Colector:</u>	<u>Diámetros</u>	<u>Longitud</u>	<u>Capacidad máxima</u>
Colector Oeste(Piura)	10", 12", 16", 18", 21"	1,794 m.	2321.p.s.
Colector Norte(Piura)	10", 14", 18"	1,507 m.	1001.p.s.
Colector Castilla	10", 14", 18", 21"	1,979 m	1601.p.s.

Finalmente la población a servir era de 95,500 habitantes para un período de diseño de 30 años.

Cuando se hicieron los nuevos estudios de campo para realizar el Estudio Integral en 1,964 se planteaba lo siguiente:

- a) Utilizar las estructuras del proyecto anterior existente, tanto como sea factible, mejorando las condiciones en que estaban trabajando, aliviando los tramos que estaban muy recargados y cambiando los colectores que estaban en mal estado y los que no ofrecían garantía de buen funcionamiento.
- b) Extender el servicio de Alcantarillado a las zonas urbanas que carecían de éste servicio y proveer el drenaje de las posibles áreas de futura expansión, mediante el diseño de nuevos colectores primarios, estaciones de bombeo, redes secundarias etc.
- c) Solucionar el problema creado por la disposición actual de aguas residuales, conduciéndolas desde el lugar donde se disponía entonces, hasta una zona apropiada donde se les daría el tipo y grado de tratamiento que ellas requerían y donde no significaran una molestia y ningún peligro para la población.

Debido a la topografía plana del lugar, el Proyecto Integral dividía a la ciudad en siete zonas para los efectos del diseño de las ampliaciones del sistema existente de Alcantarillado.

El destino final de las aguas residuales es una área única

de disposición situada el sur-oeste de la ciudad y son conducidas hasta ella a través de un emisor al que se llamó Emisor General, que tiene su punto de partida en el lugar donde se encuentran los tanques sépticos de Piura.

3.3.2.- Posibilidad de Uso del Colector San Martín.-

En el Proyecto Integral realizado en 1,961 al dividir a Piura y Castilla en 7 zonas de influencias de la disposición de aguas servidas, se determinó que el colector llamado Colector San Martín, serviría para evacuar las aguas servidas de la zona N^o VII, conformadas por parte del pueblo joven "Santa Rosa" y la totalidad del pueblo joven San Martín, también serviría de las zonas de expansión futura en la zona urbana Oeste no drenadas por el "Colector Santa Rosa", el cual empalmaría con el Emisor General en el buzón 8-24,

La capacidad de este colector se diseñó para evacuar un gasto de 155 lts/seg, después de un recorrido de 2,659 m.

Como el colector "San Martín" cruza y recorre rodeando el pueblo joven "Nueva Esperanza", existe la posibilidad de usar dicho colector por su cercanía y por la capacidad que actualmente posee, garantizando este uso hasta el final del período de diseño.

En el capítulo IV hacemos un balance de gastos para justificar cuantitativamente este análisis.

C A P I T U L O IV

4.0.0.- DISEÑO DE SISTEMA

Ha sido la meta final de este trabajo, la elaboración del diseño completo y detallado del sistema de Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" de la ciudad de Piura; para hacer posible el mismo se ha tratado de contar con toda la información al alcance de ser utilizada para este objetivo., desarrollando a través de los capítulos antecedentes las fases necesarias y obligatorias para llegar a una formulación lo más real posible, detallando específicamente aquellos puntos que nos servirán realmente de apoyo en esta conclusión feliz.

Como ya dijimos anteriormente, que un proyecto bien planteado y concebido económica y técnicamente en todos sus detalles nos llevará necesariamente a conseguir un proyecto realista y factible de ser ejecutado en todas y cada una de sus partes, dentro del período para el cual ha sido concebido.

El aspecto técnico da necesariamente un apoyo fundamental orientando paso a paso la información obtenida, además se ha tenido en consideración en todo momento las recomendaciones que para estos proyectos nos brinda el Reglamento Nacional de Construcciones instrumento legal que orienta las construcciones en el Perú.

4.1.0.- RED COLECTORA:

La información necesaria para iniciar los estudios que nos ocupa en este trabajo, se ha obtenido de varios organismos que nos facilitaron planos e información básica que fueron complementados con investigaciones realizadas en la ciudad de Piura, donde el autor ha venido laborando entre julio de 1,978 y mayo de 1,981. Se ha contado con la información de los pobladores mismos en repetidas ocasiones para obtener datos lo más realistas posibles.

Los planos topográficos básicos conseguidos, fueron elaborados por la Oficina Nacional de Desarrollo de Pueblos Jovenes, dependencia del antiguo SINAMOS, complementado por los planos de

lotización y urbanización ejecutados con el apoyo técnico del Ministerio de Vivienda y Construcción. También se ha obtenido planos de zonificación urbana proporcionado por la Municipalidad de Piura. Se ha contado con la información de Estadística y de diseño del Estudio del Proyecto Integral para Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Piura, publicado por el antiguo Ministerio de Fomento y Obras Públicas.

Las condiciones de diseño se han basado en el Reglamento Nacional de Construcciones en su anexo 3 título II, instrumento que norma la preparación de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado en poblaciones urbanas de nuestro país.

4.1.1.- Descripción de la Red de Alcantarillado.-

Como ya dijimos anteriormente, se ha escogido el tipo de alcantarillado apropiado para la evacuación de todas las aguas servidas del pueblo joven "Nueva Esperanza" que es el de aguas negras o doméstica; este sistema prevee la evacuación de las aguas servidas durante la etapa de diseño prevista.

Las aguas servidas son conducidas a través de alcantarillas circulares apropiadamente diseñadas para las condiciones de servicio previstas, se tendrá en cuenta los posibles fenómenos de erosión, sedimentación o descomposición de la materia orgánica de los desagües, se recomienda el realizar un permanente mantenimiento para evitar cualquier fenómeno antes mencionado y así garantizar un buen servicio.

Se ha diseñado el sistema de alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" para evacuar las aguas servidas por gravedad evitando en lo posible profundizarse demasiado, por que se presenta la dificultad de excavación de zanjas profundas en suelos de arena suelta desértica y arcilla arenosa en otros, además disponibilidad de agua en gran volumen no permite su uso para reforzar el suelo en excavación.

El sistema proyectado utiliza tuberías de C° S° N° de 8", 10", y 12" de diámetro, tanto para colectores primarios y secundarios, que dan un total de 17,349 ml. distribuidos de la siguiente manera:

17,023 mts. de tubería de \varnothing 8"	98.12%
110 mts. de tubería de \varnothing 10"	0.63%
216 mts. de tubería de \varnothing 12"	1.25%

El gasto total que conducirá al final del período de diseño será de 56.67 lts/seg, cuya descarga total se hará de la siguiente manera:

<u>Del Buzón al Buzón</u>	<u>Gasto</u>	<u>Diametro</u>	<u>Avenida</u>
45 - 46	15.14 l.p.s.	8"	San Martín.
46 - 6	4.57 l.p.s.	8"	San Martín.
278 - 279	3.02 l.p.s.	8"	Las Garzas!
257 - C	31.94 l.p.s.	12"	Las Garzas.
TOTAL:	54.67 l.p.s.		

4.1.2.- Buzones.-

El número total de buzones en el presente proyecto es de 280 de 1.20 de diámetro, uno de estos buzones, el N° 279 será necesario construirlo en la red del Colector San Martín, para poder hacer la entrega en dicho buzón de las aguas servidas de un sector tal como se puede notar en el diagrama de flujos, al no coincidir las entregas en un buzón de dicha red.

De acuerdo a la profundidad de los buzones se construirá ya sea de concreto simples o de concreto armado, en este proyecto se construirá de concreto armado aquellos buzones cuya profun-

fundidad es mayor de 2 mts. los detalles se paracen en los gráficos respectivos de buzones de este proyecto.

4.1.3.- Red Colectora, Etapas Constructivas.-

En el presente proyecto se ha considerado 2 etapas constructivas para completar el servicio de Alcantarillado. Esto, debido a que es necesaria la ejecución inmediata de los servicios en la zona donde los asentamientos se han producido desde la formación del pueblo joven, hasta 1,980 cuyas necesidades deben ser resueltas totalmente en el transcurso del período 1,980 a 1,970 la segunda etapa pertenece a la zona de expansión futura en la que la población vendrá ocupando los terrenos disponibles que se han proyectado, comprendiendo el período desde 1,990 al año 2,000 período en el que debe completarse el 100% de las obras proyectadas.

Las obras de la primera etapa comprendieron:

Construcción de 207 buzones y 12,534 ml. de tubería.

- 1) 35 buzones cuya profundidad va de 1.2 a 1.3 mts.
- 2) 24 buzones cuya profundidad va de 1.31 a 2.00 mts.
- 3) 11 buzones cuya profundidad va de 2.01 a 3.00 mts.
- 4) 3 buzones cuya profundidad va de 3.01 a 4.00 mts.
- 5) 4815 ml de tubería de 8" \emptyset

- Ventajas de la Construcción por Etapas:

- a) Económicamente el desembolso de capital cubrirá los gastos que demandan el resolver las necesidades de los pobladores comprendidos en cada etapa, lo cual implica que ellos correrán con los gastos de esta etapa.
- b) El capital requerido es mínimo y corresponde a montos

proporcionales por etapas, haciendo más fácil la financiación.

- c) Facilitará técnicamente la realización de las obras de expansión al contar con un proyecto y de obras básicas para continuar con aquellas partes cuya ejecución sea necesaria una vez completada la primera etapa

4.1.4.- Red Colectora Primera Etapa.-

Se construirá las siguientes partes del proyecto:

- Buzones desde el N° 1 hasta el N° 175, más los siguientes:
179, 181, 184, 185, 186, 193, 195, 198, 199, 200,
201, 207, 208, 209, 213, 214, 222, 226, 227, 228,
234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 255.
256, 257.

TOTAL: 207 Buzones.

- Dispositivos especiales de caída:
10 unidades de 1.20 a 1.80 mts. de altura.
5 unidades de 1.20 a 2.70 mts. de altura.

- Tubería:

12,208 ml de 8" Ø y 216 ml. de 12" Ø
110 ml de 10" Ø y 216 ml. de 12" Ø

1.5.- Red Colectora, Segunda Etapa.-

Se construirá las siguientes partes del proyecto:

- Buzones desde el N° 176 hasta el N° 279, menos los enu-

merados en la primera etapa, totalizando 73 buzones.

- Dispositivos especiales de caídas:

8 unidades de 1.20 a 1.80 mts. de altura

2 unidades de 1.20 a 2.70 mts. de altura

- Tubería:

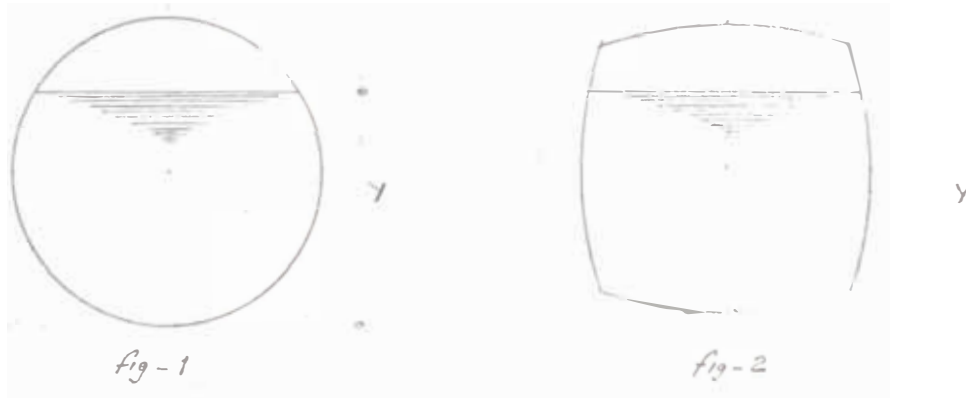
4815 ml de tubería de 8" ϕ

4.1.6.- Cálculo Hidráulico del Sistema de Alcantarillado.

a).- Aspectos Teóricos:

- Esguerrimiento en tubo parcialmente lleno.- (1)

Es frecuente el caso de un conducto cerrado llevado sin fluido que no ocupa totalmente la sección transversal. Es el caso de una tubería de desagüe o alcantarilla.



Se presenta también en un túnel (que no trabaja a presión).

(1) ROCHA FELICES ARTURO. Hidráulica de Tuberías y Canales.- Cap. VI. Pág. 322.

