

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Sanitaria

Ampliación y Mejoramiento del Sistema de
Alcantarillado Doméstico del Cuzco

Tesis de Grado

OSCAR EDUARDO PIÑA BACA

Promoción 1961

Lima - Perú

1967

S U M A R I O

AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DOMESTICO DE LA CIUDAD DEL CUZCO

A.- GENERALIDADES

- 1.- Ubicación
- 2.- Area y población actual
- 3.- Geología del Valle
- 4.- Clima
- 5.- Intensidad de las precipitaciones
- 6.- Vías de comunicación
- 7.- El turismo
- 8.- Facilidades Urbanas

B.- RED EXISTENTE DE DESAGUES

- 1.- Generalidades
- 2.- Canalización
- 3.- Levantamiento topográfico de la red
- 4.- Estado actual de la red

C.- BASES DE DISEÑO

- 1.- Estudio del crecimiento de la población
- 2.- Densidades de Diseño
- 3.- Dotación
- 4.- Variaciones de Consumo
- 5.- Aporte de las Aguas Servidas

- 6.- Aforos
- 7.- Infiltración

D.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

- 1.- El problema
- 2.- Sistema adoptado
- 3.- Grado y posibles métodos de tratamiento
- 4.- Consideraciones generales de diseño
- 5.- Gasto de las descargas de desagües
- 6.- Red Proyectoada
- 7.- Etapas de construcción
- 8.- Metrado y presupuesto

E.- A N E X O S

- 1.- Aforos de desagües
 - 2.- Cálculo del buzón No. 291-G
 - 3.- Alternativas para la ejecución por etapas del colector "28 de Julio".
 - 4.- Colectores que pasan de diámetros mayores a diámetros menores
 - 5.- Cuadros y gráficos
 - 6.- Cuadros de valores de la red
-

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

A mediados del año de 1962, la Sub-Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, organizó una comisión especial, a fin de que resolviera en forma coordinada los problemas de Saneamiento Básico de la ciudad del Cuzco.

Dicha comisión se denominó "Comisión de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Desagües de la ciudad del Cuzco" y estuvo integrada por los siguientes profesionales:

Ing. Ricardo Corzo G. ----- Jefe de Comisión
Ing. Víctor Goicochea D. ----- Proyectista
Ing. Carlos Kruger G. ----- Proyectista
Ing. Jorge Romero P. ----- Proyectista
Ing. Oscar Piña B. ----- Proyectista
Ing. Guido Acurio V. ----- Jefe de Estudios de Campo
Ing. Guillermo Burge C. ----- Trabajo parcial específico
Ing. Javier Bacigalupo ----- Trabajo parcial específico
Ing. Eugenio Zamudio ----- Trabajo parcial específico
Ing. Augusto Zelaya ----- Trabajo parcial específico
Ing. Jorge Pflucker
Consultor del Estudio.

A su vez, dentro de la "Comisión" se me encomendó el desarrollo de la parte que correspondía a la Am

pliación y Mejoramiento de la red de colectores, colaborando además en los planteamientos generales del proyecto.

Aprovecho la oportunidad, para expresar mi agradecimiento a todos los profesionales que colaboraron en la Comisión por las enseñanzas que de ellos recibí.

Este proyecto se realizó durante los años de 1962 a 1964.

—

A.- GENERALIDADES

1.- UBICACION

La ciudad del Cuzco, es la capital del departamento del mismo nombre; está situada al sureste de la República del Perú, siendo sus coordenadas geográficas 13°30'00" latitud sur, y 72°00'00" longitud occidental.

2.- AREA Y POBLACION ACTUAL

El área urbana tiene una superficie de 440 hectáreas y alberga una población de 78,289 habitantes, según el Censo Nacional de 1961.

La expansión industrial y la situación favorable del Cuzco en relación con los recursos económicos regionales, permiten augurar un aumento considerable de población, lo que exige que la ciudad capital, expanda paralelamente los servicios públicos y en especial los de agua potable y desagüe.

La ciudad está situada dentro de una gran zona de cría de ganado lanar, que ofrece la mejor materia prima para la fabricación de tejidos. A distancia de menos de 200 kilómetros, hay tierras agrícolas en la que se produce algodón de buena calidad, materia prima de mucha importancia para la industria de tejidos.

Dentro de un radio de 100 kilómetros hay doce

importantes zonas de mineralización en plata, níquel, plomo, molibdeno y oro.

La zona de Quillabamba situada a 150 km. aproximadamente, representa un jalón importante en la economía de la región y con mucho porvenir por la calidad de su producción de café, cacao, frutales y otros.

La región del Cuzco está todavía completamente caracterizada por una economía agrícola ganadera. Las actividades económicas que se destacan dentro de la ciudad, son principalmente las necesarias para atender a estas industrias, así como a los negocios de compra-venta, fuertemente asociados con la agricultura y gandería.

También se puede citar, como índice del futuro crecimiento de la ciudad, los principales proyectos de envergadura que han comenzado a efectuarse en los últimos años.

1.- Construcción de la hidroeléctrica de Machu picchu que ha permitido aumentar de inmediato el potencial eléctrico actual de 6,400 Kw. a 20,000 Kw., considerándose además sucesivas ampliaciones futuras.

2.- La construcción de la fábrica de Fertilizantes a pocos kilómetros de la ciudad en la zona de Cachimayo.

3.- La aplicación inmediata de la ley de Reforma Agraria.

4.- El proyecto de la ampliación de Ferrocarril al valle de Quillabamba.

5.- El proyecto de la pavimentación de las calles de la ciudad.

6.- Proyecto de construcción de un nuevo Aeropuerto en la zona de Quispiquilla.

7.- El proyecto de la construcción de una fábrica de cemento en la ciudad.

8.- La importancia turística de la ciudad, que se ve realizada por la promoción en que está empeñado el gobierno.

9.- Préstamos para vivienda, que están dando un fuerte impulso en la ampliación de la expansión urbana de la ciudad. Esto motivó que se diera soluciones provisionales, de acuerdo al proyecto integral, para permitir el crecimiento del área urbana, tanto en las redes de agua potable como en la de desagües.

3.- GEOLOGIA DEL VALLE

El suelo del valle, proviene del período cuaternario de la era cenozoica de la división geológica de la tierra, estando constituido por un relleno glacial del pleistoceno. De acuerdo con estas características, el valle está formado por un relleno de detritus constituido por grava, arena y arcilla, constituyendo un piso fluvio-

glacial bastante saturado de agua.

4.- C L I M A

La ciudad está situada a una altura media de 3,300 metros sobre el nivel del mar, su clima tiene las características de las ciudades de la sierra, con variaciones de temperatura cíclicas y estacionales con un promedio anual de 10°C . Su valle corresponde a una pequeña hoya estrecha de 35 km. de largo y apenas 11 km. de ancho, cuya longitud tiene orientación N.W. - S.E. que es precisamente la de los vientos locales portadores de la humedad del medio.

El Dr. Luis Olazo, en artículos publicados en la Revista Universitaria del Cuzco, definiendo las variaciones meteorológicas estacionales del Cuzco, dice:

"En primavera aumentan los días cubiertos y nublados así como los nublados parciales que trae como lógica consecuencia las precipitaciones que no son tan intensas pero no dejan de ser frecuentes y se caracterizan por su corta duración que van generalmente precedidas de breves granizadas. Temperatura mínima 1.2°C y máxima 26.4°C , pero oscila por 25.2°C ".

"En el verano el cielo se presenta predominantemente cubierto y nublado con ligeras excepciones. Las precipitaciones son más frecuentes pero de corta duración,

aunque intensas. En esta época se presentan las mayores precipitaciones y vienen acompañadas de tormentas eléctricas, los truenos y retumbos son intensos y continuos".

"En otoño disminuye notablemente las precipitaciones, pero las heladas son muy frecuentes, así como la escarcha y el rocío. La temperatura va disminuyendo paulatinamente hasta el mes de junio en que la mínima llega a -3.2°C , en cambio la máxima baja en menos de 3°C con relación al verano, existe pues en consecuencia una fuerte oscilación de temperatura que reciente el organismo sopor~~ta~~ndo un gran contraste entre el frío de las mañanas y tardes contra el calor sofocante del medio día".

"En invierno predominan los días límpidos y con nublados parciales, las precipitaciones son rarísimas; durante los meses de junio y julio se intensifican las heladas y la escarcha, la temperatura baja considerablemente, en cambio la temperatura máxima del medio día es aún grande y mayor que la de otoño. Los meses de agosto y septiembre son muy ventosos".

5.- INTENSIDAD DE LAS PRECIPITACIONES

Las precipitaciones abarcan un diverso grado de intensidad, se registran desde lloviznas leves constantes de gotas menudas y lloviznas que parecen flotar en el aire, con diámetros inferiores a medio milímetro

que reducen considerablemente la visibilidad, hasta los aguaceros fuertes que forman charcos de agua en pocos momentos. Estas lluvias generalmente vienen acompañadas de fuertes granizadas, con granizo hasta de un centímetro de diámetro, los que al caer se acumulan en los techos de los edificios, ocasionando goteras en el interior de las agitaciones y deteriorando sus entucados y decorados. La precipitación promedio anual es de 708.3 mm.

En general las lluvias en la sierra peruana y particularmente en el Cuzco provienen de:

a) Masa de aire caliente que se elevan al encontrar obstáculos, enfriándose, condensándose y precipitando: lluvia orográfica.

b) Precipitaciones que se producen cuando dos masas de aire de características diferentes se encuentran en el camino.

c) Por el intenso caldeamiento del fondo del valle, se producen corrientes muy rápidas portadoras también de masas de aire húmedo y caliente las que al enfriarse por las alturas a que llegan producen precipitaciones locales y de oorta duración conocidas con el nombre de "chaparrón" o "Aguaceros".

d) Precipitaciones tenues en condición de reposo, provenientes de nubes "stratus" conocidas con el nombre de llovisnas.

En el cuadro No. 1, figuran los valores de las precipitaciones ~~p~~luviales comprendidos entre los años 1931 y 1960, los que fueron obtenidos de los Observatorios Meteorológicos de la Granja Avícola de "Keaira" y del aeropuerto de la "Corpac" en el Cuzco. En el gráfico No. 1, se puede observar el valor promedio de las precipitaciones para dichos años.