- Examinemos el caso de un tubo circular parcialmente lleno:

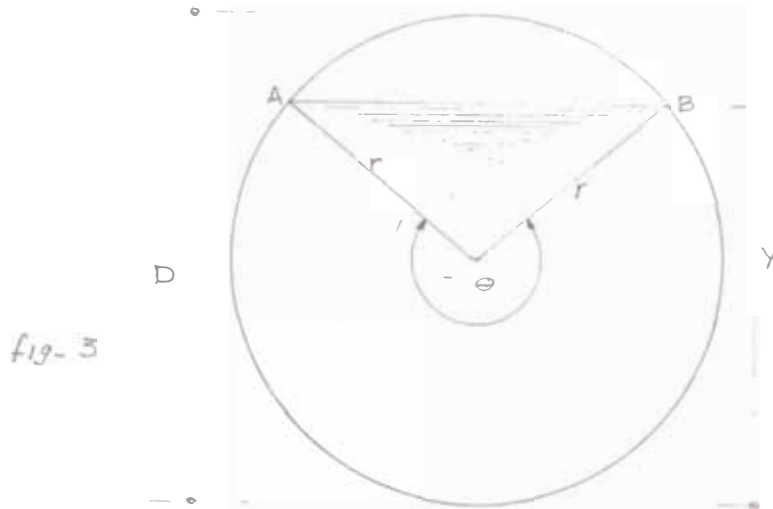


fig- 3

Mediante simples consideraciones geométricas se puede determinar el área, perímetro y demás elementos de la sección transversal. Sin embargo los cálculos se pueden simplificar con el gráfico de la página 325, "Características Geométricas de la Sección Circular" que nos da para cada valor de la relación Y/D el correspondiente valor del área, perímetro tirante hidráulico y radio hidráulico (figura 60)

La tubería que trabaja parcialmente llena, se caracteriza por la posibilidad de tener una velocidad media y gasto mayor a los que correspondían a tubo lleno.

Examinaremos primero las condiciones para tener velocidad máxima. Si consideramos la figura 3, podemos hallar la relación Y/D que da la máxima velocidad para el flujo, siendo AB la superficie libre, θ el ángulo en el centro, tenemos:

$$A = \frac{r^2}{2} (\theta) \quad (1)$$

$$P = r \theta \quad (2)$$

$$R = \frac{r}{2\theta} (\theta - \text{Sen } \theta) \quad (3)$$

Si observamos la fórmula de Manning o de Chezy, o cualquier otra, para el cálculo de la velocidad media encontraremos que siempre se cumple que:

$$V = KR^X \dots (4)$$

para pendiente y rugosidad constantes (K) y (X), dependen de la fórmula particular empleada.

Por lo tanto para que la velocidad sea máxima se requiere que el radio hidráulico sea máximo; es decir que:

$$\frac{dR}{d\theta} = 0 \quad (5)$$

O sea:

$$\frac{dR}{d\theta} = \frac{d \left(\frac{r}{2\theta} (\theta - \text{sen } \theta) \right)}{d\theta} = 0 \quad (6)$$

Lo que da:

$$\frac{r}{2} \frac{(\text{Sen. } \theta - \theta \cos \theta)}{\theta^2} = 0 \quad (7)$$

De donde:

$$\theta = \text{tg } \theta \quad (8)$$

$$\theta = 4.4934 \text{ rad} \quad (9)$$

$$= 257^\circ 27' 10'' \approx 257^\circ 30' \quad (10)$$

θ tiene el valor en que la velocidad máxima se determina inmediatamente que:

$$2\pi - \theta = 102^{\circ}30' \quad (11)$$

tirante es:

$$y = r(1 - \cos \theta/2) \quad (12)$$

De donde:

$$y/d = 0.8128 \approx 0.81 \quad (13)$$

Luego la velocidad máxima tiene lugar cuando el tirante $y = 0.81 D$.

Se observa que el resultado obtenido es independiente de la fórmula con que se calcula la velocidad media.

Calculemos ahora el valor de Y/D que hace que el gasto sea máximo.

En la figura 3 se observa que:

$$A = \frac{r^2}{2} (\theta - \sin \theta) \quad (1)$$

$$P = r \theta \quad (2)$$

$$R = \frac{r}{2\theta} (\theta - \sin \theta) \quad (3)$$

El gasto, si usamos la fórmula de Manning, tiene por expresión:

$$Q = \frac{AR^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad (14)$$

Se observa que para S y N constantes el máximo valor del

sto corresponde al máximo de $AR^{2/3}$. Donde:

$$d\theta = d(AR^{2/3}) = 0 \quad (15)$$

De donde tenemos:

$$\frac{2}{3} AR^{-1/3} \frac{dR}{d\theta} + R^{2/3} \frac{dA}{d\theta} = 0 \quad (16)$$

Iguando se tiene:

$$\frac{2}{3} A \frac{dR}{d\theta} = R \frac{dA}{d\theta} \quad (17)$$

Derivando R y A respecto de θ , tenemos:

$$5\theta \cos \theta - 2 \sin \theta - 30 = 0 \quad (18)$$

Que da el valor de: $\theta = 5.278 \text{ rad}$

$$\theta = 302^{\circ} 24' 26'' \approx 302^{\circ} 30'' \quad (19)$$

Que es el valor de θ para el valor del máximo gasto. Se termina inmediatamente que:

$$2\pi - \theta = 57^{\circ} 30'$$

Como:

$$Y/D = \frac{1}{2} (-\cos \theta / 2) \quad \text{Se tiene:}$$

$$Y/D = 0.938 \approx 0.94 \quad (20)$$

Luego cuando usamos la fórmula de Manning para los cál -

cálculos, el gasto es máximo cuando $Y = 0.94 D$. Si se hubiera empleado la fórmula de Chezy, entonces la condición hubiera sido:

$$\frac{dR}{d\theta} = \frac{d(AR^{1/2})}{d\theta} = 0$$

Se habría obtenido: $\theta = 5.3784 \text{ rad.}$

$$\theta = 308^{\circ}09'35'' \quad 308^{\circ}$$

$$e \quad Y/D = 0.95 \quad (21)$$

Luego cuando se usa la fórmula de Chezy para los cálculos es el gasto máximo cuando $Y = 0.95 D$.

En la figura 61 se muestra el gráfico de Elementos Hidráulicos Proporcionales que sirven para aligerar los cálculos de los tubos circulares trabajando parcialmente llenos; es decir como canales.

El gráfico de los Elementos Proporcionales de la figura 61 muestra para cada relación Y/D de una sección circular parcialmente llena, la relación existente entre el gasto Q correspondiente a dicha sección y el gasto Q correspondiente al tubo lleno. Hay otra curva que da la relación entre velocidades (V/V_0).

Para cada variable (gasto, velocidad) hay en realidad dos curvas, una cuando el coeficiente de rugosidad es constante, y otra curva, cuando el coeficiente de rugosidad es variable en función de Y/D .

N es coeficiente de rugosidad de Kutter para toda la sección (que podrá expresarse como N^0). En cambio el coeficiente de rugosidad variable es N para la sección parcialmente llena. Así por ejemplo; si un tubo tiene un coeficiente de rugosidad (a tu

bo lleno) de 0.13 cuando este trabaja a 0.70 tendrá un coeficiente:

$$n = \frac{N}{0.85} = \frac{0.013}{0.85} = 0.015$$

puesto que del gráfico de Elementos Hidráulicos Proporcionales se obtiene para $Y/D = 0.7$ la relación $N/n = 0.85$.

Si examinamos las curvas de gasto y velocidades que corresponden a su coeficiente constante se tiene:

cuando: $Y/D = 0.938$ (0.94), se obtiene $Q/Q_0 = 1.07$ valor máximo; para la fórmula de Manning y $Q/Q_0 = 1.07$ para la fórmula de Chezy, de igual modo para las velocidades cuando $Y/D = 0.81$, $V/V_0 = 1.14$ para la fórmula de Manning.

En la figura 61 se observa que para $Y/D > 0.82$ (aprox.) se tiene para cada valor del gasto dos tirantes posibles. También se cumple que para $Y/D > 0.5$ se tiene dos tirantes posibles para cada valor de la velocidad (uno por encima y otro por debajo de $0.81 D$).

Se observa que para coeficientes de rugosidad constante que es el caso que estamos analizando, se cumple que la velocidad media es la misma para medio tubo y para tubo lleno. En cambio si consideramos que la rugosidad es variable entonces la velocidad media en medio tubo es sólo el 80% de la correspondiente a tubo lleno.

En la práctica no conviene diseñar para la condición de gasto máximo porque en esta condición la superficie libre está tan cerca del extremo superior que cualquier eventualidad tendería a que el escurrimiento sea a tubo lleno, disminuyendo así la capacidad de conducción. Es usual diseñar para un ángulo de 240° .

b).- Cálculo de las condiciones hidráulicas de la red:

Se seguirá las siguientes consideraciones.

1.- La contribución al Sistema de Alcantarillado será proporcional a la longitud de la tubería en cada tramo del colector comprendido entre dos buzones consecutivos:

Longitud total de tubería: 17,349 ml.
 Caudal total a evacuar: 54.67 l.p.s.
 Coeficiente de descarga = $\frac{54.67 \text{ l.p.s.}}{17,34 \text{ ml.}} = 0.0031511$

2.- Se empleará el Abaco para tuberías de concreto que corresponde a la fórmula empírica de KUTTER con el objeto de hallar el diámetro y gradiente hidráulica probable de la tubería cuando está funcionando a su total capacidad (.)

Las fórmulas correspondientes son:

$$V = \frac{50d \sqrt{S}}{0.598 + \sqrt{d}} ; \quad Q = \frac{39.25d \sqrt{S}}{0.598 + \sqrt{d}}$$

Donde:

V velocidad en mts/seg.
 S = pendiente S por mil.
 Q = caudal en lts/seg.
 d diámetro del conducto en metros.

Estas fórmulas fueron desarrolladas en un Nomograma preparado por el Ingeniero Alfonso Pons Muzzo, para flujos en tuberías de concreto, habiéndose considerado como coeficiente de rugosidad $N = 0.013$.

(.) Reglamento Nacional de Construcción. Cap. 3 III-VII-2-a.

- 3.- El Diagrama de Elementos Hidráulicos de Secciones Circulares se usará con el objeto de comprobar si el diámetro y la gradiente hidráulica obtenida por la fórmula de KUTLER cumple con los valores permisibles de velocidad y tirante cuando la tubería funciona parcialmente llena, si en caso no cumpliera de ellos se hace un nuevo tanteo en el monograma haciendo variar el diámetro y la gradiente, debiéndose verificar con el diagrama de los elementos hidráulicos hasta que se cumplan estas condiciones.
- 4.- La relación de gasto real que circula (Q_r) en un tramo determinado y gasto a tubo lleno en el mismo tramo (Q_t) calculado del diagrama de KUTLER, nos permitirá a su vez conocer la velocidad (V_r) y el tirante de escurrimiento real, mediante el gráfico de las relaciones hidráulicas que acompaña a la tabla de proporcionalidad de diámetro y velocidad según el gasto proporcional.
- 5.- Toda la evacuación de aguas residuales del pueblo joven "Nueva Esperanza" de la ciudad de Piura se efectuará por gravedad, siguiendo las pendientes que nos brinda el terreno para que ésta discorra en forma natural hacia el lugar final de su evacuación o entrega. Por ser el terreno plano a curvas de nivel cuyos trazos están a 0.50 de curva a curva; se ha tratado en lo posible de alinear los colectores en el eje de las calles.
- 6.- Las velocidades de escurrimiento en las alcantarillas estarán comprendidas entre los valores máximos permisibles de acuerdo al Reglamento Nacional de Construcciones. La máxima velocidad permisible para evitar la erosión en el interior de las tuberías de la red es de 3 mts/seg y el mínimo permisible para evitar la sedimentación de las partículas que viajan en suspensión en el interior de las alcantarillas es de 0.60 mts/seg.
- 7.- Las pendientes mínimas consideradas para los diferentes diámetros

tro de las tuberías de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas son:

<u>Diámetro</u>	<u>Pendientes</u> <u>Mínimas</u>
200 mm. (8")	4 ‰
250 mm. (10")	2.9‰
300 mm. (12")	2.2‰
350 mm. (14")	1.3‰
450 mm. (16")	1.2‰
500 mm. (20")	1.00‰

8.- Dimensionamiento del sistema de Alcantarillado , para la conducción de los caudales máximos se hará con el siguiente tirante:

Red colectora = 1/2 tubo.

Emisor = 3/4 tubo.

9.- En vista de que en los tramos iniciales el volumen de contribución es pequeño como para alcanzar la velocidad mínima deseada, se diseñará con una pendiente de 10‰ para los 300 primeros metros de tubería para evitar el construir cajas de lavado; pues se sabe que esta práctica son la causa de "conexiones cruzadas" que contaminan el sistema de alcantarillado (,)

10.- Cámaras de Inspección.- Los buzones permiten el ingreso al sistema para inspeccionar y reparar. Se proyectará en los siguientes casos:

- En todo arranque de red.
- En la intersección de líneas de colectores.
- En todo cambio de dirección.

(.) Reglamento Nacional de Construcciones.

- Donde hay cambio de pendiente.
- En toda esquina.
- Donde hay que hacer un cambio de diámetro de tubería.
- A distancias proporcionales al diámetro en los alineamientos continuos.
- En las cámaras de inspección de más de dos metros de profundidad podrán aceptarse tuberías que no lleguen al nivel de fondo siempre y cuando su cota de llegada sea de 0.50 mts. o más sobre el fondo de la cámara de inspección(.)
- En los cambios de diámetro las tuberías en las cámaras de inspección deberán coincidir en la clave cuando el cambio sea a menor diámetro. La altura de desnivel entre 2 tubos de diámetro diferente, que desemboca en un mismo buzón será:

$H = 0.8 (D - D')$, a partir de la superficie inferior del tubo de mayor diámetro.

$H =$ Altura desnivel en mts.

Donde: $D =$ Diámetro del tubo de mayor diámetro en mts.

$D' =$ " " " " menor " " "

- Materiales a emplearse:

Tuberías.- Las tuberías serán de concreto simple normalizado de forma circular, con terminales de espiga y campana con una capacidad de resistencia a la presión interior de 10 lbs/pulg²; el diámetro mínimo a usarse será de 8" y de 1.5 mts de longitud.

Buzones.- Los buzones serán construídos de acuerdo a las

(.) Reglamento Nacional de Construcciones.

especificaciones técnicas respectivas; con marco de fierro fundido de primera calidad de 110 kg. de peso total provisto de charnela.

4.2.0.- DISPOSICION FINAL DE LAS AGUAS SERVIDAS.-

Siempre la disposición final de las aguas servidas de las poblaciones deben ser lugares donde ellas no constituyan ningún peligro, ninguna fuente de contaminación de enfermedades, ni afecten áreas de recursos naturales, alejadas de vías y no dañen la preservación de la higiene de la población.

Obedeciendo a estas recomendaciones las aguas servidas de la ciudad de Piura, se ha dispuesto su disposición en una área desértica, alejada de la población en el sector sur-oeste de la ciudad.

Para conducir las aguas residuales de Piura y Castilla desde el lugar donde se encuentra los tanques sépticos, hasta la nueva zona de disposición. El emisor general de la ciudad se origina en un llamado Buzón Bompe Cargas y recorre una longitud de 4,133 mt hasta llegar a la zona de tratamiento, con diámetros variables desde 0.80 hasta 1.20. Su capacidad está calculada para recibir el gasto correspondiente al final del período de diseño que es de 1,451.6 l.p.s. Este gasto será apartado por las siguientes partes del Sistema Integral de Alcantarillado.

Sistema total

Planta de Bombeo de Piura(zona I)	711.3 l.p.s.
Planta de Bombeo de la Urb. Piura (Zona II y V)	124.4 l.p.s.
Colector Santa Rosa (Zonas IV y VI)	235.5 l.p.s.
Colector San Martín (Zona VII)	152.2 l.p.s.
Planta de Bombeo de Castilla (Zona III)	228.2 l.p.s.
TOTAL:	1,451.6 l.p.s.

El pueblo joven "Nueva Esperanza" evacuará sus aguas servidas al colector San Martín en tres puntos de la siguiente manera con las siguientes cargas de contribución.

1.- Contribución a que llega el Buzón "AG"

Al buzón N° 45 llegan las siguientes contribuciones:

Buzón del	Al	<u>Descargas</u>
15	45	2.52
44	45	11.39
74	45	1.23
TOTAL:		15.14 l.p.s.

Al Buzón N° 46 llegan las siguientes contribuciones:

Buzón del	Al	<u>Descargas</u>
16	46	1.61
47	46	2.45
75	46	0.50
TOTAL:		4.56 l.p.s.

Los buzones N° 45 y N° 46 descargan ambos en el buzón A6 del colector San Martín, ubicado en la Avenida San Martín. Totalizando: 19.70 l.p.s.

Buzón del	Al	<u>Descarga</u>
45	A6	15.14 l.p.s.
46	A6	4.56 l.p.s.
TOTAL:		19.70 l.p.s.

2.- Contribución que llega al Buzón N° 279

Al buzón N° 278 llegan las siguientes descargas:

Buzón del	Al	<u>Descargas</u>
263	278	1.70 l.p.s.
277	278	1.31 l.p.s.
TOTAL:		3.01 l.p.s.

El buzón N° 278 descarga en el buzón N° 279 que se construirá para efectuar la descarga en el colector San Martín, cuya contribución será la misma del buzón N° 278 o sea un volumen 3.01 l.p.s.; este buzón 279 está en la línea del colector San Martín en la Avenida Las Garzas.

3.- Contribución que llega al buzón "C"

Al buzón N° 257 llegan las siguientes descargas

Buzón del	Al	<u>Descarga</u>
256	257	31.45 l.p.s.
244	257	.49
TOTAL:		31.94 l.p.s.

El buzón N° 257 descarga en el buzón "C" que se halla ubicado en la línea del colector San Martín en la Avenida Las Garzas las descargas son las mismas del buzón N° 257 o sea un volumen de 31.94 l.p.s.

Resumiendo, las contribuciones en los 3 puntos al colector San Martín se tiene:

1.- Contribución al Buzón "a6"	19.70 l.p.s.
2.- Contribución al Buzón 279	3.01 l.p.s.
3.- Contribución al Buzón "C"	31.94 l.p.s.
TOTAL:	54.64 l.p.s.

BALANCE DE CAUDALES:

De acuerdo al Proyecto Integral el Colector San Martín sirve a la zona VII, su capacidad de diseño es de 152.2 l.p.s. tiene en su recorrido diámetros iniciales de 16" para zonas que abarcan la primera etapa del proyecto, al ingreso en las zonas de expansión su diámetro se ve aumentado de 18", hasta llegar al emisor general en el buzón E -24 donde la empalma. El recorrido total es de 2,659 m.l.

De acuerdo a la capacidad de diseño el colector San Martín al recibir la descarga del pueblo joven "Nueva Esperanza" totaliza un caudal del 70% sobre el total de su máxima capacidad de diseño, que se distribuyen así:

51.87 l.p.s.	34% descargas P.J. San Martín.
54.67 l.p.s.	36% descargas P.J. "Nueva Esperanza".
	70%

De esta descarga parcial le queda un 30% de capacidad (45.66 l.p.s.) cuyos caudales de contribución, se prevee serán completadas con descargas del P.J. Santa Julia de 16.83 l.p.s. quedándole todavía una capacidad de 28.83 l.p.s. para ser adicionadas de otras áreas contiguas al pueblo joven "Nueva Esperanza" que se preveen sean pobladas en el futuro.

4.2.1.- Eficiencia del Sistema Actual de Disposición de Aguas Residuales.-

Tal como habíamos mencionado en los antecedentes históricos del Servicio de Alcantarillado de Piura y Castilla, el tratamiento considerado en el Proyecto Original de Alcantarillado era del tipo de tanques sépticos para la depuración de aguas residuales y que de ella se desprendía la insuficiencia de dichos sistemas, además ese tipo de tratamiento sólo se usa para pequeñas a

grupaciones humanas y otros tipos de servicios públicos en forma aislada; se veía la necesidad de resolver en forma integral y definitiva en vista del crecimiento y desarrollo rápido de la ciudad proyectándose una disposición final y definitiva de las aguas servidas en el sector sur-oeste de la ciudad. El sistema diseñado por la Comisión de Estudios del Proyecto Integral era el del tratamiento único por medio de una Planta de Tratamiento Biológico Completo. La posibilidad de tratar las aguas residuales por medio de lagunas de estabilización, lo demuestra el hecho de que el afluente de las aguas que salen de los pozos sépticos que al acumularse en una depresión del terreno forma una laguna en la que no se ha ejecutado ninguna obra tendiente al tratamiento, que debido únicamente a las condiciones climáticas favorables, ocurren procesos de auto-purificación similares a los que se presentan en las lagunas de estabilización en las que se observan peces, lo que indica la presencia de oxígeno disuelto en las aguas. Esta circunstancia ha evitado que esta forma de deposición de aguas residuales se convierta en un problema sanitario de graves proporciones, en vista de la cercanía de la laguna a la población.

La posibilidad que las aguas residuales de la población de Piura sea recepcionada por las aguas del Río Piura, ya que la presencia de una masa considerable de agua en movimiento continuo favorecería su dilución, cuya relación directa sería la capacidad de autopurificación como solución definitiva. Se sabe que el régimen del Río Piura es muy variable, pues en su fluctuación de gastos están comprendidas entre 2 millones de litros por segundo a cero.

Este aspecto nos muestra por lo menos que durante la época de estiaje, debería llegarse a un tratamiento completo o secundario de los desagües, cosa que implica la necesidad de construir una planta de tratamiento biológico completo. También puede presentarse como alternativa el uso de los desagües en la irrigación de

tierras de cultivo; pero no es aconsejable el uso de éstas aguas crudas para riego por razones de salud pública y de estética, aún cuando se trate de cultivo de plantas de talle alto. Existen condiciones para hacer uso de éstas aguas residuales, tales como: ausencia de sólidos en suspensión, de no desprender olores ofensivos, deben contener oxígeno disuelto. lo que hace difícil cumplir con todos los requisitos mencionados para usar estas aguas residuales en aprovechamiento de riego agrícola.

Por tanto cualquiera que fuera la solución que se plante e las aguas residuales de Piura y Castilla siempre se habrán de considerar el tratamiento de las mismas.

4.2.2.- Ubicación de la Planta de Tratamiento.-

La actual planta de tratamiento de aguas servidas de las ciudades de Piura y Castilla se hallan ubicadas a 1.800 mt del actual casco urbano en la catretera que va a Sechura. Esta ubicación se ha elegido por motivos plenamente justificados como son la topografía, cuya tendencia natural facilita la deposición de las aguas servidas en dicha zona, y por razones estéticas y de ornato de la ciudad.

4.2.3.- Elección del Tipo y Grado de Tratamiento a Aplicar.-

El proceso a elegir, el tipo y grado de tratamiento que ha de aplicarse a las aguas servidas de una población se ve afectado por muchos factores, los cuales deben evaluarse cuidadosamente para que cumplan los requisitos exigidos, podemos analizar algunos de ellos:

- 1.- Calidad de las aguas residuales que debenser tratados.
- 2.- Características del curso receptor.
- 3.- Proximidad a áreas construidas.
- 4.- Topografía en relación con los requerimientos hidráulicos.
- 5.- Area disponible en el posible lugar de la planta de tratamiento.
- 6.- Cantidad y calidad de fangos en cada proceso y su disposición.

7.- Disponibilidad de recursos humanos y personal calificado para la operación de la planta etc.

Es necesario fijar el grado de tratamiento que hay que aplicar a las aguas servidas, una vez elegido el tipo de tratamiento por que este factor esta en función directa de las características del curso receptor y de los usos que van a dar a las aguas residuales.

Para arribar a una solución más económica para el problema planteado, es necesario realizar un estudio técnico-económico que evalúe los factores anotados dándoles la debida importancia de acuerdo a las condiciones locales existentes.

En el caso de las aguas servidas de la ciudad de Piura, la distancia existente entre el Río Piura y la zona de deposición final de las aguas, es aproximadamente de 3.5 km. esta situación elimina la posibilidad de usar el Río Piura como posible curso receptor del afluente de ella, además existen en los terrenos contiguos a la planta que pueden ser irrigados a pesar de tratarse de tierras de baja calidad y muy arenosas.

Finalmente podemos concluir luego de haber analizado los anteriores aspectos que será suficiente el tratamiento primario de los desagües, haciéndose la salvedad que sólo podrían irrigarse con el afluente de la planta, cultivos de tallo alto.

Por todo lo antes planteado, basándonos en las condiciones reales existentes en la zona, cabe entonces seleccionar el tipo de planta a construirse.

Debido a que la población de diseño será cercana a los 180.000 habitantes, cabe plantear un esquema del tratamiento primario cuya composición sería el siguiente, como primera alternativa:

- Sedimentadores Primarios.
- Tanques digestadores.
- Lechos de secado.