Además, con los valores de la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional del Cuzco, que registró las determinaciones pluviográficas durante 3 años consecutivos (1960, 1961 y 1962), se ha obtenido la curva de Intensidad - Tiempo, para lluvias de una frecuencia de 3 años y cuya ecuación resultó ser:

$$i = 25.9 t^{-0.633}$$

6.- VIAS DE COMUNICACION

Tiene como vía de acceso más rápida, el servicio de transporte aéreo, que actualmente es cubierto por tres compañías comerciales con vuelos diarios a la capital, e interdiarios a la ciudad de Puerto Maldonado. Cuenta actualmente con el aeropuerto "Velazco Astete", estando proyectado su traslado a una zona mas amplia, a fin de permitir el servicio internacional con aviones de mayor capacidad.

Entre las principales vías terrestres, cuenta con la carretera longitudinal de la Sierra, las carreteras Nazca - Cuzco y Arequipa - Cuzco y la carretera que va al valle de Quinoomil. Además, el ferrocarril del Sur, lo une con las ciudades de Juliaca, Puno, Arequipa y Mollendo; y por medio del ferrocarril "Santa Ana" está unido con el valle de la Convención, por el Norte.

7.- EL TURISMO

No se puede hablar de la ciudad del Cuzco sin mencionar su importancia turística. Cuzco, está considerada como la capital arqueológica de Sud América, es un atractivo de primer orden a escala mundial, siendo también la primera ciudad turística del país.

Luego del terremoto que la azotó en el año de 1950, presenta un resurgimiento notorio ayudada principalmente por leyes que tienden a la conservación de sus monumentos, reliquias históricas, y la inalterabilidad de su fisonomía.

Como principal exponente de este resurgimiento se debe destacar la formación de la "Corporación de Reconstrucción y Fomento del Cuzco". (C.R.F.), que con personalidad jurídica y economía propia, ha hecho posible la elaboración y ejecución de muchas obras.

8.- FACILIDADES URBANAS

- Obras de Saneamiento.- Cuzco, cuenta con servicios de agua potable y desagües en una extensión de 426 hectáreas, que representan aproximadamente el 95 % del área urbana. Con el fin de evaluar las necesidades inmediatas de ampliación o mejoramiento y programar el crecimiento normal de los servicios sanitarios durante un período estimado en 40 años, se ha realizado los estudios y proyectos en forma integral.

- Energía Eléctrica.- La ciudad cuenta para su servicio, con la central Hidroeléctrica de Corimarca, ubicada a 14 km. de la ciudad y cerca a la laguna Piuray, y con la central Termoeléctrica ubicada dentro de la ciudad (Av. Huancaro s/n.). La corriente suministrada es alterna de 220 voltios y 60 ciclos con 6,400 Kw.

La central Hidroeléctrica de Machupicchu, de reciente inauguración, reemplazará a las fuentes actuales, y permitirá un mayor servicio a menor costo unitario.

- Pavimentos.- Existen dentro de la ciudad, calles de concreto, adoquinado, empedrado y calles de tierra afirmada, tal como figura en el plano de Tipos de Pavimento (No. 3), y que ha servido de base para la elaboración de los proyectos y presupuestos correspondientes a las obras proyectadas.

- Universidad.- La Universidad Nacional del

Cuzco, tiene su sede dentro de la ciudad y cuenta con las facultades de Letras, Derecho, Agronomía, Ingeniería Civil, Ciencias Económicas, etc.

- Museos.- Destacan principalmente, el museo de la Municipalidad, así como el de la Universidad, sin embargo también los conventos e iglesias tienen museos particulares y presentan atractivos turísticos.

- Servicio Hotelero.- La ciudad cuenta con un eficiente servicio para el turista o viajero, proporcionado por un buen número de hoteles, entre los que destacan el Hotel de Turistas, el Hotel Savoy, el Hotel Ollanta, etc.; además tiene diferentes locales destinados a preparar comidas típicas así como de cocina internacional.

- Cinemas.- Tiene cinco cinemas distribuidos por toda la ciudad, los que presentan espectáculos diarios.

- Otros.- También existe una Comandancia de la Guardia Civil, y un Batallón de Infantería, con sede en la ciudad.

La mayor parte de las empresas bancarias peruanas, tienen sucursales en la ciudad.

B.- RED EXISTENTE DE DESAGUES

1.- GENERALIDADES

La ciudad cuenta con un sistema semi-combinado para la recolección de sus desagües domésticos y parte de las aguas pluviales. Originalmente proyectado por "The Foundation Company en el año 1930, ha sido ampliado posteriormente en diversas oportunidades, pero sin haber realizado un estudio en forma integral del problema. Al no haber sido posible conseguir la memoria descriptiva de los proyectistas, se ha presumido al verificar las condiciones hidráulicas existentes, que la red primitivamente ha sido calculada, para recibir las descargas pluviales, y que las ampliaciones sucesivas no han seguido este criterio.

2.- CANALIZACIONES

El área urbana es atravezada por las canalizaciones denominadas: Chunchulmayo, Tullumayo, Retiro y Huatanay o Saphy, construídas sobre los lechos naturales de riachuelos que drenan las aguas pluviales y manantiales del valle, tal como se puede apreciar en el gráfico No. 2 y en los planos de la Red de Colectores Existentes. Son generalmente de sección rectangular y arco superior

circular, estando construídos con adoquines de piedra. Tienen capacidad suficiente para drenar los desagües plu
viales de la ciudad y manantiales que afloran en las cabe
ceras del valle.

Si bien las canalizaciones fueron proyectadas con el exclusivo fin de drenar las aguas blancas del valle, la mayor parte de la red de desagües descarga a éstas. Además hay algunas conexiones domiciliarias que des
cargan directamente a ellas, principalmente en las calles que no tiene colectores. El problema de su contaminación se agrava por el hecho de que todas ellas confluyen al Huatanay, que es el riachuelo que atraviesa la ciudad en la dirección NO-SE, siguiendo la pendiente del valle, y cuyas aguas son tomadas en diferentes partes de su recorrido, para usos agrícolas.

Las canalizaciones Huatanay y Tullumayo, se en
cuentran en mal estado en algunos tramos, debido a los fenómenos combinados de erosión y asentamiento del terreno. El problema de las canalizaciones debe ser enfocado como parte integral del estudio de la red de desagües plu
viales que requiere la ciudad. En lo que respecta al pro
yecto de la red de desagües domésticos, solo corresponde el saneamiento de ellas.

La longitud total de las canalizaciones es de 7700 metros lineales distribuídos tal como figuran en el

cuadro No. 2.

3.- LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA RED

Por la falta de información completa de la red de desagües, fue necesario efectuar el levantamiento de la red existente a fin de estudiar sus condiciones geométricas e hidráulicas, y poder proyectar las mejoras y ampliaciones necesarias de acuerdo a las condiciones actuales y futuro desarrollo de la ciudad. Dicho levantamiento comprendió:

- a) Ubicación de buzones y determinación de sus distancias y cotas de tapa realizados como parte integral del levantamiento del Plano Básico de la Ciudad.
- b) Determinación de:
 - Cotas de fondo de buzones
 - Caídas en los buzones
 - Diámetro de tuberías
 - Flujo de Canaletas
 - Características de construcción

La red existente de desagües, figura en los planos No. 3 al No. 10 inclusive.

4.- ESTADO ACTUAL DE LA RED

La red de colectores entrega sus descargas en

diferentes puntos, a las canalizaciones. Parte de ella tiene también conectados a su sistema sumideros para aguas de lluvia, los cuales por no tener suficiente capacidad ni adecuado servicio de mantenimiento, no están en funcionamiento.

En determinados sectores de la ciudad, se producen continuos atoros debido al mal estado de las canaletas de los buzones, ampliaciones defectuosas y empalmes clandestinos a la red, hechos sin ningún criterio técnico.

En el levantamiento del sistema, se encontraron 45 buzones enterrados, lo cual traía como consecuencia dificultades en la ubicación de los colectores correspondientes y en las operaciones de mantenimiento. La relación de los buzones enterrados figura en el cuadro No. 3.

La longitud y porcentaje de tuberías de concreto de diversos diámetros que comprende el sistema general existente de desagües, se aprecia en el cuadro No. 2, en el que se indica también las longitudes de las canalizaciones, por hacer éstas las veces de colectores primarios y emisores. Los diámetros que figuran con la anotación "in situ", corresponden a valores representativos de sus capacidades hidráulicas, pues la diversidad de secciones transversales encontradas en el levantamiento de

la red, hacen difícil emplear otra clasificación más homogénea. Figura además en dicho cuadro, el número de buzones existentes y sus características más importantes.

En los puntos finales de la red, existen tres descargas de desagües, las que sin tratamiento previo alguno, son utilizadas para el riego de hortalizas y plantas de tallo corto. Ver croquis No. 2.

La Administración del Servicio, no cuenta con el equipo necesario para la limpieza y mantenimiento de la red.

C.- BASES DE DISEÑO

Para el desarrollo de una solución integral, se requiere definir previamente ciertos criterios básicos que sirvan de guía en la elaboración del proyecto. En e se sentido, este capítulo trata sobre la determinación de los valores que sirvan como bases para el diseño de la ampliación y mejoramiento de la red de desagües.

1.- ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE LA POBLACION

A.- Recopilación de Datos

La ciudad del Cuzco, antigua capital del Imperio de los Incas, ha fluctuado en su crecimiento. Se es tima que en la época incaica su población pasaba de los 200,000 habitantes, habiendo disminuído notablemente esa población en el coloniaje español. Sin embargo es recién a partir de la época republicana es que contamos con datos y censos que se pueden considerar fidedignos.

A continuación se describen, los datos de población obtenidos de diferentes fuentes:

Censo del 19 de Agosto de 1906

Ejecutado por el Concejo Provincial del Cuzco; abarcó la provincia del Cuzco, por ese entonces formada

con los actuales distritos de: Cuzco, San Sebastián y San Jerónimo. Indicó una población de 18,617 habitantes en la zona urbana.