- Lagunas de estabilización.- Segunda alternativa de solución.

a) Análisis de la primera alternativa.

La primera solución propuesta tiene la ventaja de utilizar una superficie relativamente pequeña para unidades de tratamiento. Ofrece como desventajas el requerir en los tanques sedimentadores de equipos mecánicos para la remoción de fangos, costosos de instalar y mantener; de requerir equipos para bombear los fangos desde los sedimentadores a los tanques digestores y finalmente el hecho de que los digestores de lodos tienen un alto costo inicial y su operación requiere de personal altamente especializado.

b) Análisis de la segunda alternativa.-

Las principales ventajas de las lagunas de estabilización son: su bajo costo inicial, mejor calidad del afluyente con respecto al de las plantas de tratamiento primario y no presenta el problema de la disposición de fangos, común a todos tipos convencionales de tratamiento de Aguas Residuales. Entre sus inconvenientes están la gran extensión de terrenos requerida por las unidades y la posible presencia de insectos y olores desagradables, especialmente durante las horas de la noche.

El empleo de lagunas de estabilización está limitado mayormente a pequeñas localidades y a zonas donde existen condiciones climáticas favorables, disponiéndose además de áreas extensas y relativamente baratas; cuando estas condiciones se cumplen, las lagunas resultan por lo general más económicas que otros métodos convencionales de tratamiento y la simplicidad de su operación que no requiere de personal altamente especializado, las hace especialmente recomendables en aquellos lugares donde esta clase de operadores es fácil de conseguir.

Por las razones antes analizadas y estando la ciudad de Piura rodeada por el desierto, se dispone de extensas superficies eriazas cuyo valor es prácticamente nulo y por lo tanto no existe limitación alguna en cuanto al área necesaria para las lagunas de

Estabilización.

En cuanto al clima, se ha mencionado anteriormente que existen procesos de auto-purificación debidos únicamente a las favorables características climatológicas de la región.

A continuación se presenta la tabla de temperaturas - máximas y mínimas registradas en el Observatorio Bacteriológico de CORPAC en los últimos 10 años:

PROMEDIO DE TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS
EN LA CIUDAD DE PIURA

Año	Temperaturas Máximas	Temperaturas Mínimas
1,971	33.40 °C	14.20 °C
1,972	38.80 °C	13.70 °C
1,973	34.60 °C	15.10 °C
1,974	35.20 °C	14.20 °C
1,975	34.10 °C	15.00 °C
1,976	33.90 °C	14.40 °C
1,977	33.40 °C	16.50 °C
1,978	31.40 °C	15.00 °C
1,979	34.60 °C	14.80 °C
1,980	37.70 °C	14.40 °C

TAULA N°2

HORAS DE SOL EFICAZ EN LA CIUDAD DE PIURA

Año	Total Anual	Promedio de Horas de sol diarias
1,971	2,718	7.5
1,972	2,182	6.0
1,973	2,072	5.7

1,974	2,372	6.5
1,975	3,010	8.3
1,976	2,989	8.2
1,977	3,103	8.5
1,978	2,708	7.4
1,979	2,916	8.0
1,980	2,420	6.7

Todas estas condiciones y factores favorecen el uso de Lagunas de Estabilización como método más conveniente para el tratamiento de las aguas residuales de la Ciudad de Piura.

4.2.4.- Bases para el Diseño de la Laguna de Estabilización.-

Para realizar eficientemente el diseño de las Lagunas de Estabilización de la ciudad de Piura se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

1.- El primer criterio fijado fue la carga de materia orgánica por unidad de superficie que se debe aplicar en las lagunas. Esta carga unitaria reviste mayor importancia en el caso de Piura por cuanto se iba a purificar en lagunas de estabilización las aguas servidas para una población de casi 180,000 habitantes y en consecuencia, cargas orgánicas unitarias pequeñas, requieren de una área de lagunas muy extensas.

Al respecto la práctica americana es la de fijar una carga de materia orgánica de diseño de 50 libras de D.B.O. por acre y por día (56 kg/D.B.O./hab/día) aumentando esta carga hasta 150 libras/D.B.O./acre/día (168/kg/D.B.O./hab/día) durante el verano, en las lagunas hasta 1.20 m. de profundidad.

Sin embargo estos valores son distintos a los que corresponden a nuestra realidad ya que las características de las regiones de E.E.U.U. en que se aplicó son de climas benignos. Teniendo en cuenta esta circunstancia, en 1,957 se llevaron a cabo una serie de investigaciones al respecto en la Universidad de la Florida en

lagunas experimentales para observar este tipo de instalación bajo condiciones más favorables de temperatura y luz solar. Los resultados muestran que se puede llegar a valores de hasta 300 lbs/D.B.O./acre/día (336kg/D.B.O./ha/día). obteniéndose eficiencias del orden del 89% en la reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.).

Si tomamos como carga orgánica per cápita de 54 kgs. diarios de D.B.O. esta cifra de 300lbs/D.B.O./acre/día, significa que por cada hectárea de laguna podemos tratar los desagües correspondientes a una población de 6,300 habitantes.

Sin embargo al analizar el valor antes obtenido en lagunas de observación, es de esperar que para condiciones como el de Piura, que tiene un promedio de horas de sol altas 7.3 horas según la tabla N^o 2, se puede adoptar valores más altos que los 300 lbs/D.B.O./acre/día con la seguridad de obtener eficiencias superiores al 50% en la reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Tales consideraciones presentes llevan a escoger para el diseño de las Lagunas de Estabilización de la ciudad de Piura una carga orgánica de 250lb/D.B.O./acre/día (280kg/D.B.O./ha/día) que equivale a 5,000 habitantes por hectárea de laguna. De este modo para el final del período de diseño cuya población calculada es de aproximadamente 180,000 habitantes, se tiene:

$$\begin{array}{r} 180,000 \text{ hab} \quad - \quad 36 \text{ hás de laguna} \\ 5,000 \text{ hab/há} \end{array}$$

Las dimensiones, abancamiento, dispositivos de entrada y salida, serán los que comúnmente se usan en el diseño de las Lagunas de Estabilización aeróbicas de alto rendimiento.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS CONSTRUCTIVAS
DE LAS LAGUNAS

- Taludes interiores	Pendientes 1.0 vert-2.5horizt.
- Taludes exteriores	Pendientes 1.0 vert-2.5horizt
- Ancho de coronación	2.5 mts.
- Pendiente de fondo	Δ desnivel.
- Tirante de agua	0.90 mts.
- Borde libre	1.00 mts.
- Dispositivo de entrada	Por el centro a través de una línea de impulsión.
- Carga orgánica	5,000 hab/há.
- Distribución del gasto en las lagunas	Por bombeo desde la estación elevada.

4.2.5.- Descripción de las Plantas de Tratamientos.-

La planta de tratamiento proyectada tiene una distribución muy sencilla.

Consta de una estación de bombeo donde termina el Emisor General, una red de tuberías para distribuir las aguas residuales a las unidades de tratamiento y las Lagunas de Estabilización.

El criterio que primó el diseño de las Lagunas en unidades es el de conseguir una máxima flexibilidad tanto en la construcción, como en la operación de la planta.

El requisito de flexibilidad se hace indispensable por cuanto se trata de un método de tratamiento cuyos resultados varían generalmente de acuerdo a las condiciones locales imperantes de manera que si bien es posible tener una pauta sobre el funcionamiento de instalación, comparándola con el observado en otros lugares de características climatológicas similares, es razonable esperar ciertas diferencias en el comportamiento, y en las efi --

ciencias obtenidas en las lagunas. En vista de la gran extensión de terreno requerido para las unidades, que abarcarán 36 Hás; al final del período de diseño, las desviaciones de los resultados previstos pueden obligar a introducir cambios en los programas de construcción de las unidades en la manera que éstas operan.

Estando las obras sujetas a un plan de inversiones por etapas, se debe de presumir que las modificaciones no se podrán efectuar de inmediato y en consecuencia el grado de flexibilidad que se tenga en la planta sería el que permita mediante cambios en el sistema de operación, mantener la calidad del afluente de ella dentro del rango establecido en el proyecto. Esta previsto en el proyecto la primera etapa de 16 años (1980) y la segunda etapa de 20 años (hasta el año 2,000). En la primera etapa se ha calculado una población de 110,000 habitantes y de 180,000 aproximadamente al cumplirse la segunda etapa.

NUMERO DE LAGUNAS:

Actualmente se ha completado con la construcción de las primeras 14 unidades en baterías de 7 unidades cada una, cuyas áreas son de 1,56 Hás que dan un área aproximada de 22 Hás, que cubre las necesidades de la primera etapa del proyecto. Las lagunas son de forma rectangular de 195 x 80 m. de área.

Las unidades en cada batería tienen un embarcamento común con el fin de reducir el movimiento de tierras en el proceso constructivo y entre ambas baterías se tiene una separación de 10 mts, adaptándose a la topografía del terreno, las lagunas se han construido en forma escalonada, estando el fondo de cada una más bajo que la anterior. La topografía del terreno favorece la construcción de la segunda batería, más baja que la primera.

Este método constructivo de flexibilidad a la operación

del bombeo, pues las unidades pueden trabajar en serie o en paralelo, funcionando las unidades de la primera batería como la laguna primaria y las unidades de la segunda batería, como la laguna secundaria.

Existe un tercer esquema que permite estabilizar las lagunas en un flujo en serie en dos o más etapas, aprovechando que ellas se encuentran ubicadas a niveles descendientes.

RED DE TUBERIAS. - La distribución de las aguas residuales que llegan a la estación de bombeo, se realiza a través de una red de tuberías semejante a un sistema abierto de distribución de aguas. Los distintos esquemas de flujo que hemos enumerado en el párrafo anterior, se han tenido en cuenta para hacer el cálculo de la red de tuberías dándole a las líneas principales suficientes capacidades para llevar el gasto máximo posible dentro de cada esquema de funcionamiento considerado en la planta de tratamiento.

Del mismo modo y con igual criterio anterior se han colocado válvulas en líneas de distribución de troncales, las cuales permitirán aislar parcial o totalmente de las lagunas manipulando sólo un número reducido de válvulas. Para las operaciones en serie de las unidades se ha diseñado tuberías provistas de sus respectivas válvulas que conectan dos lagunas consecutivas entre sí.

ESTACION DE BOMBEO. - La planta de bombeo es una estructura subterránea de forma rectangular de 13 x 7.20 mts de sección y 5.10 mts de profundidad, dividida en dos compartimientos por una pared de concreto, uno de ellas es el pozo húmedo y en él descarga el Emisor General, allí están las líneas de succión de las bombas y el tubo guía del florador. En el otro compartimiento van las bombas, motores y el sistema de tuberías y válvulas. Este ambiente estará ampliamente ventilado y bien iluminado. Sobre la planta de bombeo se construirá una caseta de 7.60 x 7.20 mts. de sección donde van los tableros de control y arrancadores. Además se ha provisto de una

habitación para el operador de la planta con un servicio higiénico.

Bombas y Motores.- Las bombas son centrífugas de eje horizontal del tipo usado para elevar aguas residuales. Los motores son del tipo trifásico de 220 voltios y 60 ciclos, protegidos contra fluctuaciones de corrientes de sobre carga por medio de válvulas check etc.

En la cámara seca se han instalado sus equipos de bombeo cuya capacidad corresponde al gasto que llega a la planta de tratamiento.

Instrumentos de Medición y Control.- Antes de la llegada a la cámara de bombeo se ha puesto un medidor Porshall provisto de un instrumento de registro, indicador y totalizador. Aguas arriba se instaló un sistema de rejillas para evitar la entrada de cuerpos flotantes a la cámara húmeda que podrían causar obstrucciones en las tuberías de succión de las bombas

4.2.6.- Utilización del Efluente.-

Por estar las lagunas expuestas a la atmósfera, y por la duración de las horas de sol altas, existentes en la ciudad de Piura, se producen volúmenes de pérdidas considerables por evaporación. Al mismo tiempo y a pesar de tratarse de Lagunas de Estabilización de gran área y alto rendimiento, por razones económicas el fondo de ellas no se ha revestido y en consecuencia las pérdidas se incrementan considerablemente, pero este fenómeno de percolación se irá haciendo cada vez menor a medida que el fondo se va impermeabilizando por la materia orgánica que se deposita en él.

De todo esto, de la experiencia que se tiene de las Lagunas de Estabilización construidas en San Juan en Lima, se puede predecir que no habrá efluente en las lagunas por un largo período

Sin embargo, en el caso de que se llegue a tener un gasto de salida de la planta, este efluente, tal como se ha estudia-

do anteriormente, puede ser utilizado para irrigar terrenos vecinos a la planta de tratamiento, con la ventaja de poder emplear el producto de su venta a los agricultores para financiar parte de los gastos de operación y mantenimiento de la planta.

4.3.0.- CUADRO DE CALCULOS.-

A continuación presentamos el cuadro de cálculos de la Red de Alcantarillado para el pueblo joven Nueva Esperanza de la ciudad de Piura. Las operaciones se han hecho en forma secuencial consignando en cada columna las unidades respectivas de cálculo:

PROPORCIONALIDAD DE DIAMETRO Y VELOCIDAD SEGUN EL GASTO PROPORCIONAL

GASTO PROP.	DIAMET. PROP.	VELOCIDAD PROP.	GASTO PROP	DIAMETR PROP	VELOCIDAD PROP.
			0.50	0.50	1.00
0.01	0.04	0.20	1	51	01
.2	8	30	2	51	01
3	10	31		52	02
4	13	41	4	53	03
5	15	45	5	53	03
6	16	48	6	54	04
7	18	53	7	54	04
8	18	55	8	55	05
9	20	56	9	56	05
0.10	0.22	0.59	0.60	0.56	1.06
1	23	60	1	57	06
2	24	63	2	58	07
3	25	64	3	58	07
4	26	66	4	58	07
5	27	68	5	59	08
6	28	69	6	60	08
7	29	71	7	60	08
8	30	72	8	60	09
	30	73	9	61	09

PROPORCIONALIDAD DE DIAMETRO Y VELOCIDAD SEGUN
EL GASTO PROPORCIONAL

GASTO PROP.	DIAMET. PROP.	VELOCIDAD PROP.	GASTO PROP.	DIAMETR. PROP.	VELOCIDAD PROP.
0.20	0.31	0.75	0.70	0.62	1.10
	32	76	1	62	10
2	33	77	2	62	10
3	34	78	3	63	10
4	35	80	4	64	11
5	35	80	5	64	11
6	36	81	6	65	11
7	36	82	7	66	12
8	37	83	8	66	12
9	38	84	9	67	13
0.30	0.38	0.85	0.80	0.68	1.13
1	30	86	1	68	13
2	40	87	2	69	14
3	40	88	3	69	14
4	41	89	4	70	14
5	42	90	5	71	15
6	43	91	6	71	15
7	43	92	7	72	15
8	44	93	8	73	15
9	44	94	9	73	16
0.40	0.45	0.95	0.90	0.74	1.16
1	46	95	1	75	16
2	46	95	2	75	16
3	47	96	3	76	17
4	47	97	4	76	16
5	48	98	5	77	16
6	48	98	6	78	17
7	49	98	7	79	17
8	49	99	8	80	17
9	49	1.00	9	80	17

C A P I T U L O V

5.0.0.- METRADOS, PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS.

5.1.0.- METRADO TOTAL DE RED.

El presente proyecto de alcantarillado, consta de una red cuya longitud total es de 17,349 ml de tubería de CSN, con dos tipos de diámetros y 1.50 ml. por unidad de tubería.

DIAMETRO	LONGITUD (ml.)	CANTIDAD (U)
8"	17,023	11,422
10"	110	74
12"	216	144

5.2.0.- BUZONES

El proyecto también contempla la construcción de 280 buzones de 1.20 ml. de diámetro, cuyas profundidades son variables. Las tapas y los marcos serán de fierro fundido de un peso normal de 125 kg.

5.3.0.- ESTUDIO DE JORNALES

El análisis de los dispositivos legales vigentes sobre remuneraciones que rigen la política de sueldos y salario en toda la república, tanto para actividad pública y privada, no ha sufrido modificación desde el 15.03.81, siendo para la rama de la construcción civil, la siguientes:

DEPARTAMENTO DE PIURA (.)

- Salario básico:	Operario	1,093.62	soles
	Oficial	1,014.62	"
	Peón	982.62	"

(.) Informativo CAPECO 16.04.81.

Bonificaciones especiales por alza de costo de vida:

Decreto s Leyes N°	Decreto s Supremos N°
22593	15-80- TR
22699	081-80- TR
22848	
22978	

Operario	:	901.00	soles
Oficial	:	901.00	"
Peón	:	901.00	"

Anticipo de incremento de sueldos y salarios:

Decreto Supremo N°
06-81- TR-15.03.81

15% del salario básico que regía hasta el 15.03.81 con carácter de bonificación especial por alza de costo de vida.

Operario	:	158.06	soles
Oficial	:	146.21	"
Peón	:	141.41	"

TOTAL BONIFICACIONES ESPECIALES POR ALZA DE COSTO DE VIDA:

Operario	:	1,059.06	soles
Oficial	:	1,047.21	"
Peón	:	1,042.41	"

Bonificaciones por: Desgaste de herramientas, alza de transporte y alza de pasajes:

Operario : 16 soles
 Oficial : 14 "
 Peón : 13 "

Leyes sociales aplicadas al salario básico: 83.32 %

Operario : 911.20 soles
 Oficial : 845.38 "
 Peón : 818.72 "

- Leyes sociales aplicables a las bonificaciones especiales por alza de costo de vida (62.31 %):

Operario : 659.90 soles
 Oficial : 652.22 "
 Peón : 649.22 "

RESUMEN DEL ESTUDIO DE JORNALES

<u>Concepto:</u>	<u>Operario</u>	<u>Oficial</u>	<u>Peón</u>
Salario básico	1,093.62	1,014.62	982.62
Tota. bonif. espec. por alza	1,059.06	1,047.21	1,042.42
Desg. d'herr; transp; pasaje	16.00	14.00	13.00
Leyes sociales del salariobás.	911.20	845.38	818.72
Leyes sociales de las bonific.	659.90	652.22	649.53
TOTAL DEDUCIDO:	3,739.78	3,573.43	3,506.28
COSTO HOMERE, HORA (HH)	467.47	446.68	438.29

5.4.0.- PRECIO MATERIALES EN PIURA:

<u>Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio Unitario(.)</u>
-Cemento	Bolsa	1,095.00
-Hormigón	m ³ .	4,800.00
-Piedra de 1/2"	m ³ .	4,800.00

(.) : Estos precios incluyen transporte a obra.

...PRECIO DE MATERIALES EN PIURA:

<u>Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio Unitario</u>
-Arena gruesa	m ³	3,500.00
-Arena Fina	m ³	1,400.00
-Fierro:		
∅ 3/8" de 9.15ml.	varilla	1,300.00
∅ 1/2" de 9.15ml.	varilla	2,120.00
-Alambre N° 16	Kg.	650.00
-Codo f° f° 8" x 90°	U	16,400.00
-Tee f° f° ∅ 5/8"	U	22,000.00
-Codo f° g° ∅ 5/8"	U	300.00
-Tubería f° g° ∅ 5/8"	ml.	640.00

Precio de Tubería de Concreto Simple Normalizado:

Terminales de espiga y campana, con unión rígida de mortero:

∅ 8" x 1.5 ml ----- ml. de 75 kg. -----	2,300.00 soles
∅ 10" x 1.5 ml ----- ml. de 105 " -----	3,150.00 "
∅ 12" x 1.5 ml. ----- ml. de 140 " -----	3,700.00 "
-Tapa de buzones con marco: u --- 125kg.	16,500.00 "

5.5.0.- PRECIO DE ALQUILER DE MAQUINARIA (.)

Retroexcavadora zanjadora Incluye: operario 3/4 y d3. combustible.	12,000.00 soles/hora
-Compactadora	Idem. 5,500.00 s/ho
-Volquete de 5 m ³	Idem. 6,000.00 "
-Cisterna de 1,500 gl.	Idem. 6,500.00 "

(.) Fuente. Tabla de precio de alquiler de maquinaria para costa, sierra y selva. Publicaciones CAPECO

5.6.0.- ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

El presente análisis de costos unitarios para el desarrollo de todas las partidas incluidas del proyecto contienen los rendimientos unitarios de mano de obra, maquinaria y materiales.

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" (Piura)
Red de colectores.

PARTIDA N° 1.1.1.- Excavación de zanjas en terreno arenoso-arcilloso hasta 2 mts. de profundidad para tubo de Ø 8" UNIDAD ml.

A:		MANO DE OBRA (.)			Costo
Descripción	Cantidad	Rendimiento	Unidad	Jornal	unidad
Peón	1	220ml.	J/d	3,506.28	15.94

EQUIPO Y HERRAMIENTAS					Costo
Descripción	Cantidad	Rendimiento	Unidad	Alc/día	unidad
Retroexcav.	1	220 ml.	A/d	96,000.00	436.36

RESUMEN:

COSTO UNITARIO: 452.30 soles/ml.

.....

(.): Se ha visto conveniente acompañar con un ayudante el uso de la retroexcavadora para aprovechar más eficientemente esta máquina, por lo tanto el rendimiento de la mano de obra que aparecen en estas partidas de excavación, serán correspondientes al de ésta máquina.

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" (Piura)
Red de Colectores.

PARTIDA N° 1.1.2.- Excavación de zanjas en terreno arenoso-arcilloso de 2 a 3 mt. de profundidad, para tuberías \varnothing 8". UNIDAD ml.

A: MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Rendimiento	Unidad	Jornal	Costo unidad
Peón	1	140 ml.	J/d	3,506.28	25.05

B: EQUIPO Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad	Rendimiento	Unidad	Alquiler/día	Costo unidad
Retroexcav.	1	140 ml.	A/d	96,000.00	685.74

RESUMEN

COSTO UNITARIO: 710.79 soles/ml.

.....

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" (Piura)
Réd de colectores.

PARTIDA N° 1.1.3. Excavación de zanjas en terreno arenoso-arcilloso de 3 a 4 metros de profundidad para tuberías de Ø 8", 10" y 12" UNIDAD ml.

A: MANO DE OERA

Descripción	Cantidad	Rendimiento	Unidad	Jornal	Costo unidad
Peón	1	90 ml.	J/d	3,506.28	38.96

B: EQUIPO Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad	Rendimiento	Unidad	Alq/día	Costo unidad
Retroexcav.	1	90 ml.	A/d	96,000.00	1,066.67

RESUMEN

COSTO UNITARIO: 1,125.63 soles/ml.

.....

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" (Piura)
Red de dolectores.

PARTIDA N° 1.2.1. Refine de zanja, nivelación y
cama de apoyo de 1 a 4 metros
de profundidad. UNIDAD
ml.

A:

MANO DE OERA

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Rendimiento</u>	<u>Unidad</u>	<u>Jornal</u>	<u>Costo unidad</u>
Peón	3	150 ml.	J/d	3,506.00	70.13

B:

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Rendimiento</u>	<u>Unidad</u>	<u>Al q/día</u>	<u>Costo unidad</u>
Equipo Tpo grafía y brigada.	1	2,400 ml.	A/d	17,500.00	7.29

RESUMEN

COSTO UNITARIO: 77.42 soles/ml.

.....

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" (Fiura)
Red de colectores.

PARTIDA N° 1.3.1. Relleno y compactación de zan-
ja, incluye eliminación de
desmonte exedente en terreno
areno-arcilloso, hasta 2 mts.
de profundidad para tubería de
Ø 8".

UNIDAD
ml.

A :

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Rendimiento	Unidad	Alq/día	Costo unidad
Compactadora	1	60 ml.	A/d	44,000.00	733.33
Cisterna	1	360 ml.	A/d	52,000.00	144.44
Volquete (E- liminador 0.08 m ³ /ml.)	1	250 ml.	A/d	48,000.00	192.00

RESUMEN

COSTO UNITARIO: 1,419.83 soles/ml.

.....

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" (Piura)
Red de colectores.

PARTIDA N° 1.3.2. Relleno y compactación de zanja, incluye eliminación de desmonte exedente en terreno areno-arcilloso de 2 a 3 metros de profundidad, para tubería Ø 8", 10" y 12".

UNIDAD

ml.

A: MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Rendimiento	Unidad	Jornal	Costo unidad
peones	6	50 ml.	J/d	3,506.00	420.75

B: EQUIPOS Y MATERIALES

Descripción	Cantidad	Rendimiento	Unidad	Alq/día	Costo unidad
Compactadora	1	50 ml.	A/d	44,000.00	880.00
Cisterna	1	310 ml.	A/d	52,000.00	167.74
Volquete	1	200 ml.	A/d	48,000.00	240.00
Elimina: 10 m ³ /ml.)					