Censo del 10 de Setiembre de 1912

Realizado por la Universidad Nacional del Cuzco y bajo la dirección del Dr. Alberto A. Giesecke. Los valores obtenidos de población incluye áreas urbanas y rurales. Para el distrito del Cuzco, señala 20,228 habitantes. Se sabe que el distrito estaba formado por los mismos distritos (actuales), señalados en el censo anterior.

Censo del 10. de Julio de 1940

Pertenece al Censo Nacional realizado ese año. Se informó lo siguiente:

a) En el distrito del Cuzco, había una población de 45,158 habitantes para el área urbana y 5,409 habitantes para el área rural.

b) En el distrito de San Gerónimo, había una población urbana de 2,310 habitantes y para la población rural 2,175 habitantes.

El distrito del Cuzco estaba formado por los actuales distritos del Cuzco, Santiago, 24 de Junio, Ccorca y Poroy.

Censo de Agosto de 1959

Fue efectuado por el Area de Salud del Cuzco, ob-
teniéndose una población de 66,804 habitantes para el cen-
so urbano. Se realizó por visitas durante el mes de Agos-
to, por lo cual se le consideró una omisión censal a la
población indicada.

Censo del 10. de Junio de 1961

Corresponde al último censo nacional organizado
por la Dirección General de Estadística, se obtuvieron los
siguientes resultados:

<u>Distritos</u>	<u>Pob.Urbana</u>	<u>Poblac.Rural</u>	<u>Total</u>
Cuzco	60,048	545	60,593
Ccorca	1,822	1,463	
Poroy	621	209	
San Gerónimo	3,552	1,322	
San Sebastián	3,002	1,277	4,279
Santiago	9,792	1,825	11,617
Saylla	726	126	
24 de Junio	8,449	6,651	15,100
			91,589

Como se puede observar, este censo arrojó 91,589
hab. para la población urbana y rural de los distritos de
Cuzco, San Sebastián, Santiago y 24 de Junio que constitu-
ye el conglomerado metropolitano de la capital del Cuzco.

Para el casco urbano, en el cual está compren-
dida la población urbana de los distritos de Cuzco, San-
tiago y 24 de Junio el censo arrojó 78,289 habitantes.

B.- Análisis de los Valores de Población

Los censos de 1906 y de 1959, no se tomaron en cuenta para el estudio de la población futura, por considerar que no son exactos.

El censo de 1912 indica que el distrito del Cuzco tenía 20,228 hab. como población urbana y rural, considerando los actuales distritos de: Cuzco, Santiago y 24 de Junio. También tenemos que en el censo de 1961, indica para los mismos distritos una población de 78,289 hab. y una población rural de 9,021 hab.; es decir en porcentajes sería:

<u>Población</u>	<u>Habitantes</u>	<u>Porcentajes</u>
U r b a n a	78,289	89,7 %
R u r a l	9,021	10.3 %
T o t a l	87,310	100.0 %

Y si consideramos los mismos porcentajes para el año 1912 tendremos:

<u>Población</u>	<u>Habitantes</u>	<u>Porcentajes</u>
U r b a n a	12,128	89.7 %
R u r a l	2,100	10.3 %
T o t a l	20,228	100.0 %

Para el censo de 1940 nos encontramos con la misma indeterminación, pues indica una población de 45,158 habitantes para el área urbana, y 5409 habitantes

para el área rural, en los actuales distritos de: Cuzco, Santiago, 24 de Junio, Ccorca y Poroy.

Refiriéndonos al censo de 1961, se vé que el total de habitantes para los mismos distritos fue de: 80,732 hab. para la zona urbana y (10,693 hab. para la zona urbana y) 10,693 hab. para la zona rural, teniendo Ccorca y Poroy una población urbana de 2,442 y una población rural de 1,672 hab. o sea en porcentaje para Ccorca y Poroy (sobre la población total) valores de:

$$\frac{2,442}{80,732} \times 100 = 3.0 \%$$

$$\frac{1,672}{10,695} \times 100 = 15.6 \%$$

Luego aplicando estos porcentajes para los mismos distritos en el censo de 1940 tendríamos:

$$\frac{45,158}{100} \times 3.0 = 1,355 \text{ hab.}$$

$$\frac{5,409}{100} \times 15.6 = 844 \text{ hab.}$$

Para el censo de 1940 considerando lo anterior, tenemos:

Población Urbana:	45,158	-	1355	=	43,803	hab.
Población Rural :	5,409	-	844	=	4,565	hab.
Total	:			=	48,368	hab.

En el censo de 1961, se obtuvo la siguiente población:

Población Urbana: 78,289 hab.

Población Rural : 9,021 hab.

Resumiendo, se tiene que los valores de la población considerando sólo los distritos de: Cuzco, Santiago y 24 de Junio para los años 1912, 1940 fueron:

<u>Año del Censo</u>	<u>Poblac. Urbana</u>	<u>Poblac. Rural</u>	<u>Total</u>
1912	18,128	2,100	20,228
1940	43,803	4,565	48,368
1961	78,289	9,021	87,310

Asimismo, los censos para el distrito de San Sebastián dieron los siguientes valores:

<u>Año del Censo</u>	<u>Poblac. Urbana</u>	<u>Poblac. Rural</u>	<u>Total</u>
1912			2,271
1940	1,987	2,098	4,085
1961	3,002	1,277	4,279

Teniendo en cuenta que la población futura estará conformada con los habitantes que se ubiquen dentro del area de expansión futura señaladas por el plano regulador, y que en dicho plano figuran actualmente las poblaciones urbana y rural de la ciudad del Cuzco y del distrito de San Sebastián, el estudio de la población futura fue realizado a partir de esta condición, es decir,

de la población "Urbana mas Rural". O sea:

<u>Censo</u>	<u>Población</u>
1912	22,499 = P1
1940	52,453 = P2
1961	91,589 = P3

Cálculos de Población Futura

1.- Método Aritmético

$$P_2 - P_1 = 52453 - 22499 = 29954 \text{ hab.}$$

$$t_2 - t_1 = 1940 - 1912 = 28 \text{ años}$$

$$P_2 - P_1 = 29954$$

$$\frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} = \frac{29954}{28} = 1070 \text{ hab/año}$$

$$P_3 - P_2 = 91589 - 52453 = 39136 \text{ hab.}$$

$$t_3 - t_2 = 1961 - 1940 = 21 \text{ años}$$

$$P_3 - P_2 = 39136$$

$$\frac{P_3 - P_2}{t_3 - t_2} = \frac{39136}{21} = 1864 \text{ hab/año}$$

Promedio

$$\frac{r' + r''}{2} = \frac{1069 + 1863}{2} = \frac{2932}{2} = 1467 \text{ hab/año.}$$

El crecimiento aritmético de la población con la razón promedio de los dos últimos censos:

$$P_t = P_0 + r'' (t - t_0)$$

$$P_{1963} = 81,589 + 1864 (1963 - 1961) = 81,589 + 3,728 = 85,317 \text{ hab.}$$

$$P_{1973} = 91,589 + 1864 (1973 - 1961) = 91,589 + 22,368 = 113,957 \text{ hab.}$$

$$P_{1983} = 91,589 + 1864 (1983 - 1961) = 91,589 + 41,008 = 132,597 \text{ hab.}$$

$$P_{1993} = 91,589 + 1864 (1993 - 1961) = 91,589 + 59,648 = 151,237 \text{ hab.}$$

$$P_{2003} = 91,589 + 1864 (2003 - 1961) = 91,589 + 78,288 = 169,877 \text{ hab.}$$

$$P_{2013} = 91,589 + 1864 (2013 - 1961) = 91,589 + 96,928 = 188,517 \text{ hab.}$$

El crecimiento aritmético de la población con la razón promedio de los 3 últimos censos sería.

$$P_{1963} = 91,589 + 1467 (1963 - 1961) = 91,589 + 2,934 = 94,523 \text{ hab.}$$

$$P_{1973} = 91,589 + 1467 (1973 - 1961) = 91,589 + 17,604 = 109,193 \text{ hab.}$$

$$P_{1983} = 91,589 + 1467 (1983 - 1961) = 91,589 + 32,274 = 123,863 \text{ hab.}$$

$$P_{1993} = 91,589 + 1467 (1993 - 1961) = 91,589 + 46,944 = 138,533 \text{ hab.}$$

$$P_{2003} = 91,589 + 1467 (2003 - 1961) = 91,589 + 61,614 = 153,203 \text{ hab.}$$

$$P_{2013} = 91,589 + 1467 (2013 - 1961) = 91,589 + 76,284 = 167,873 \text{ hab.}$$

2.- Método Geométrico

$$P_f = P_a (1 + r) (t_f - t_a)$$

$$P_2 = P_1 (1 + r') (t_2 - t_1)$$

$$1 + r' = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{t_2 - t_1}}$$

$$1 + r' = \left(\frac{52453}{22499} \right)^{\frac{1}{1940 - 1912}} = (2.331)^{1/28}$$

$$r' = (2.331)^{0.0357} - 1 = 0.030$$

$$P_3 = P_2 (1 + r'')^{t_3 - t_2}$$

$$1 + r'' = \left(\frac{P_3}{P_2} \right)^{\frac{1}{t_3 - t_2}}$$

$$1 + r'' = \left(\frac{91589}{92453} \right)^{\frac{1}{1961 - 1940}} = (1.745)^{1/21}$$

$$r'' = (1.746)^{0.0476} - 1 = 0.026$$

Promedio:

$$r = \frac{r' + r''}{2} = \frac{0.030 + 0.026}{2} = 0.028$$

Población futura geométrica:

$$P_{1963} = 91589 (1 + 0.028)^2 = 91589 \times 1.057 = 96,810 \text{ habit.}$$

$$P_{1973} = 91589 (1 + 0.028)^{12} = 91589 \times 1.393 = 127,583 \text{ habit.}$$

$$P_{1983} = 91589 (1 + 0.028)^{22} = 91589 \times 1.836 = 168,157 \text{ habit.}$$

$$P_{1993} = 91589 (1 + 0.028)^{32} = 91589 \times 2.419 = 221,554 \text{ habit.}$$

$$P_{2003} = 91589 (1 + 0.028)^{42} = 91589 \times 3.188 = 291,986 \text{ habit.}$$

$$P_{2013} = 91589 (1 + 0.028)^{52} = 91589 \times 4.202 = 384,857 \text{ habit.}$$

3.- Método Comparativo

Para este fin, se ha escogido la ciudad de Arequipa, por ser la que reúne mayor afinidad con el Cuzco, y porque teniendo actualmente mayor población, podemos esperar nos lleve a resultados aceptables.

Para la ciudad de Arequipa Metropolitana, que comprende las provincias de: Arequipa, Cayma, Cerro Colo-

rado, Miraflores y Yanahuara, se tiene los siguientes valores de población según los últimos censos nacionales:

<u>Censo</u>	<u>Población</u>
1940	80,000 hab. P1
1961	168,000 hab. P2

Como se puede ver, la ausencia de mayores censos, nos limita el trazo de la curva de crecimiento real para la ciudad escogida, por lo que este método se reduce a una comparación con las tendencias de crecimiento aritmético y geométrico a partir de los valores disponibles:

a) Método Aritmético (Arequipa)

$$\frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} = \frac{168000 - 80000}{1961 - 1940} = \frac{88000}{21} = 4,190 \text{ hab/año}$$

- Población futura Aritmética

$$VP_t = P_o + r (t_t - t_o)$$

$$P1971 = 168,000 + 4190 \times 10 = 168,000 + 41,900 = 209,900 \text{ hab.}$$

$$P1981 = 168,000 + 4190 \times 20 = 168,000 + 83,800 = 251,800 \text{ hab.}$$

$$P1991 = 168,000 + 4190 \times 30 = 168,000 + 125,700 = 293,700 \text{ hab.}$$

$$P2001 = 168,000 + 4190 \times 40 = 168,000 + 167,600 = 335,600 \text{ hab.}$$

b) Método Geométrico (Arequipa)

$$P_2 = P_1 (1 + r)^{t_2 - t_1}$$

$$1 + r = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{t_2 - t_1}} = (2.1)^{1/21} = 1.036$$

$$r = 0.036$$

- Población Futura Geométrica (Arequipa)

$$P_{1971} = 168,000 (1.036)^{10} = 239,232 \text{ hab.}$$

$$P_{1981} = 168,000 (1.036)^{20} = 340,536 \text{ hab.}$$

$$P_{1991} = 168,000 (1.036)^{30} = 484,680 \text{ hab.}$$

$$P_{2001} = 168,000 (1.036)^{40} = 690,144 \text{ hab.}$$

CONCLUSIONES

1.- Los métodos de cálculo estudiados, nos dan resultados matemáticamente reales, y solo sirven para estudiar las probables tendencias de crecimiento de la población.

2.- Se puede decir que el crecimiento de la población en la ciudad del Cuzco, estará por encima de los valores obtenidos por el método aritmético, a partir de la población registrada en los 2 o 3 últimos censos.

3.- También es factible esperar que las curvas de crecimiento obtenidas por el método comparativo con la ciudad de Arequipa, estén en el lado de la seguridad por tener esta ciudad mayor cercanía al mar, mejores vías de comunicación, tanto con el interior como con el exterior de la república, que le permite un mayor intercambio en todo sentido; además tiene una mejor disponibilidad para su expansión geométrica, debido a su topografía y observarse la tendencia de inmigración de habitantes de los departamentos vecinos.

4.- Para el caso de la ciudad del Cuzco, se observa que dentro del área de expansión futura, se ha comprendido al distrito de San Sebastián y el área de la población rural de la ciudad, y la del mencionado distrito. Se observa que la población de San Sebastián, así como las poblaciones rurales mencionadas, no están consideradas en la actualidad dentro de la población urbana actual de la ciudad del Cuzco, pero podemos decir que en el gran futuro si serán incorporadas.

5.- Teniendo en cuenta los anteriores planteamientos para el trazo de la curva de probable crecimiento de la población, se trazo la curva de población urbana actual, ^{la que} va acercándose paulatinamente a la curva de crecimiento de población "urbana más rural", para confundirse con ésta finalmente en el futuro.

En el gráfico No. 3, se puede observar el trazo de las curvas de crecimiento de la población de acuerdo a la tendencia de los métodos anteriormente estudiados. Siguiendo la curva correspondiente al "Crecimiento Urbano" (No.6), se tiene como población futura los siguientes valores:

<u>Año</u>	<u>Población</u>
1973	107,000
1983	138,000
1993	174,000
2003	213,000

2.- DENSIDADES DE DISEÑO

Con el objeto de distribuir la población obtenida del estudio anterior, se deben fijar las densidades de población para el área de expansión futura. Es bueno recordar que las densidades de diseño no siempre serán densidades de saturación, y que solo representan las densidades estimadas para el año de diseño.

La zonificación de expansión urbana preparada para tal fin por el Departamento de Vivienda y Urbanismo de la CRIF, señala un área de expansión urbana de 1616 hectáreas para el año 2000, recomendando diversos usos de la tierra.

Conociendo que en la actualidad, la ciudad tiene una densidad bruta promedio de 178 habitantes por hectárea, se ha distribuido la población en 11 zonas agrupadas por tipo de densidades, delimitándose también a la vez, áreas destinadas para parques, así como un área de 62 Há. para la ubicación del Parque Zoológico y Jardín Botánico ubicado al noroeste de la ciudad. La población así distribuida figura en el cuadro No. 4, y en el plano No.2, los que con una densidad promedio de 135 habitantes por hectárea bruta, fijan las densidades de diseño y una población de 217,755 habitantes.

3.- DOTACION

La cantidad de agua potable que requiere una ciudad para su servicio, está en función del número de habitantes, tipo de industrias, comercio, consumos públicos, pérdidas en la red, etc. Con la finalidad de reducir todos estos factores en un término abstracto, es que se acostumbra llamar como "consumo per cápita" al consumo de agua, promedio entre el número de habitantes servidos. Resulta entonces de vital importancia para la elaboración del proyecto, obtener éste valor en tal forma que nos permita acertar o estar próximos a los futuros valores.

A fin de obtener fundamentos reales para la determinación de la dotación promedio anual per cápita de agua potable para la ciudad del Cuzco, se efectuaron los siguientes estudios:

1.- Se realizó una encuesta durante una semana, sobre los consumos diarios registrados en medidores representativos de la ciudad, para diferentes tipos de conexiones servidas (viviendas, instituciones, comercio e industrias).

2.- Se aforó en el lugar de ingreso de agua a los reservorios de cabecera de la ciudad, obteniéndose un valor promedio representativo de 152 lit/seg.

3.- A partir de los registros de consumos de un mes tipo, del 60 % de las conexiones de agua de la ciudad

(todas las que tenían medidor), se obtuvo la curva porcentual que permitió determinar los porcentajes de consumidores de cada tipo de conexiones servidas (ver gráfico No. 4). Y de éste, deducir el consumo promedio per cápita.

De los estudios anteriores, se llegó a la conclusión que en la actualidad, la ciudad del Cuzco tiene una dotación per cápita de 166 lit/hab./día. Además, considerando las condiciones climatológicas del valle, el standard de vida de la población y por comparación con ciudades similares, se asumió para el año 2003 (fin del período de diseño), una dotación promedio anual de 210 lit/hab/día, es decir que se requerirá un servicio eficiente de agua potable para la población de 213,000 habitantes de:

$$\frac{210 \frac{\text{litros}}{\text{hab.} \times \text{día}} \times 213,000 \text{ hab.}}{86,400 \frac{\text{seg.}}{\text{día}}} = 517 \text{ lit/seg.}$$

4.- VARIACIONES DE CONSUMO

Según informes del Servicio de Agua Potable del Cuzco, en los últimos años, el consumo de la ciudad varía entre 162 lit/seg., y 130 lit./seg. y en ningún caso se ha requerido más de estas cifras. Esto fue comprobado por la necesidad de limitar los ingresos de agua para evitar

los rebalses en los reservorios cuando las fuentes de agua suministraba mayores cantidades. En determinadas épocas del año el gasto promedio diario baja hasta 130 lit/seg. pero nunca cae debajo de este valor. Estos valores fueron reafirmados por los aforos realizados para obtener las variaciones de agua potable y desagüe, tal como figuran en los gráficos Nos. 5 y 6.

Por lo anterior se puede señalar que el gasto promedio anual del servicio es alrededor de 146 lit./seg. y el gasto promedio correspondiente al día máximo 111 % con respecto al día promedio.

$$0 \text{ sea: } \frac{162 \text{ lit./seg.}}{146 \text{ lit./seg.}} \times 100 = 111 \% \text{ DIA MAXIMO}$$

Las estadísticas sobre demandas del día máximo con respecto al promedio anual, indican cifras que en su generalidad varían entre 120 % y 140 %. Considerando que las variaciones de temperatura promedio en las diferentes épocas del año se mantienen casi constantes (de 10° a 12°C), y sabiendo la primordial influencia que tiene ésta en la uniformización de la demanda, se adopta como valor para el día máximo con respecto al día promedio: 120 %.

Conociendo que el valor máximo horario suele estar comprendido entre 150 % y 400 %, en concordancia

con los valores de variación registrados en los aforos, y considerando que mejoras en los servicios tienden a elevar el valor máximo horario se adoptó como valor máximo horario: 180 %.

Resumiendo se tiene:

Máximo diario:	120 %
Máximo horario:	180 %
Máximo máximum:	216 %

De acuerdo a las densidades de diseño, se ha distribuido el consumo de agua por zonas, tal como figuran en el cuadro No. 5.

5.- APORTE DE AGUAS SERVIDAS

Teniendo en cuenta que los desagües domésticos representan generalmente el 60 % a 70 % del consumo promedio de agua, y en concordancia con los valores adoptados para la ciudad de Arequipa, que es de características similares a la del Cuzco, se asume que el porcentaje de desagües domésticos que se evacúan es del orden del 70 %. Por lo tanto, las pérdidas ocasionadas por las aguas que no llegan a la red, como son las utilizadas por consumo doméstico, riego de jardines, lavado de calles, pérdidas por uniones mal calafateadas,, buzones permeables y roturas de tuberías, representan el 30 % del valor de la dotación de agua potable.