RESUMEN

COSTO UNITARIO: 1,708.49 soles/ml.

.....

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" (Piura)
Red de colectores.

PARTIDA N° 1.3.3. Relleno y compactación de zanja, incluye eliminación de desmonte exedente en terreno areno-arcilloso de 3 a 4 mts. de profundidad para tubería de 8", 10" y 12" Ø interior

UNIDAD
ml.

A: MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Rendimiento	Unidad	Jornal	Costo unidad
Peones	6	40 ml.	J/d	3,506.28	525.94

B: EQUIPO Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad	Rendimiento	Unidad	Alq/día	Costo unidad
Compactadora	1	40 ml.	A/d	44,000.00	1,100.00
Cisterna	1	250 ml.	A/d	52,000.00	208.00
Volquete (Elimina: 12 m ³ /ml)	1	167 ml.	A/d	48,000.00	287.43

RESUMEN

COSTO UNITARIO: 2,121.37 soles/ml.
.....1.

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" (Diura)
Red de alcantarillado.

PARTIDA N° 2.1.0. Suministro, colocación y prueba de tubería de CSN de 8", 10" y 12" hasta 4 metros de profundidad. UNIDAD ml.

A: MANO DE OBRA

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Rendimiento</u>	<u>Unidad</u>	<u>Jornal</u>	<u>Costo unidad</u>
Oper. (inst)	2	100 ml.	J/d	3,739.78	74.80
Peón. (inst)	2	100 ml.	J/d	3,506.28	70.12
Peón (transp)	2	200 ml.	J/d	3,506.28	35.06
Ofic. (prueba)	1	70 ml.	J/d	3,573.43	51.00
Peón. (prueba)	1	70 ml.	J/d	3,506.28	50.00

B: EQUIPO

<u>Descripción</u>	<u>Rendimiento</u>	<u>Unidad</u>	<u>Al q/día</u>	<u>Costo unidad</u>
1 cisterna	120 ml.	Al q/d	52,000.00	433.33

RESUMEN

COSTO UNITARIO: 714.31 soles/ml.

.....

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" (Piura)
Buzones.

PARTIDA N° 3.0.0. Preparación y colocación de concreto f'c = 175 kg/cm². UNIDAD
m³.

A: MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Rendimiento	Unidad	Jornal	Costo unidad
Operarios	2	8 m ³	J/d	3,739.78	934.95
Oficiales	2	8 m ³	J/d	3,573.43	893.36
Peones	8	8 m ³	J/d	3,506.28	3,506.28

B: EQUIPO

Descripción	Cantidad	Rendimiento	Unidad	Alq./día	Costo unidad
Mezcladora (6 p3)	1	8	A/d	16,000.00	2,000.00

C: MATERIALES

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unit.	Costo unidad
Cemento	9	bol/m ³	1,095	9,855.00
Arena	478	m ³ /m ³	3,500	1,673.00
Piedra 1/2	717	m ³ /m ³	4,800	3,441.60
Agua	180	m ³ /m ³	2,300	414.16

RESUMEN

COSTO UNITARIO: 22,718.35 soles/m³

.....

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" (Piura)
Buzones.

PARTIDA N° 3.1.0. Preparación y colocación de
concreto f 'c = 210 kg/cm². UNIDAD
m³

A: MANO DE OBRA

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Rendimiento</u>	<u>Unidad</u>	<u>Jornal</u>	<u>Costo unidad</u>
Operarios	2	8 m ³	J/d	3,739.78	934.95
Oficiales	2	8 m ³	J/d	3,573.43	893.36
Peones	8	8 m ³	J/d	3,506.28	3,506.28

B: EQUIPO

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Rendimiento</u>	<u>Unidad</u>	<u>Alq./día</u>	<u>Costo unidad</u>
Mezcladora (6 p3)	1	8 m ³	A/d	16,000.00	2,000.00

C: MATERIALES

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio unit.</u>	<u>Costo unidad</u>
Cemento	10	bol/m ³	1,095.00	10,950.00
Arena	.546	m ³ /m ³	3,500.00	1,911.00
Piedra 1/2	.552	m ³ /m ³	4,800.00	2,649.60
Agua	.180	m ³ /m ³	2,300.00	414.16

RESUMEN

COSTO UNITARIO: 23,259.35 soles/m³

.....

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obras: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" (Piura)
Buzones.

PARTIDA N° 3.1.1. Colocación de refuerzo, a- UNIDAD
cero fy = 4,200 kg/cm². kg.

A: MANO DE OBRA

<u>Descripción</u>	Cantidad	Rendimiento	Unidad	Jornal	Costo unidad
Operario	1	250 kg	J/d	3,739.78	14.96
Oficial	1	250 kg	J/d	3,573.43	14.29

B: MATERIALES

<u>Descripción</u>	Cantidad	Unidad	Precio unit.	Costo unidad
Acero	1	Kg	228.00	228.00
fy=4,200kg/cm ² .				
Alambre # 16	0.3	kg/kg	650.00	19.50

RESUMEN

COSTO UNITARIO: 276.75 soles/kg.

.....

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" (Piura)
Buzones.

PARTIDA N° 4.0.0.	Construcción de fondos de buzones de 1.2 mts. de diámetro interior hasta 3 mts. de profundidad con concreto f 'c = 175 kg/cm2	UNIDAD U
FONDO .15m. espesor		
Volúmen concreto = 0.30 m3		
Costo = 0.30 x 22,718.356,815.51

RESUMEN

COSTO UNITARIO: 6,815.51 soles/U.
.....

PARTIDA N° 4.1.0.	Construcción de cuerpo de buzones de 1.2 mts de diámetro interior hasta 3 mts. de profundidad con concreto f 'c = 175 kg/cm2.	UNIDAD ml.
-------------------	---	---------------

CUERPO: 0.20 m. de espesor.		
Volúmen de concreto 0.88 m3		
Costo 0.88 x 22,728 19,992.15
Encofrado: Forma metálica.		
Costo 65,000.00/20 Usos 325.00
Desencofrado: Mano de obra.		
0.125 operario x 3,739.78	 467.47
0.125 peón x 3,506.28	 438.29

RESUMEN

COSTO UNITARIO: 21,222.91 soles/ml.
.....

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" (Fiura)
Buzones.

PARTIDA N° 4.1.1.	Construcción de tapas de buzones de 1.2 mts. de diámetro interior hasta 3 mts. de profundidad con concreto f 'c = 210 kg/cm ²	UNIDAD U
TAPA:	Espesor 0.20 m.	
	Volúmen concreto = 0.40 m ³	
	Costo = 0.40 x 23,259.35 9,303.74
	Refuerzo: fy = 4,200 Kg/cm ² .	
	Costo: 12.26 kg x 276.75 3,392.96

RESUMEN

COSTO UNITARIO: 12,696.70 soles/U

.....

CONSTRUCCION DE MEDIA CANA

Volúmen de concreto: 0.10 m³.

Costo = 0.10 m³ x 22,718.35 2,271.84

COSTO UNITARIO: 2,271.84 soles/U

.....

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" (Piura)
Buzones.

PARTIDA N° 4.2.0. Construcción de buzón de 1.2 mts.
de diámetro interior, para profun- UNIDAD
didades mayores de 3 mts. con con- U
creto f 'c = 210 kg/cm2.
TECHO Y FONDO de 0.15 mts. de es-
pesor.

Volúmen de concreto: 0.50 m³
Costo = 0.50 m³ x 23,259.35 11,629.68
Refuerzo = 19.82 kg x 276.75 5,485.19

RESUMEN

COSTO UNITARIO: 17,114.87 soles/U
.....

PARTIDA N° 4.2.1. Construcción de buzón de 1.2 mts.
de diámetro interior, para profun- UNIDAD
didades mayores de 3 mts. con con- ml.
creto f 'c = 210 kg/cm2.
CUERPO DE BUZON de .15 mts. espes.

Volúmen de concreto 0.64 m³
Costo = 0.64 m³ x 23,259.35 14,885.98
Encofrado: Forma metálica.
Costo = 65,000.00/200 Usos 325.00
Refuerzo: Acero fy = 4,200 kg/cm2.
Costo = 42.84 kg x 276.75 11,855.97
Desencofrado: Mano de obra.
.125 operario x 3,739.78 467.47
.125 peón x 3,506.28 438.29

RESUMEN

COSTO UNITARIO: 27,972.71 soles/ml.
.....

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" (Piura)
Buzones.

<u>PROFUNDIDAD DEL BUZON</u>	<u>1.3 mts.</u>	<u>1.6 mts.</u>	<u>2.5 mts.</u>	<u>3.4 mts.</u>
COSTO DE TAPA	18,000.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00
COSTO DE TECHO	12,696.70	12,696.70	12,696.00
COSTO DE CUERPO	27,589.78	33,956.66	53,057.28	95,107.00
COSTO DE MEDIA CANA	2,271.84	2,271.84	2,271.84	2,271.84
COSTO DE FONDO	6,815.51	6,815.51	6,815.51	17,114.75
TOTAL COSTO UNIDAD	42,543.83	73,740.71	92,841.33	134,891.26

DISPOSITIVOS ESPECIALES

PARTIDA N° 4.5.0.		4.5.1.	COSTO PARCIAL	
AL TURA DE CAIDA (mts) Hasta	1.80	2.70		
VOL. DADO CONCRETO. (m ³).	0.50	0.63	11,359.18	14,312.56
TUBO CSN Ø 8" (ml)	1.00	1.70	2,440.00	4,148.00
CODO F°F° 8" x 8" (U).	1.	1	16,400.00	16,400.00
TEE F°F° 8" x 8" (U).	1	1	22,000.00	22,000.00
MANO DE OBRA soles:	(1 op. 2 pe) día	(1 op. 2 pe) 1.5 días	10,752.34	16,128.51
			62,951.52	72,989.07

.....

ESCALINES

PROFUNDIDADES DE BUZONESA	HASTA 1.3m.	HASTA 2m.	HASTA 3m.	HASTA 4m.
N° DE ESCALINES	3	5	9	12
LONGITUD TUBO	0.90m	1.50m	2.70m	3.60m
N° DE CODOS	6	10	18	24
COSTO UNITARIO	2,676.00	4,460.00	8,028	10,704.00

.....

METRADOS Y PRESUPUESTOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" de la ciudad de Piura.

PRIMERA ETAPA

Part. Nº	DESCRIPCION	UNID.	CAN TIDAD	COSTO		
				UNI TARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0.0	TRAZO Y REPLAN TEO	ml.	12,534	80.00	1'002,720.00	1'002,720.00
2.0.0	Movimiento de T <u>e</u> rras.					
2.1.0	Excav. de zanjas					
2.1.1	excav. hasta 2 m.	ml.	8,153	452.00	3'687,601.90	
2.1.2	Excav. de 2.1 m a 3.0 mts.	ml.	3,335	710.79	2'370,484.60	
2.1.3	Excav. de 3.1 m a 4.0 mts.	ml.	1,046	1,125.63	1'177,408.90	
2.2.0	Refine de zanja, nivelación, ca- ma, jasta 4 mts.	ml.	12,534	77.42	970,382.28	
2.3.0	Relleno y compac- tación de zanja incluye elimina- ción de desmonte (excedente	ml.				
2.3.1	Hasta 2 mts.	ml.	8,153	1,419.83	11'575,973.00	
2.3.2	De 2.1 a 3.0 m.	ml.	3,335	1,708.40	5'697,814.10	
2.3.3	De 3.1 a 4.0 m.	ml	1,046	2,121.37	2'218,953.00	27'698,517.00
3.0.0	SUMINISTRO, COLO- CACION Y PRUEBA de tubería de CSN hasta 4 mts. MO. Eq.	ml.	12,534	714.31	8'953,161.50	
	-Material es	ml.	12,534	2,613.00	32'751,342.00	
		ml.	216	850.00	183,600.00	41'888,105.50
4.0.0	CONSTRUCCION DE BUZONES					
4.1.0	Hasta 1.3 mts.	U	55	42,543.83	2'339,910.60	
4.1.1	De 1.31 a 2.0 m.	U	66	73,740.71	4'866,886.80	
4.1.2	De 2.1 a 3.0 mt.	U	58	92,841.33	5'384,797.10	
4.1.3	De 3.1 a 4.0 mt.	U	28	134,891.26	3'776,955.20	

METRADOS Y PRESUPUESTOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" de la ciudad de Piura

PRIMERA ETAPA

Part. Nº	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	COSTO		
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
4.1.4	Dispositivos especiales para buzones - con las siguientes alturas de caídas:					
	-Hasta 1.8 mts.	U	10	62,951.52	629,515.20	
	-De 1.81 mt sa 2.92 mts	U	5	72,989.07	364,945.35	
4.1.5	Escalines para bajada a inspecc					
	-Hasta 1.3 mts	U	55	2,676.00	147,180.00	
	-Hasta 2.0 mts	U	66	4,460.00	294,360.00	
	-Hasta 4.0 mts	U	58	10,704.00	299,712.00	18'569,886.00
TOTAL COSTO PRIMERA ETAPA						89'159,226.00
- GASTOS GENERALES:						
	-Dirección técnica y administrativa			10%		8'915,922.60
	-Gastos de almacén e instalaciones prelimi nares			2%		1'783,184.50
	-Utilidad del contratista			10%		8'915,922.60
- RESERVA A LA ORDEN DE LA ENTIDAD EJECUTORA						
	-Imprevistos			5%		4'457,961.30
	-Gastos de supervisión			3%		2'674,776.70
TOTAL GENERAL PRIMERA ETAPA:						114'905,993.70
SON: CIENTO CATORCE MILLONES NOVECIENTOS CINCO MIL NOVECIENTOS NOVEN TRES SOLES CON SE- TENTA CEN TAVOS.						