Para el diseño de la red de desagües, se ha adoptado las mismas variaciones diarias, horarias y máximas consideradas que para la red de agua potable, despreciándose las variaciones registradas por los aforos de desagües, ya que dado el número de estaciones empleadas, hubo dificultad en interpretar los resultados, cabiendo la posibilidad de que hayan ocurrido errores en los valores extremos.

6.- A F O R O S

El valor de las descargas de desagües, fue determinado mediante aforos en los puntos de ingreso y salida de las canalizaciones, y además por los realizados en los lugares de descarga de los colectores que no ingresan a dichas canalizaciones (ver esquema N° 2). En el anexo correspondiente, figuran detalladamente los resultados obtenidos, así como los procedimientos seguidos en cada caso. Se obtuvo un promedio de descarga de desagües de 140.2 l.p.s., tal como figura en el gráfico N° 6.

7.- INFILTRACION

El consumo de agua potable en la ciudad del Cuzco, registrado en el ingreso de aguas a los reservorios de cabecera, durante la misma semana de aforos de desagües, indicó un promedio de 152.0 l.p.s.; y teniendo en cuenta los registrados en los puntos de descargas, pode-

mos decir que el porcentaje con respecto al consumo de agua, de los desagües domésticos más el porcentaje de infiltración, es para la ciudad del Cuzco:

$$\frac{140.2 \text{ l.p.s.}}{152.0 \text{ l.p.s.}} \times 100 \approx 90 \%$$

Sabiendo que se considera las descargas de los desagües domésticos como el 70% del consumo de agua potable, resulta que el valor de la infiltración puede ser estimado en un $90 - 70 = 20 \%$; esto es:

$$0.20 \times 152.0 = 30.4 \text{ l.ps.}$$

I siendo el área de contribución de desagües actual de 426 hectáreas, la carga de infiltración será:

$$\frac{30.4 \text{ l.p.s.}}{426 \text{ Há}} = 0.0715 \text{ lit/seg/Há.} = 0,00000715 \text{ lit/seg/m}^2$$

La descarga de infiltración obtenida de $0.00000715 \text{ lit/seg/m}^2$. para la ciudad del Cuzco, si bien difiere en aproximadamente 50 % del promedio de los datos indicados en el cuadro N° 6; es justificable debido a que el terreno arcillo-arenoso, y las pronunciadas pendientes de la localidad, tienden a disminuir considerablemente el gasto de infiltración en la red de desagües, pudiendo disminuirse este valor mediante el cuidadoso y eficiente calafateo de las uniones de las futuras tuberías de aguas servidas.

Por lo expuesto, se considera para el proyecto

la carga de infiltración de 0.0715 por segundo y por hectárea.

8.- DISPOSICION FINAL DE LOS DESAGUES

Entre las posibles alternativas para la disposición final de los desagües de la ciudad, tenemos:

a.- Vertimiento directo en el terreno.- Consiste en que por medio de drenes o por pozos de percolación, se trate de eliminar los desagües. Este método no es aplicable en nuestro caso, porque debido a lo saturado que se presenta el terreno y a la naturaleza de la ciudad, se requeriría de amplias áreas de terrenos dedicados a este fin, Por otro lado, la falta de agua para fines agrícolas que tiene el valle, nos obligan a desechar tal posibilidad.

b.- Vertimiento en un curso de agua (Río Huatanay).- A pesar de que en épocas de estiaje, el gasto que discurre por el río Huatanay es reducido (150 lit/seg), éste representa la única posibilidad de eliminación de desagües en un curso receptor debido a la configuración del valle. De este modo, se permitirá regar áreas ubicadas en cotas inferiores al de la ciudad.

Por las razones expuestas, se escoge la segunda solución.

D.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

1.- E L . P R O B L E M A

La ciudad del Cuzco, para solucionar el problema que presenta la red de colectores en la evacuación de las aguas servidas, necesita básicamente resolver los siguientes puntos:

a) De acuerdo a las características de los desagües y a las del cruso receptor, definir si es conveniente o no el tratamiento. Asimismo, determinar en relación con lo anterior, el sistema de evacuación por adoptar, para la evacuación de los desagües domésticos y pluviales.

b) Remodelar el sistema de flujos de la red, definiendo y/o modificando las características de las cañaleras de los buzones para permitir así una conveniente distribución de gastos para los colectores de acuerdo a sus máximas capacidades de conducción.

c) Coordinar la red existente, en tal forma que descargue los desagües de la zona actual y los de la expansión futura, en un punto tal que permita en todo momento la evacuación en condiciones sanitarias adecuadas. Esto involucra prolongar la red en las zonas urbanas que presentan deficiencias y estudiar el crecimiento de la ciudad de acuerdo al Plano Regulador, a fin de que se permita prever soluciones definitivas para las descargas de

las áreas de expansión futura.

2.- Sistema Adoptado

Con la finalidad de determinar las condiciones de dilución que se presentarían en el caso del vertimiento directo de los desagües del río Huatanay, se realizó aforos del curso receptor en épocas de estiaje, valor que resultó ser de 150 lit/seg.; además, se realizaron análisis de los desagües en una zona representativa de la ciudad, y de las aguas del curso receptor. Dichos análisis figuran en el cuadro N° 7, y con estos valores se determinó el grado de contaminación del río que se presentaría en esas condiciones. Se adoptó también el valor de 15 ppm como BOD, para las aguas de infiltración que ingresan a la red, cifra que representa el BOD promedio obtenido en las aguas blancas que ingresan a las canalizaciones.

En el cuadro N° 8, se puede observar el valor de las descargas de desagües e infiltración para las diferentes etapas de diseño.

De acuerdo con lo anterior se tiene:

Al iniciarse el Plan:

Gasto de Diseño: Gasto máximo diario de desagüe más gasto de infiltración: 242 lit/seg.

DBO (5 días, 20°C del desagüe) = 250 ppm (Promedio)

DBO (5 días, 20°C de agua de infiltración) = 15 ppm (Promedio).

Luego:

Desagües	188 lit/seg.	x 250 ppm =	47,000 ppm
Agua de infilt.	<u>54 lit/seg.</u>	x 15 ppm =	<u>810 ppm</u>
Total	242 lit/seg.		47,810 ppm

Desagües más agua de infiltración 242 lit/seg.

47,810 ppm;

	Contribución del río Huatanay	<u>150 lit/seg</u>
<u>1,131 ppm</u>	Total	392 lit/seg.
		y 48,941 p.p.m.

DBO del río Huatanay luego del vertimiento:

$$\frac{48,941 \text{ ppm}}{392 \text{ lit/seg}} = 125 \text{ ppm}$$

$$\text{DBO por remover } \frac{47,810}{242} = 197 \text{ ppm.}$$

B.- A los 30 años:

Desagües	435 lit/seg.	x 250 ppm =	108,200 ppm
Agua de Infiltrac.	<u>107 lit/seg.</u>	x 15 ppm =	<u>1,620 ppm</u>
Total:	542 lit/seg.		109,820 ppm.

Desagües más agua de infiltración	542 lit/seg-	109,820 ppm
Contribución del río Huatanay	<u>150 lit/seg</u> -	<u>1,141 ppm</u>
Total	692 lit/seg-	110,961 ppm

D.B.O. del río Huatanay luego del vertimiento:

$$\frac{110,961 \text{ ppm}}{692 \text{ lit/seg.}} = 160 \text{ ppm.}$$

$$\text{D.B.O. por remover } \frac{109,820 \text{ ppm}}{542 \text{ lit/seg}} = 203 \text{ ppm.}$$

Se tiene por lo tanto, que por vertimiento directo de los desagües de río Huatanay, se tendría un BOD alrededor de los 150 ppm. en promedio, de acuerdo a las cifras obtenidas en los cálculos que preceden.

Considerando la magnitud de la contaminación del curso receptor, es necesario tratar las aguas servidas.

3.- GRADO Y POSIBLES METODOS DE TRATAMIENTO

Dado que las aguas de curso receptor se utilizan para regadío, se considera que los desagües deben tener tratamiento completo, máximo si se tiene en cuenta la deficiente educación sanitaria del campesinado. Se estima que 20 ppm. de DBO del curso receptor es adecuada como se establece en los "standars of British Royal Commission of Sewege Effluentes" para tratamiento completo.

Habiéndose descartado el tratamiento por lagunas de oxidación tanto por las bajas temperaturas del medio ambiente como por la magnitud del caudal del desagüe, quedan estas dos posibilidades:

- a) Método de tratamiento convencional.
- b) Método de tratamiento de lodos activados.

Es evidente que en los procesos de tratamiento de lodos activados, es necesario disponer de personal es-

pecializado para mantenimiento y además de equipo mecánico más caro que en el caso del proceso convencional.

Por estas razones, se adopta el método de tratamiento convencional, constituido por las siguientes unidades:

A.- Tratamiento Primario.

- 1.- Trituradores y rejas.
- 2.- Desarenadores.
- 3.- Medidor Parshall.
- 4.- Sedimentadores Primarios.

B.- Tratamiento Secundario.

- 5.- Filtros biológicos.
- 6.- Sedimentadores secundarios.
- 7.- Digestión separada de lodos.
- 8.- Lechos de secado.

Por otro lado, teniendo presente el valor promedio de las precipitaciones registradas en la ciudad (700 m.m. anuales), es conveniente dotar a la ciudad de un sistema de desagües pluviales que deberá ser ejecutado paralelamente al de los de la red de desagües domésticos. Considerando que este problema no representa un factor básico de saneamiento de la ciudad, se sugiere que el problema sea estudiado, proyectado y financiado por cuenta de las instituciones edilicias y de fomento industrial-comercial. El presente proyecto no incluye la solución del dre

naje de aguas pluviales ni el de la planta de tratamiento requerida para las aguas servidas.

4.- CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO

1.- Proteger la salud de la población, mediante un sistema adecuado de alcantarillado, técnico y sanitariamente proyectado.

2.- Por razones de economía, se considera el máximo aprovechamiento de la red de desagües existente.

3.- A fin de evitar la contaminación del río Huatanay, se eliminarán las descargas de desagües domésticos a las canalizaciones.

4.- Con el objeto de tener un factor de seguridad en la ejecución del proyecto, se considera que los colectores existentes sólo deberán trabajar con gastos máximos a medio tubo, y los colectores proyectados con gastos máximos a tres cuartos de tubo. Además no se considera coeficiente de retardo en el diseño de la red, a fin de que ésta pueda absorber eventualmente los desagües pluviales provenientes de áreas de techos y patios interiores, cuyo aporte no puede predecirse.

5.- El diseño de la red proyectada, se ajusta a las normas establecidas para dichos fines por el Ministerio de Fomento y O.P.

6.- Los cálculos se han hecho en base a la fór-

mula de Manning para colectores, considerando en todos los casos como coeficiente de rugosidad $n = 0.013$; pues no se requiere mayor aproximación debido a las variaciones de gastos en desagües.

5.- GASTO DE LAS DESCARGAS DE DESAGUES

La descarga total obtenida en función de las densidades de diseño (por zonas), figuran en el cuadro No. 9. A fin de facilitar los cálculos, se ha confeccionado además, el cuadro No. 10, en el que aparecen los ingresos de desagües por metro lineal de tubería para las diferentes zonas consideradas.

De la zona 9-A, que ha sido destinada como Parque Zoológico y Jardín Botánico de la ciudad, no se considera aportes de desagües a la red, por estimar que éstos serán mínimos.

En el diseño de la red, tienen influencia las descargas particulares de ciertas industrias o entidades especiales que por su naturaleza misma, escapan a las consideraciones de descarga adoptadas y que pueden tener elevados porcentajes de variación.

Para el presente proyecto, en vista de no haber podido aforar estas descargas particulares, por la falta de planos de conexiones domiciliarias y la dificultad en ubicar los puntos de descarga a la red, se adoptó

valores obtenidos a partir de los consumos de agua registrados por los medidores y por comparación con las descargas de entidades similares. Para las variaciones de máximo maximórum se ha considerado 600 % del gasto promedio anual, valor obtenido, en los estudios realizados para el mejoramiento y ampliación de la Red de Desagües de la ciudad de Arequipa (1959). En el cuadro No. 11 figuran las entidades consideradas, así como sus gastos respectivos adoptados. Según éstos, el porcentaje de las descargas concentradas en función del total de desagües domésticos será:

$$\frac{11.22 \times 100}{352} = 3.2 \%$$

De conformidad con el estudio realizado para la determinación de los tipos de consumidores a partir de la curva porcentual de conexiones de agua potable con medidores en la ciudad (ver gráfico No.4), se obtiene que el 6 % de las conexiones domiciliarias representan a los altos consumidores, y que por consiguiente podemos suponer que en el mismo porcentaje se deberán presentar las descargas concentradas de desagües.

Ahora bien, teniendo presente que en el cuadro No. 11, no figuran altos consumidores ubicados en la zona central (1), por ser ésta una zona mayormente comercial, podemos decir que el porcentaje asumido se ajusta a la.

realidad. Además, se puede señalar que para la zona central, cualquier discrepancia que se pudiera presentar por no haber considerado descargas concentradas, queda minorizado por el hecho de que los colectores de esta zona, tienen exceso de capacidad para recibir las descargas domésticas; de acuerdo a los cálculos efectuados y comprobaciones de campo realizados.

6.- RED PROYECTADA

La red de desagües ha sido proyectada en base a una gran colector trazado por la Avenida "28 de Julio". Este colector se inicia en la Av. "El Sol" con el ingreso de los aportes provenientes de la zona alta de la ciudad; durante su recorrido interceptará a los colectores primarios previstos, para finalmente ingresar a la Planta de Tratamiento de Desagües por medio del Emisor No. 1 ubicado en el límite de expansión de la ciudad.

La ubicación del colector 28 de Julio, permitiría evitar las múltiples descargas existentes al río Huatanay, provenientes de los desagües domésticos de la ciudad, así como las descargas futuras de las nuevas áreas de expansión urbana.

En la red existente, se han considerado modificaciones solo cuando éstas sean necesarias para su normal desempeño.

La integración de las descargas de los desagües domésticos del área urbano actual, se han efectuado mediante la distribución coordinada de los caudales en toda la red existente de acuerdo a sus capacidades, complementándose con nuevos colectores donde fue necesario considerarlos. En el caso de las canalizaciones que sirven actualmente para la recolección de los desagües domésticos y pluviales, se han proyectado colectores a ambos lados de éstas, para así interceptar todos los ingresos de aguas negras.

Para los efectos de la distribución coordinada de los caudales, ha sido necesario definir o modificar el sentido de las canaletas de fondo de algunos buzones existentes. La relación de ellos figura más adelante.

Los cálculos pertinentes al diseño de la red se hallan en 43 cuadros incluidos en el anexo de esta memoria. Las cotas de los buzones existentes figuran con aproximación al milímetro y los buzones proyectados, con aproximación al centímetro.

Debido a la topografía del terreno, se ha tenido que proyectar ciertos colectores con pendiente fuerte, y que trabajarán por lo tanto con altas velocidades de flujo. Se considera que estos colectores no presentarán problemas de mantenimiento en el futuro, pues el flujo que discurrirá por ellos es inferior a su capacidad media.

Además aún proyectándolos con fuertes enterramientos y considerando buzones con caídas, no se podría obtener las pendientes recomendables, consiguiendo así solo el encarecimiento de la red; por lo tanto en éstos casos se descartó esa alternativa.

Al diseñar colectores en paralelo a ambos lados de las canalizaciones existentes, se encontró al hacer la redistribución de flujos, que ciertas tuberías de la red tiene diámetros altos y capacidad excesiva con respecto a los gastos de desagües domésticos más los gastos de infiltración considerados. Por esta razón, en algunos casos se ha prolongado la red con diámetros menores a los existentes. En el anexo respectivo, aparece mayor información al respecto.

En el plano No. 59 figuran las áreas de influencia de los principales colectores, así como también se señalan las áreas de sectores que por no tener trazo de calles solo se ha considerado sus gastos correspondientes en los buzones señalados para su ingreso a la red. La numeración de dichos buzones figura en el cuadro No. 12.

De acuerdo al estudio de la población y al área de expansión futura, ha sido necesario ampliar la red existente a diversas zonas, por lo que se ha trazado algunos nuevos colectores por las principales avenidas previstas en el Plan Vial elaborado por la oficina de Planeamiento

to y Urbanismo de la CRIF;

La descripción general de la red aparece a continuación:

El área urbana actual se servirá por la red de colectores existentes con las modificaciones consideradas, utilizando como colectores primarios los que van por la Av. El Sol, y los que se han proyectado en la Av. del Ejército y en la Av. de la Infancia, trazados a ambos lados de la canalización.

El presente proyecto no considera el estudio de colectores en las áreas cuya red de desagües está en etapa de construcción y solo se ha limitado a incluir sus aportes en los puntos de descarga señalados para tal fin. Este criterio se ha seguido específicamente para las Urbanizaciones Tahuantinsuyo, Ttio, Cruz Pata, Rosas Pata y Barrio Profesional.

El colector Diagonal No. 1 se inicia en el Av. de la Cultura, está trazado por caminos existentes de la zona 6-A y descargará finalmente en el colector de la Av. 28 de Julio en el buzón No. 17 - A. Este colector recibirá los aportes provenientes de la zona 5, de la Fca. de Cerveza Cuzco, Ciudad Universitaria, Residencial Universitaria, Urbanización Uchullu y Hospital Regional por medio del colector existente en la Av. de la Cultura. Recibirá directamente los desagües de las Urbanizaciones Chachaco-

mayoc, Corpac, Huayruropata y parte de la Urbanización Marcavalle, entre los buzones comprendidos del No. 5A al No. 14A; por los colectores de la Calle "H" y calle No. 52 se permitirá el drenaje de los desagües domésticos del área ubicada sobre la Av. Collasuyo y dentro de los límites de influencia previstos en el plano No. 2. El Diagonal No. 1 servirá a un área de 250 Há. aportando un gasto de 136.46 l.p.s.

El colector Diagonal No. 2 tiene su recorrido casi en paralelo con el riachuelo Cachimayo. Se inicia con los aportes del colector de la Av. Collasuyo en el buzón No. 4 - I, recibe al colector de la Av. de la Cultura en el buzón No. 13 - B, y posteriormente descarga en el colector de la Av. 28 de Julio en el buzón No. 19 - B. El colector de la Av. Collasuyo recibirá los desagües de las urbanizaciones que se ubiquen al Norte de él; y el colector de la Av. de la Cultura recibirá los desagües provenientes de las Urbanizaciones Manuel Prado, Centro Cívico Comunal, Barrio Magisterial, Urbanización Quispicanchis y de la Fca. Comersa. Al Diagonal No.2, descargarán directamente además las Urbanización Marcavalle y el área vecina "Sur" ubicada sobre la línea del ferrocarril del Sur. Este colector servirá un área de 148 Há. cuyos desagües domésticos se consideran en 92.37 l.p.s.

El distrito de San Sebastián ubicado según el Plano Regulador en la Zona - 10; tiene una extensión de 30.4 Há. Se le ha proyectado una red de colectores de 8" de diámetro para recibir sus desagües domésticos, considerándose un aporte de 0.0017 litros por segundo y por metro lineal de colector según el cuadro No. 6. Además recibirá en el buzón No. 110 B el aporte correspondiente a 3.1 Há vecinas al distrito y cuyo límite es el riachuelo Cachimayo. (Sector No. XXV). No ha sido posible el diseño de sus colectores por no tener trazo de calles, esto ha motivado a su vez que comprometa una longitud de 250 m. de la Av. de la Cultura cuyo colector deberá ser proyectado según el trazo futuro de las calles de dicha área. Todas estas descargas, ingresarán al colector de la Av. 28 de Julio en el buzón No. 161 - B debiendo cruzar previamente el riachuelo Cachimayo.

Las zonas 7 y 7A (Sector No. VII) descargarán sus desagües a la red de la Urbanización Ttio Sur la cual deberá empalmar en el buzón No. 38-A del colector de la Av. 28 de Julio. Por no haber trazo definido de calles en este sector no ha sido posible proyectar los colectores correspondientes.