METRADOS Y PRESUPUESTOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" de la ciudad de Piura.

SEGUNDA ETAPA

Part. Nº	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	COSTO		
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0.0	TRAZO Y REPLANTEO	ml.	4,815	80.00	385,200.00	385,200.00
2.0.0	MOVIMIENTO DE TIERRAS.					
2.1.0	Excav. de zanjas					
2.1.1	Hasta 2 mts.	ml.	4,365	452.30	1'974,289.50	
2.1.2	De 2.1 a 3.0 mts.	ml.	400	710.79	284,316.00	
2.1.3	De 3.1 a 4.0 mts.	ml.	50	1,125.63	56,281.50	
2.2.0	Refine de zanja, nivelación, cama, hasta 4 mts.	ml.	4,815	77.42	372,777.30	
2.3.0	Relleno y compactación de zanja, incluye eliminación de desmonte exedente					
2.3.1	Hasta 2.0 mts.	ml.	4,365	1,419.83	6'197,557.90	
2.3.2	De 2.1 a 3.0 mts.	ml.	400	1,708.49	683,396.00	
2.3.3	De 3.1 a 4.0 mts.	ml.	50	2,121.37	106,068.50	9'674,687.70
3.00	SUMINISTRO, COLOCACION Y PRUEBA de tubería de CSN hasta 4 mts. MO					
	Eg.	ml.	4,815	714.31	3'439,402.60	
	- Materiales	ml.	4,815	2,613.00	12'581,595.00	16'020,997.00
4.0.0	CONSTRUCCION DE BUZONES					
4.1.0	Hasta 1.3 mts.	U	35	42,543.83	1'489,034.00	
4.1.1	De 1.31 a 2.0 mts.	U	24	73,740.71	1'769,777.00	
4.1.2	De 2.1 a 3.0 mts.	U	11	92,841.33	1'021,254.30	
4.1.3	De 3.1 a 4.0 mts.	U	3	134,891.26	404,673.78	

METRADOS Y PRESUPUESTOS

Obra: Alcantarillado del pueblo joven "Nueva Esperanza" de la ciudad de Piura.

SEGUNDA ETAPA

Part. N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO		TOTAL
				UNITARIO	PARCIAL	
4.1.4	Dispositivos especiales para buzones, con las siguientes alturas de caída:					
	-Hasta 1.8 mts	U	8	62,951.52	503,612.16	
	-De 1.81 a 2.92	U	2	72,989.07	145,978.14	
4.1.5	Escalines para bajada a inspecc.					
	-Hasta 1.3 mts.	U	35	2,676.00	93,660.00	
	-Hasta 2.0 mts.	U	24	4,460.00	107,040.00	
	-Hasta 3.0 mts.	U	11	8,028.00	83,308.00	
	-Hasta 4.0 mts.	U	3	10,704.00	32,112.00	5'655,449.00

TOTAL COSTO SEGUNDA ETAPA31'736,332.00

- GASTOS GENERALES:

- Dirección técnica y administrativa	10%	3'173,633.20
- Gastos de almacén e instalaciones preliminares.....	2%	634,726.64
- Utilidad del contratista	10%	3'173,633.20
- RESERVA A LA ORDEN DE LA ENTIDAD EJECUTORA		
- Imprevistos	5%	1'586,616.60
- Gastos de supervisión	3%	952,089.96

TOTAL GENERAL SEGUNDA ETAPA: 41'258,231.60

SON: CUARENTIUM MILLONES DOSCIENTOS CINCUENTICINCO MIL DOSCIENTOS TRENTIUN SOLES CON SESENTA CENTAVOS.

TOTAL COSTO DEL PROYECTO: 156'164,225.30

SON: CIEN TO CINCUENTISEIS MILLONES CIEN TO SESENTIQUATRO MIL DOSCIENTOS VEINTICINCO SOLES CON TREINTA CENTAVOS.

Precios al 10 de mayo de 1,981.

5.8.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS

5.8.1. Trazo y Replanteo.-

Los planos del presente proyecto deben ser replanteados en el terreno, fijándose los ejes y puntos de referencia por medio de elementos que faciliten su fácil reconocimiento en lugares protegidos para su permanencia inamovible.

Los niveles del terreno se fijarán de acuerdo a lo que indiquen los planos, luego de verificar las cotas del terreno.

Se procurará llevarlos por zonas que corresponda a jardines, adoquinales con fajas laterales de tierra. El espaciamiento mínimo entre la línea de vereda y el borde de zanja prevista será de 2.00 mts. evitando interferencia con otros servicios existentes o previstos.

Los trazos para poder dar inicio a la obra deben ser aprobados por el Ingeniero Inspector.

5.8.2. Resguardo de señales.-

Las señales de obra tales como estacas, señales de gradientes mojones o puntos de nivel hechas o establecidas en la obra, quedarán al cuidado del Contratista que los restablecerá en caso de estroperse. Asumirá todos los gastos que devengan de rectificación de obra instalada inapropiadamente, esto debido al no mantenimiento de los puntos establecidos, estacas y marcas.

5.8.3. Transporte de tubería.-

El manipuleo y el traslado de la tubería de debe hacerse cuidadosamente desde la fábrica hasta la colocación en obra.

El procedimiento de colocación dentro de la zanja debe ser el más óptimo, evitándose caídas, golpes etc; revisá dpse si tienen defectos o rajaduras u otros signos, de no hallarse en condiciones debe decidirse su eliminación.

5.8.4. Excavación de Zanjas.-

1.-Limpieza.- Toda la obra que requiere trazo o replanteo

requiere de la eliminación de desmonte, obstáculos, restos de construcciones, etc; para que la obra sea fácilmente ejecutada.

2.- Forma y acondicionamiento.- La excavación de la zanja será la apropiada, ceñida a las dimensiones previstas en el proyecto y de magnitud tal que sea fácil la instalación de la red y siga la forma especificada.

3.- Excavación adicional.- La excavación adicional que sea necesaria ejecutar durante la obra, llevará la aprobación escrita del Ingeniero Inspector para que pueda ser considerada como monto adicional para los pagos respectivos.

4.- Ancho de zanja.- La excavación del ancho de zanja tiene que ver directamente con la calidad de suelo a excavar. Esto debe tenerse en cuenta en nuestro caso el poder considerar el ancho superior y de fondo de la zanja. En caso de arenas sueltas desérticas podrán excavar verticalmente hasta 2.00 mts. de profundidad y 1 mt. de ancho máximo en la parte superior y en la parte inferior debe ser el apropiado para la colocación y afirmado conforme al diámetro; es norma que se considere de 15 a 30 cms. adicionales en cada lado de la tubería.

En caso de profundidades mayores con potencias de arena de más de 2 mts. deberá procederse a un ensanchamiento adicional de 1 mt. de ancho en parte superior y luego ir disminuyendo siguiendo un ángulo estable de cohesión de la arena para luego continuar verticalmente hasta la profundidad requerida. Esto deberá ser cuidadosamente tratado con el Ingeniero Inspector, para la evaluación de volúmenes adicionales de excavación y relleno de zanja.

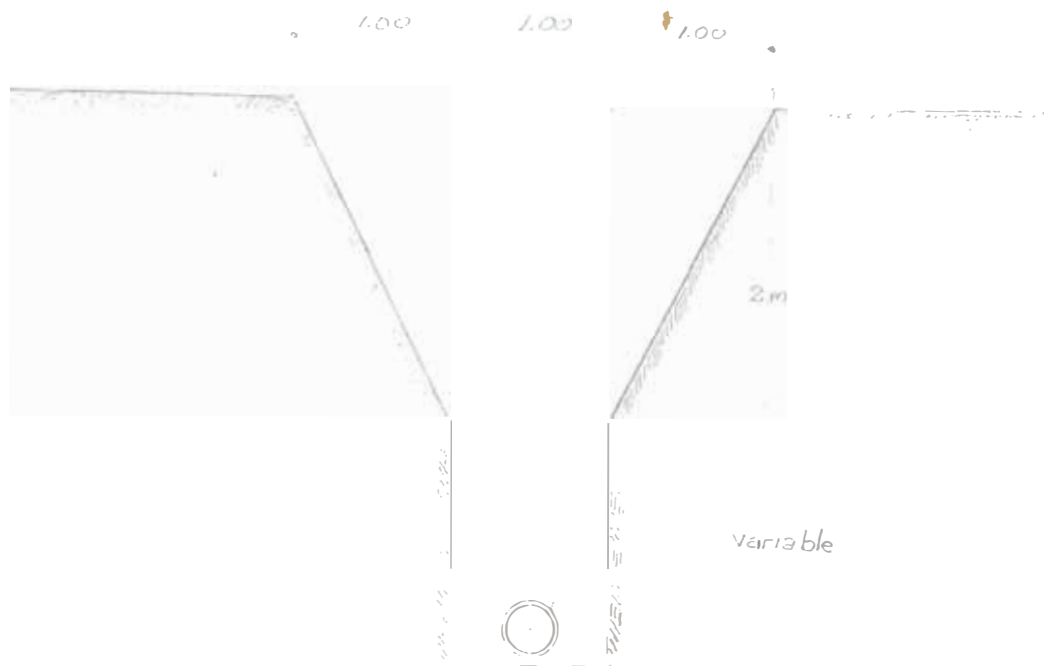


fig-5

5.-Fondo de la zanja.- El fondo de la zanja será cuidadosamente rellenado, compactado y nivelado de acuerdo con las pendientes consignadas en los planos. En el caso de terrenos muy duros (rocas), la excavación deberá ser hecha de tal modo que al colocarse la tubería no entre en contacto con ella debiéndose acondicionar cuidadosamente antes de colocarse la tubería. Debe tenerse presente que la tubería es de campana, por lo tanto de preverse la colocación correcta de la tubería apoyada en toda su extensión, acondicionando la campana para permitir una unión perfecta en cada junta. También debe tenerse presente cuando se halle agua subterránea debe hacerse un esfuerzo para que la colocación de la tubería sea sobre un terreno perfectamente seco y estable en el

fondo. En caso de esta imposibilidad el contratista y el Ingeniero Inspector deben señalar las condiciones de su colocación por escrito..

6.- Profundidad de zanja.- La profundidad mínima de excavación será de 1.00 mt. medido sobre los collares de las uniones de las tuberías. Estas condiciones mínimas se dan por razones técnicas de drenaje sanitario de las instalaciones domiciliarias.

5.8.5. Tuberías de Concreto Simple Normalizada para Desagües.-

La colocación de la tubería comenzará en el extremo inferior de un tramo y proseguirá aguas arriba, toda la tubería se colocará con la campana hacia aguas arriba.

Cada tubería será colocada cuidadosamente y comprobada en alineamiento y gradiente. Los ajustes para llevar la tubería al alineamiento serán hechos refinando y llenando con material granular bajo el cuerpo de la tubería y de alguna manera se actuará con cuñas o se bloqueará el cuerpo de la tubería.

El alineamiento se hará utilizando cordel en la parte superior de la tubería y lateralmente a la misma. Los puntos de nivel deben ser colocados con instrumentos de nivelación topográfica. Las caras de los extremos de espiga y los hombros serán llevados a contacto completo y la tubería será calzada y empujada en la colocación de tal manera que no haya ninguna desigualdad a lo largo de la mitad inferior de la tubería.