La urbanización "Cuatro Torres" al área ubicada al Norte de la urbanización Ttio hasta el límite con el barrio Huayruropata, descargarán sus desagües por el

colector de la calle No. 51, este colector a su vez recibirá los desagües de la urbanización Ttio Norte en el buzón No. 57 - A - evitando así profundizar el gran colector "28 de Julio".

El colector industrial se ha proyectado siguiendo el trazo previsto para la Av. Industrial, considerando se su prolongación por la calle No. 45 a fin de empalmar en el buzón No. 21 - L de la Av. 28 de Julio. Este colector ha sido diseñado según los gastos de desagües domésticos a esperarse en dicha área. Servirá 129.4 Há. comprendida en la zona II y ubicada entre el límite de expansión marcado en el Plano Regulador y el mismo colector. En la misma forma que para casos anteriores, se ha distribuido los aportes proporcionalmente a la longitud del colector; se ha proyectado el cruce al río Huatanay a una profundidad de 0.95 m. sobre el lecho del río, con tubería de fierro fundido de baja presión que se colocará sobre un solado de concreto (se pondrán además anclajes en los empalmes de la tubería, la zanja será rellena con piedra mediana). Debido a que la profundidad del cauce del río es reducida se ha descartado la alternativa de un cruce elevado, además se puede observar que en dicho lugar se produce la deposición de arena gruesa acarreada por el río en su fase inicial, por el cambio de pendiente y el aminoramiento de velocidad que favorece la sedimentación.

Esto asegura que en dicho lugar no se producirá erosión en el cauce.

En la prolongación de la Av. Cuzco del distrito de San Sebastián, se ha trazado un colector para servir a parte de la zona 10 comprendida entre el límite norte de expansión de la ciudad y el lecho natural del río Huatanay. Se ha previsto que los aportes de la zona alta ingresaran proporcionalmente a la longitud de colector, y que en los buzones 10 K y 25 K ingresaran los desagües de las áreas de cota baja. (sectores XXXII y XXXIII) Este colector en su recorrido pasa por tres torrenteras. Finalmente dicho colector, ingresará al canal de recolección de la Planta de Tratamiento, por medio del Emisor No. 2, el cual cruza el río Huatanay, con tubería de fierro fundido, por medio de un cruce elevado.

El colector 28 de Julio, además de recibir los aportes de los colectores anteriormente descritos, recibirá descargas parciales de las áreas ubicadas en la zona 8-9 y 10, en los buzones 128 K-IL - 21-L. También se ha previsto el cruce del río Huatanay por tubería enterrada debidamente protegida, por las mismas razones expuestas que para el caso del cruce del colector industrial.

Los cruces elevados al río y riachuelos deberán construirse con tubería de fierro fundido de baja presión sostenida por columnas de concreto ciclópeo (ubicados en

las uniones de los tubos), quedando la alternativa de variar este criterio de acuerdo a las condiciones que presente el terreno o en caso de que se contemple la construcción de otras estructuras (puentes etc.) en dichos lugares; por esta razón no se presenta planos de detalle de los cruces propuestos.

En los cruces de colectores por líneas de ferrocarril, será la Cía. Peruvian Company la encargada de dictar las correspondientes medidas de seguridad.

El trazo de la nueva red se encuentra en los planos No. 11 al No. 24. En éstos se indica la tubería existente con trazo intermitente, y la tubería proyectada con trazo continuo; así también figura el metrado de los buzones para cada plano. Los perfiles longitudinales de la red proyectada figuran en los planos No. 25 al No. 48 y en ellos se indica el metrado de las tuberías.

Para futuras ampliaciones de la red se ha marcado en los planos de "Detalle de canaletas y dirección de flujo" las entradas en los buzones de los desagües de dichas ampliaciones.

La longitud en metros de tubería de concreto proyectada, se indica a continuación:

<u>Diámetro</u>	<u>Longitud en Metros</u>
8"	49,419
10"	2,899
12"	6,688
14"	270
16"	100
18"	778
20"	1,566
60 cm.	1,206
65 cm.	1,538
75 cm.	390
90 cm.	198

La longitud de tubería de fierro de baja presión,

es:

<u>Diámetro</u>	<u>Longitud en Metros</u>
8"	41
10"	28
12"	17
16"	86
18"	10
75 cm.	30

También ha sido necesario empalmar nuevos colectores a la red existente, reacondicionando para ello las canaletas de 121 buzones.

BUZONES DE INSPECCION

Se han colocado buzones en todas las intersecciones de dos o más colectores, en los cambios de pendientes y a los puntos tales que permitan máxima separación entre ellos de 70 metros para tubería de 8", de 80 metros para 10" de 100 metros para mayores de 10" y 150 metros para 30" o más; a fin de facilitar la limpieza de las tuberías.

La construcción de buzones se deberá ceñir a las normas establecidas por la Sub-Dirección de Obras Sanitarias y las canaletas de fondo de buzón deberán estar de acuerdo con los planos de Detalle de canaletas y dirección de flujo. Además se ha proyectado un buzón especial cuyo diseño aparece en el plano No. 58.

El número total de buzones proyectados es 1010, los cuales se han dividido según su profundidad promedio en el cuadro siguiente:

<u>Cantidad de Buzones</u>	<u>Profundidad promedio</u>	<u>Profundidad</u>
872	1,41 m.	1.20 a 2.00 m.
118	2,38	2.00 a 3.00 m.
11	3,37	3.00 a 4.00 m.
4	4,33	4.00 a 5.00 m.
3	5,42	5.00 a 6.00 m.
2	6,04	6.00 a 7.00 m.

Cuando el empalme entre dos colectores se efectúa a diferente nivel, y si este es mayor de 1.20 m., será necesario colocar los accesorios correspondientes a la caída, que son: el tubo vertical, codo e "Y" de hierro fundido. El número de caídas proyectadas es el siguiente, para cada diámetro de tubería y altura promedio.

<u>Cantidad de caídas</u>	<u>Diámetro</u>	<u>Altura Promedio</u> (de las caídas)
10	8"	1.59 m.
1	8"	2.41 m.
1	8"	3.95 m.
2	12"	1.44 m.

Para la utilización de la red existente se ha efectuado la distribución de flujo en los buzones y en 39 casos, ha sido necesario cambiarles la dirección de las canaletas según los planos de "Detalle de Canaletas y Distribución de Flujo", La relación de los buzones, cuyas canaletas han sido variadas, es la siguiente:

48 S		
14 T	203 T	52 U
19 T	205 T	
26 T	241 T	
31 T	275 T	
36 T	279 T	
39 T	328 T	
45 T	332 T	

48 T	337 T
51 T	344 T
53 T	352 T
58 T	356 T
61 T	363 T
64 T	369 T
73 T	373 T
77 T	383 T
151 T	385 T
156 T	387 T
176 T	389 T
199 T	

7.- ETAPAS DE CONSTRUCCION

Debido a razones de economía, no es justificable proyectar colectores con capacidades "parciales" para dar soluciones por etapas (ver anexo No. 3), sin embargo la programación para la ejecución de las obras del proyecto, se ha dividido en dos etapas de 20 años cada una, de acuerdo a las necesidades de las áreas por servir.

Ha sido considerada en la primera etapa, las obras de mejoramiento de la red existente, el tendido de colectores que permitirán habilitar las áreas inmediatas de expansión de la ciudad y los necesarios para dar servicio al Distrito de San Sebastián. Además se ha considera

P R E S U P U E S T O

1ª Etapa

Agosto de 1964

Cantidad	Descripción	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL	TOTAL
		O.de M Material	O.de M. Material		
<u>A.- Movimiento de Tierra</u>					
49,001 m	Excavación de zanja de 0.80 m.de ancho por 1.40 m. de profund.promedio	18.00	882,018.00		
2,917 m	Excavación de zanja de 1.00 m de ancho por 2.40 m de profundidad promed.	41.00	119,397.00		
334 m	Excavación de zanja de 1.20 m de ancho por 3.40 m de profundid.promedio	9.00	26,386.00		
130 m	Excavación de zanja de 1.40 m de ancho por 4.40 m de profundid.promedio	129.00	16,770.00		
65 m	Excavación de zanja de 1.60 m de ancho por 5.40 m de profundidad promed.	194.00	12,610.00		
2,602 m	Excavación de zanja de 1.00 m de ancho por 1.40 m de profundidad promed.	21.00	54,642.00		
1,481.m	Excavación de zanja de 1.20 m de ancho por 2.40 m de profundidad promed.	48.00	71,088.00		

Cantidad	Descripción	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL		TOTAL
		O.de M	Material	O.de M.	Material	SOLES ORO
238 m	Cama de piedra para la colocación de la tubería y anclaje de la misma 0.420 m2 por metro lineal.	5.00	21.00	1,190.00	4,998.00	
238 m	Excavación de zanja de 1.40 m. de ancho por 2.40 m.de profundidad promedio en terreno con agua.	72.00		17,136.00		
174 m	Excavación de zanja de 1.40 m. de ancho por 3.40 m.de profundidad promedio	90.00		15,660.00		
2,050 m	Excavación de zanja de 1.40 m. de ancho por 1.40 m.de profundidad promedio	30.00		61,500.00		
490 m	Excavación de zanja de 1.60 m. de ancho por 2.40 m.de profundidad promedio	64.00		31,360.00		
1,712 m	Excavación de zanja de 1.80 m. de ancho por 1.40 m.de profundidad promedio	38.00		65,056.00		
1,452 m	Excavación de zanja de 2.00 m. de ancho por 2.40 m.de profundidad promedio	79.00		114,708.00		
198 m	Excavación de zanja de 2.00 m. de ancho por 1.20 m.de profundidad p.	35.00				
	Van			1'496,651.00	4,998.00	

Cantidad	Descripción	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL		TOTAL
		O.de M	Material	O. de M.	Material	SOLES ORO
	Viene			1'496,651.00	4,998.00	
85 m	Eliminación de agua en la excavación de zanja para las zonas de cruce a ríachuelos, o río	250.00		21,250.00		
878 m ³	Relleno de calles	15.00		13,170.00		
62,844 m	Nivelación de zanja, limpieza de bordes y repase de costados.	5.00		314,220.00		
91,926 m ³	Relleno y pisoneo de zanjas	5.00		459,630.00		
18,385 m ³	Eliminación de desmonte (20% del volumen total de excavación; 91,926 m ³)	7.00		128,695.00		
50 m	Rotura y arreglo para pista de concreto	25.00	120.00	1,250.00	6,000.00	
9,002 m	Remoción y arreglo de adoquinado y empedrado.	20.00		180,040.00		
8 N ^o	Perforación y acondicionamiento de los muros laterales de las canalizaciones para el cruce de la tubería.	250.00	70.00			
				2,000.00	560.00	
				<u>2'616,906.00</u>	<u>11,558.00</u>	<u>2'628,464.00</u>

B.- Red de Colectores

Tubería de concreto y fierro fundido de acuerdo a

Cantidad	Descripción	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL		TOTAL
		O. de M	Material	O. de M.	Material	SOLES ORO
51,890 m	Tubería de concreto de 8"	74.00		3'839,860.00		
49,419 m	Colocación, calafateo, prueba y resane de 8"	6.00	8.00	296,514.00	395,352.00	
3,044 m	Tubería de concreto de 10 "	90.00		273,960.00		
2,899 m	Colocación, calafateo, prueba y resane de 10"	9.00	10.00	26,091.00	28,990.00	
7,021 m	Tubería de conc. 12"	105.00		737,205.00		
6,687 m	Colocación, calafateo, prueba y resane 12"	13.00	13.00	86,931.00	86,931.00	
284 m	Tubería de conc.14"	167.00		47,428.00		
270 m	Coloc. calafateo, prueba y resane de 14"	14.00	15.00	3,780.00	4,050.00	
200 m	Tubería de concreto de 16"	200.00		40,000.00		
	Van			413,316.00	5'453,776.00	2'628,464.00

las normas establecidas por la Sub-Dirección de Obras Sanitarias. Tubería de concreto calafateo con mortero, cemento, arena 1:1. tubería de fierro fundido calafateo con estopa y plomo. En el metrado se considera 5 % por rotura y desperdicios.

Cantidad	Descripción	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL		TOTAL
		O.de M.Material	O. de M.	O. de M.	Material	
	Vienen.....		413,316.00	5'453.776.00	2'028,464.00	
100 m	Colocación, calafateo, prueba y resane 16"	15.00	17.00	1,500.00	1,700.00	
817 m	Tubería de conc.18"		218.00		178,106.00	
778 m	Colocación, calafateo, prueba y resane 18"	25.00	20.00	19,450.00	15,560.00	
1,664 m	Tubería de conc.20"		280.00		440,320.00	
1,562 m	Colocación, calafateo prueba y resane de 20"	28.00	23.00	45,736.00	35,926.00	
1,266 m	Tubería de concreto de 60 cm.		320.00		405,120.00	
1,206 m	Colocación, calafateo, prueba y resane de 60 cm.	50.00	25.00	50,652.00	30,150.00	
1,615 m	Tubería de concreto de 65 cm.		360.00		613,700.00	
1,538 m	Colocación, calafateo, prueba y resane de 65 cm.	50.00	35.00	76,900.00	55,830.00	
410 m	Tubería de concreto de 75 cm.		450.00		184,500.00	
300 m	Colocación, calafateo, prueba y resane 75 cm.	55.00	45.00	21,450.00	17,550.00	

Cantidad	Descripción	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL	TOTAL
		O.de M	Material O. de M.		
208 m	Tubería de concreto de 90 cm.	480.00		99,840.00	
195 m	Colocación, calafateo, prueba y resane de 90cm.	75.00	14,625.00	9,750.00	
43 m	Tubería de fierro fundido de 8" de 10 lb/plg2.	225.00		9,675.00	
41 m	Colocación, calafateo, prueba y resane de 8"	25.00	1,025.00		
30 m	Tubería de fierro fundido de 10" de 10 lb/plg2.	290.00		8,700.00	
28 m	Colocación, calafateo, prueba y resane de 10"	35.00	980.00		
18 m	Tubería de fierro fundido de 12 de 10 lb/plg2.	400.00		7,200.00	
17 m	Colocación, calafateo, prueba y resane de 12"	40.00	680.00		
90 m	Tubería de fierro fundido de 16" de 10 lb/plg2.	525.00		47,250.00	
86 m.	Colocación, calafateo, prueba y resane de 16"	50.00	4,300.00		
10 m	Tubería de fierro fundido de 18" de 10 lib/plg2.	720.00		7,200.00	
10 m	Colocación, calafateo, prueba y resane de 18"	60.00	600.00		

Cantidad	Descripción	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL		TOTAL	
		O.de M	Material	O. de M.	Material	SOLES	ORO
30 m	Tubería de fierro fundido de 75 cm.de 10 lbs/plg2.	1,825.00			54,750.00		
30 m	Colocación,calafateo, prueba y resane de 75 cm.	110.00		3,300.00			
31 Tn	Transporte de tubería de fierro Mollendo-Cuzco	600.00			18,600.00		
10623 Tn	Transporte local	60.00			637,380.00		
				652,514.00	8,350,583.00	9,003,097.00	
<p>C.- Buzones Se construirán buzones estándar de acuerdo a las normas establecidas por la Sub-Dirección de Obras Sanitarias.Paredes construídas de mortero 1:3:6:0.15 m. de espesor y fondo de 0.20m.revestidos con mortero 1:3.Tapa de fierro fundido de 125 kg.(con bisagra). Los buzones con más de 1.50m. de profundidad,llevarán escalines de fierro de 5/8" ubicada cada 0.30m.</p>							
804 No	Altura promedio:141 m	237.00		1,332.00	190,548.00		1,070,928.00
105 No	Altura promedio:238 m	264.00		1,636.00	27,720.00		171,780.00
9 No	Altura promedio:337 m	297.00		2,047.00	2,673.00		18,423.00
4 No	Altura promedio:538 m	390.00		2,950.00	780.00		5,900.00
2 No	Altura promedio:602 m	463.00		3,335.00	926.00		5,670.00

Cantidad	Descripción	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL	TOTAL
		O.de M	Material		
		O. de M.	Material		SOLES ORO
39 No	Rotura de bermas y re- construcción de canale tas de fondo de buzo- nes existentes según planos de "Distribu- ción de flujos y deta- lle de Cana letas".	30.00	35.00	1,170.00	1,365.00
121 No	Empalme de tuberías a buzones existentes con acñdicionamiento de Canaletas.	52.00	45.00	6,292.00	5,445.00
53 No	Elevación de la cota de tapa de buzón, has- ta nivelarlas con la razante de las pistas mediante el aumento de las paredes de con- creto. Altura promedio h' = 0.10 m.	35.00	65.00	1,855.00	3,445.00
9 No	Caídas de buzón(inclu- so "Y"de fierro fundi- do), para tuberías de 8" de hm= 1.59 m.	250.00	1,485.00	2,250.00	13,365.00
1 No	Caída de buzón(inclu- so "Y"de fierro fundi- do), para tubería de 8" de h=2.41 m.	320.00	1,751.00	320.00	1,751.00
				<u>235,854.00</u>	<u>1,308,908.00</u>

Van

11'631,361.00

Cantidad	Descripción	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	TOTAL
		O.de M Material	O. de M. Material	SOLES ORO
	Vienen.....		235,834.00	11'631,561.00
1 N	Cafda de Buzón (incluso "y" de fierro fundido) para tubería de 8", de h = 3.95 m.	370.00	2,125.00	2,125.00
2 N	Cafda de buzón (incluso "y" de fierro fundido) para tubería de 12", de h _m = 1.44	300.00	2,500.00	600.00
			<u>236,804.00</u>	<u>1'316,033.00</u>
				1'552,837.00
	<u>D.- Estructuras Especiales (estimado)</u>			
	<u>1.- Cruce elevado a riac chuelos.</u>			
5 N ^o	Estructuras de apoyo para tubería de fierro fundido de 10 m. de longitud promedio. Considera estritos de concreto armado a ambos lados de cada cruce y pilares de concreto ciclopeo en los empalmes de la tubería.	650.00	2,740.00	3,250.00
				13,700.00
	<u>2.- Cruce del río Huatanay (Col.28 de Julio)</u>			
20 m ³	Solado de concreto de 0.40m. de espesor por 1 m. de ancho y anclajes en los empalmes de la tubería. Mezcla 1:2:3.	75.00	470.00	1,500.00
				9,400.00

Cantidad	Descripción	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL		TOTAL
		O.de M Material	40.00	O.de M.	Material	SOLES ORO
60 m ³	Piedra mediana de re- lleno para zanja	5.00	40.00	300.00	2,400.00	
	3.- <u>Cruces a la vía</u> <u>férrea</u>					
150 m ² .	Muros de piedra part tida para la cons- trucción de alcanta- rilla en el paso de la vía férrea de 0.60 m.de ancho, asentada en mezcla 1:3,y re- lleno de cajón.	20.00	80.00	300.00	7,500.00	
				5,350.00	33,000.00	38,350.00
						12'222,748.00
	<u>R E S U M E N</u>					
A.-	Movimiento de Tierra			2'616,906.00	11,558.00	2'628,464.00
B.-	Red de Colectores			625,514.00	8'350,583.00	9'003,097.00
C.-	Buzones			236,804.00	1'316,033.00	1'552,837.00
D.-	Estructuras especiales			5,350.00	33,000.00	38,350.00
				3'511,574.00	9'711,174.00	13'222,748.00

PRESUPUESTO GENERAL

Valor total de Mano de Obra y Materiales 13'222,748.00

Cuentas adicionales y gastos generales:

- Dirección técnica y administración 6 %	793,364.88
- Equipo y herramientas 2 %	264,454.96
- Leyes Sociales 10 %	1,322,274.00
- Utilidad del contratista 10 %	1,322,274.80
- Imprevistos 2 %	264,454.96
- Gastos de Supervisión 5 %	661,137.40

TOTAL GENERAL

17'850,709.80

SON: DIECISIETE MILLONES OCHOCIENTOS CINCUENTA MIL SETECIENTOS NUEVE Y 80/100 SOLES ORC

(S/.17'850,709.80)

Lima, Agosto de 1964