En el proceso de la obra, el interior inferior de la tubería será pistoneada y limpiada de toda suciedad de cemento y materiales superfluos de cualquier clase. Se tendrá trabajando continuamente mientras proceda la instalación de la tubería, un pistón que lleve completamente la abertura de la tubería y que este fijado a una varilla suficientemente larga para pasar dos juntas desde los extremos de la tubería, últimamente colocada.

Cuando la obra se paralice por alguna razón, el extremo de

la tubería será cerrada con un tapón de unión apretado o cubierto. Las juntas no serán completadas hasta que se haya colocado suficiente tubería adelante, para asegurar que no se dañen las juntas terminadas. No se permitirá elevar el agua alrededor de tubería hasta que el material de las juntas se haya endurecido y hasta que se haya colocado suficiente material de relleno para prevenir cualquier posibilidad de fricción o movimiento.

5.8.6. Juntas de Mortero de Cemento.-

Este tipo de junta se usa cuando no haya agua abundante en el subsuelo o la haya en poca cantidad. Las cabezas deberán estar completamente limpias, a fin de que la adherencia de la mezcla del colafateo con las juntas sean lo más perfectamente posibles.

En el colafateo de la unión se usará mortero de cemento-arena, proporción de (1:2) de una consistencia tan espesa como sea posible. , se limpiará bien el interior de la campana y la espiga se colocará una arandela de estopa sin alquitranar, de una sola pieza y de un largo tal que abrace la espiga con exceso, haciéndola penetrar profundamente, presionando fuertemente, y empleando para ello el "botador apropiado". El espacio ocupado por la estopa no podrá exceder de 15% del largo de la campana. Se rellenará con mortero la parte interior de la campana por donde se encuentre la posición más difícil de trabajar. Una vez enchufado el siguiente tubo se procederá a rellenar bien con mortero el espacio anular entre la parte interior de la campana y la exterior de la espiga terminando en forma de bisel que se extenderá desde la orilla de la campana hasta una distancia mínima de 5 cm, Sobre el cuerpo del tubo que entra una vez terminadas las juntas deberán mantenerse libres de la acción perjudicial del agua de la zanja, hasta que haya fraguado.

Así mismo, se protegerán del sol y se procurará mantenerlas húmedas. No se rellenarán las zanjas antes de doce horas, después de haber terminado la colocación de las juntas.

5.8.7. Buzones.-

Los buzones se colocarán, en los encuentros de tuberías en los cambios de dirección, en los cambios de diámetros y pendientes.

Las profundidades van desde una mínima de 1.20 mts. alcanzando profundidades variables pero menores de 5 mts.

El espaciamiento máximo entre cámaras de inspección serán hasta 120 mts, por tratarse de tuberías cuyos diámetros son menores de 600 mm. (24").

El diámetro interior de los buzones serán de 1.20 mts por tratarse de tuberías cuyos diámetros son menores de 800mm.

En las cámaras de inspección de más de 2 mts. de profundidad podrá aceptarse tuberías que no lleguen a nivel de fondo, siempre y cuando su cota de llegada sea de 50cm. más sobre el fondo de la cámara de inspección. Cuando se tengan buzones con caídas mayores de 1 mt. se usaran dispositivos especiales, para que la descarga se produzca por el fondo del buzón.

En los cambios de diámetros, las tuberías en los buzones deberán coincidir en la clave cuando el cambio sea a mayor diámetro y en sus fondos cuando sea menor diámetro.

En la construcción de buzones se usará concreto de dos tipos; concreto simple $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y concreto armado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Sobre el fondo de los buzones se construirán las medias canchales o canaletas que permitirán la circulación del desagüe en el buzón.

Las canaletas serán de igual diámetro que las tuberías de los colectores que llegan al buzón. La inspección será semicircular en la parte inferior y luego las paredes laterales se harán verticales hasta llegar a la altura del diámetro de la tubería, el falso fondo tendrá una pendiente 1:4 hacia los ejes de los colectores.

A los buzones de más de 3 mts. de profundidad se les coloca-

rá escalines de tubos de fierro galvanizado de 3/4" de diámetro espaciado a .30 mts.

Las tapas y marcos para los buzones serán de fierro fundido con un total de 125 kg. de peso correspondiendo 60 kg a la tapa y 65 kg al marco. La tapa tendrá una abertura de .60 mts. para permitir el ingreso al buzón.

A continuación se presentan las características de diseños de buzones y sus requisitos técnicos en forma gráfica.

5.8.8. Prueba de Tuberías para Desagües.-

Para que se garantice el buen funcionamiento de las alcantarillas se efectuarán las pruebas exigidas por las especificaciones técnicas de tuberías y buzones, antes de proceder a su relleno y compactado.

1.- Prueba de alineamiento.- Se puede proceder de acuerdo a cualquiera de los procedimientos que se presentan:

- a) La prueba de alineamientos se efectuará inspeccionando el interior del tramo de tubería entre buzones, colocando en el extremo opuesto una fuente luminosa.
- b) El segundo método consiste en hacer pasar por todos los tramos una bola o esfera cuyo diámetro tengan los siguientes valores:

<u>Diámetro de la tubería</u>	<u>Diámetro de la bola</u>
8"	19 cm.
10"	24.5 cm.
12"	29.5 cm.
14"	34.5 cm.
16"	39.5 cm.

En el caso de que la tubería no pasase la prueba, se deben hacer las correcciones necesarias para volver a someterla a una nueva prueba hasta verificar que queda alineada.

2.- Las tuberías también deben ser probadas, por una o más de las siguientes pruebas que recomiendan las Especificaciones Técnicas de la ESAL.

a) Prueba de filtración.- Al final de un tramo entre buzones en el extremo o aguas arriba, se colocará un tapón ajustando apropiadamente y entonces el tramo se llenará con agua en cantidad suficiente para que llene el buzón de aguas arriba hasta una altura no menor de .30 mts. bajo la superficie del terreno. La filtración de agua que puede perder la tubería será medida en el buzón añadiendo constantemente agua del exterior para mantener el nivel en la marca establecida. La prueba tendrá una duración mínima de 10 minutos, y la cantidad perdida de agua no sobrepasará la establecida en el cuadro siguiente. La prueba se iniciará solamente después de 8 horas de llenado el tramo en prueba.

(D)	8	10	12	14	16	18	21	24
(F)	25	32	38	44	50	57	67	76

(D): Diámetro del tubo en pulgadas.

(F): Filtración tolerada en cms. cúbicos por minuto y por metro.

Para esta prueba se tiene la relación siguiente:

$$K = \frac{EL}{P} \quad \text{donde: } P = \frac{V}{T} \quad \begin{matrix} (\text{cm}^3) \\ (\text{mi}) \end{matrix}$$

V: Volúmen perdido en la prueba (cm^3)

L: Longitud probada (mt).

T: Tiempo de duración de la prueba (minutos)

P: Pérdida en el tramo (cm^3/min).

K: Coeficiente de prueba.

Interpretación de valores de k :

Bueno	: $k > 1$
Tolerable	: $k = 1$
Malo	: $k < 1$

La cantidad de agua perdida en la prueba también se podrá apreciar midiendo la altura que baja el agua en el buzón en un tiempo determinado.

- b) Prueba de humo.- Las pruebas de humo serán hechas inmediatas después que la zanja ha sido rellenada y apisonada hasta 30 cm. encima de la tubería como es indicado para relleno, bajo la especificación Excavación de la manera que el relleno subsecuente no disturbe la tubería. Las pruebas de humo incluirán buzones. Antes de hacer la prueba de humo todas las aberturas en la tubería serán selladas en forma segura. El humo será introducido dentro de la tubería a una presión no menor de 1.0 p.s.i. por un soplador que tenga una capacidad de por lo menos 500 libras por segundo. La presión será mantenida por un período suficiente para demostrar a la satisfacción del Inspector, que la línea está libre de fugas o que todas las fugas han sido localizadas.

El humo será blanco o gris, no dejará residuo y no será tóxico ni explosivo, será producido por bombas de humo capaces de producir no menos de 12 metros cúbicos de humo en tres minutos.

Si se halla cualquier fuga, esta será reparada inmediatamente y la línea será probada de nuevo hasta que esté estancada.

- c) Prueba de infiltración.- Donde se encuentre agua subterránea, las tuberías para desagüe serán probadas por infiltración, tanto como sea posible las pruebas de infiltración serán hechas cuando el nivel de agua subterránea alcance su posición normal. La prueba será hecha midiendo el flujo de agua infiltrada por intermedio de un vertedero de medida colocado sobre la parte inferior de la tubería a una distancia conocida de un tapón de prueba temporal a otro punto

to limitante.

Después que, si fuera necesario la tubería o tuberías han sido bombeadas no se comenzará la prueba de infiltración hasta que las condiciones naturales de infiltración han sido establecidas en la obra que va a ser probada.

La cantidad de infiltración para cualquier sección de la tubería no excederá de 1.5 litros por segundo por cada km de tubería. La infiltración que acarree lodo u otros materiales que se puedan depositar en cualquier parte de la tubería será corregida.

Cuando ocurra una infiltración en exceso de la cantidad especificada, se ubicará la tubería defectuosa o las juntas mal hechas, las que serán reparadas por el contratista.

5.8.9. Relleno de Zanjas.-

Esta se podrá efectuar cuando la superposición considere que las pruebas de las tuberías han sido satisfactorias, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1.- No se usará material que no ha sido aprobado anticipadamente por el Inspector, con relación a la calidad y procedencia.
- 2.- El material será limpio y no contendrá residuos de ladrillos con creto quebrado o cenizas.
- 3.- El material de relleno será colocado en capas horizontales uniformes de 25 cm. de espesor, si hubieran piedras, serán distribuidas en toda la masa de tal manera que todos los intersticios sean sólidamente rellenos con material fino.
- 4.- El material en cada capa de relleno al momento de la compactación tendrá un contenido de humedad de más o menos 2% del valor óptimo para la compactación como el determinado por el Método Standard AASHO de la prueba de compactación y densidad de suelos Des: 199, por el que el suelo será compactado con el molde especificado en 5 levantamientos iguales por un martillo de 10 libras cayendo libremente a una distancia de 18 pulgadas con 25 golpes por cada

capa.

- 5.- Deberá ponerse especial cuidado en el procedimiento de relleno con el fin de evitarse deterioros en las tuberías ya instaladas.
- 6.- Cuando los materiales de relleno estén demasiado secos, el contratista inmediatamente antes de esparcir una nueva capa, humedecerá la superficie de la capa precedente en la cantidad aceptada por el Inspector y sólo entonces añadirá agua a la mezcla que se usará en la capa inmediata mediante aspiración de tal manera que sea el suficiente para alcanzar el óptimo de humedad especificado.
- 7.- Cuando el material esté demasiado húmedo se le dejará secar hasta que alcance el contenido óptimo de humedad requerido.
- 8.- Cada capa será compactada por intermedio de un pisón tipo barco u otro método apropiado, el cual debe dar resultados deseados, hasta que la densidad de compactación sea por lo menos igual al 95% de la densidad óptima del material tal como sea determinado por la prueba antes especificada. La determinación de la densidad in situ será hecha de acuerdo con el método AASHO Des: T-147

5.8.10 Limpieza de la Obra.-

Concluida la obra se procederá a realizar la limpieza total de la zona de trabajo, dejando el terreno y los sectores afectados tal como inicialmente se hallaron, esto será comprobado por la inspección que dará la conformidad.

El incumplimiento de esta labor dará lugar a sanciones, y el retardo de entrega de la obra correrá bajo la responsabilidad del contratista, que se verá afectado por las multas por cada día de atraso contraído en el contrato de ejecución de la obra.

Además la empresa contratista deberá proveer el tiempo de retiro de sus instalaciones provisionales, maquinaria y equipo empleado en las áreas de trabajo o de vías públicas.

B I B L I O G R A F I A

- CHAVEZ CASTAMAN MILTON : "Tablas de Rendimiento de Mano de Obra y Materiales".
- GAY FAWCETT Mc. GUINES : "Instalaciones en Edificios"
- Informativo CAPECO : del 16-04-81
- MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS : "Estudios Integrales para el Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado para las ciudades de Piura y Castilla" -1,962-
- NAVARRO PALMA AUGUSTO : (Apuntes de clase)
- Publicaciones CAPECO : "Tabla de Precios de Alquileres de Maquinarias".
- REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCION
- ROCHA FELICES ARTURO : "Hidráulica de Tuberías y Canales".
- SCHLEICHER : "Manual del Ingeniero Constructor"
Tomo II
- STEELE ERNEST W. : "Abastecimiento de Agua y Alcantarillado".