

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA SANITARIA

**“ALCANTARILLADO
DE CARAZ”**

TESIS DE GRADO

EDMUNDO CAILLAUX C.

PROMOCION 1968

“ENRIQUE JIMENO BLASCO”

LIMA - PERU

1969

SUMARIO.-

CAPITULO I.-

Introducción.- Sistemas de evacuación.- Propósito del proyecto.-

CAPITULO II.-

LA COMUNIDAD DE CARAZ.- Generalidades.- Geografía.- Reseña Histórica.- FACILIDADES y Equipamiento Urbano.- Autoridades.- Colegios y Escuelas.- Baños Termales.- Comunicaciones.- Industrias.- POSIBILIDADES ECONOMICAS.-

CAPITULO III.-

OBRAS DE SANEAMIENTO EN LA CIUDAD.- Historia de su desarrollo.- Estado actual de servicios.-

CAPITULO IV.-

ESTUDIO DE LA POBLACION.- POBLACION ACTUAL.- POBLACION FUTURA.- Método aritmético.- Método geométrico.- Método de los Incrementos Variables.- Método Gráfico.- Método Logístico Normal.- Método Comparativo.- Curva mas Probable.- POBLACION DE DISEÑO.- CONFORMACION ACTUAL Y EXPANSION FUTURA.-

CAPITULO V.-

PRODUCCION DE DESAGUES.- Uso Doméstico.- Infiltración.- Industrial.- Agua de Lluvia.- Volúmen Total de Aguas por Evacuar.- ZONIFICACION DE LA CIUDAD.-

CAPITULO VI.-

ACTUALIZACION DEL DISEÑO.- Descripción del Sistema Existente.-
Descripción del Sistema Proyectado.- CALCULO DE COLECTORES.-
Consideraciones Generales.- Cuadros de Cálculo, Cuadros de
Cálculo, Tablas y Abacos.-

CAPITULO VII.-

DISPOSICION FINAL DE LOS DESAGUES.- Métodos de Eliminación de
las Aguas Negras.- Evacuación por Dilución.- Invertimiento de
Aguas Negras en Ríos.- Estudio del Probable Curso Receptor.-
Tratamiento de los Desagües de la Ciudad.- Método Adoptado pa-
ra la Disposición Final del Desagüe.- Efecto Causado en el Cur-
so Receptor.-

CAPITULO VIII.-

PROYECTO FINAL.- Plano de Planta.- Plano de Flujos.- Perfiles
Longitudinales.- Zonificación.-

CAPITULO I.-

INTRODUCCION.-

La evacuación de excretas es una parte fundamental del saneamiento del medio, está incluida como una de las principales recomendaciones, que el comité de Expertos de la Organización Mundial de la Salud en Saneamiento del Medio, ha dado con carácter de básicas para asegurar la higiene del medio en las zonas rurales.

La insuficiencia y la falta de condiciones higiénicas de los sistemas de evacuación de heces humanas infectadas, provoca la contaminación del suelo y de las aguas. Estas condiciones son propicias para que ciertas especies de moscas pongan sus huevos, se crien en el material no evacuado y transmitan infecciones. También atraen a otras especies de animales como roedores, insectos, etc., que diseminan las heces causando molestias intolerables.

La insuficiencia de los sistemas de evacuación de excretas va asociada frecuentemente a la falta de adecuados suministros de agua, y de otros medios de saneamiento, así como también a un bajo nivel socio-económico de la población. Es sabido sin embargo, que existe una íntima relación entre la evacuación adecuada de las excretas, la salud y el desarrollo socio-eco-

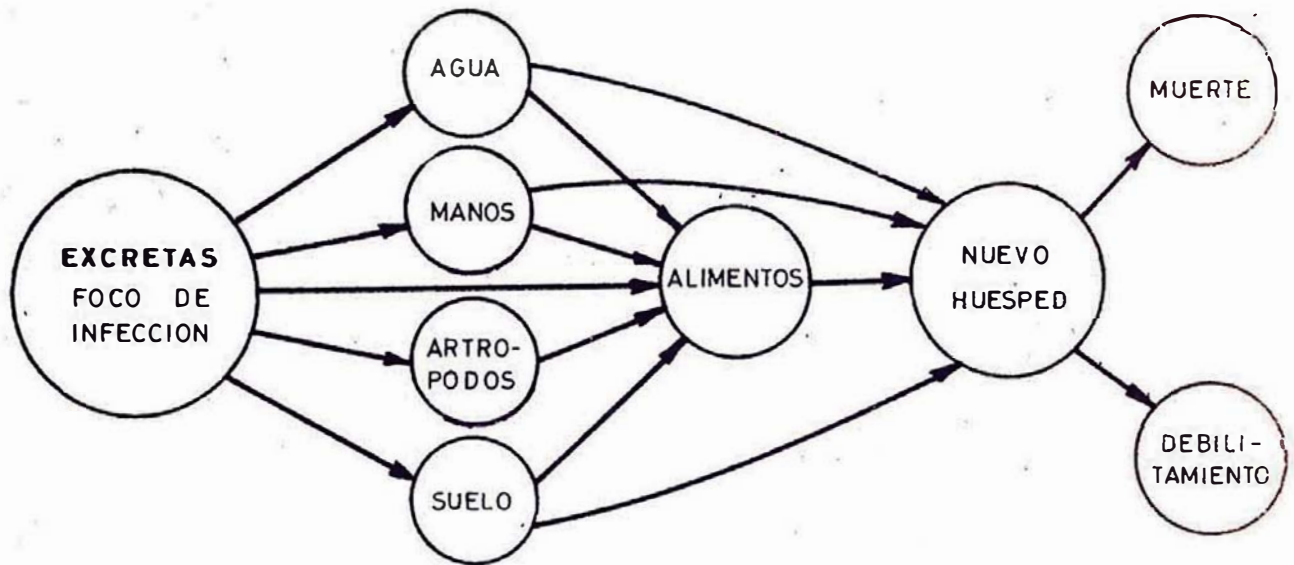
nómico de la población, esta relación tiene carácter directa e indirecto: Diréctamente influye en la reducción de la incidencia de ciertas enfermedades entre las cuales podemos citar el Cólera, las Fiebres Tifoidea y Paratíficas, las Disenterías, las Diarreas Infantiles, la Anquilostomiasis, la Ascariasis, la Bilhariazis y otras infecciones intestinales e infestaciones parasitarias análogas.

Indiréctamente son muchas las relaciones entre la evacuación de excretas, la salud y el desarrollo socio-económico, pero suelen estar asociadas con otros elementos del saneamiento ambiental, cabe mencionar los siguientes:

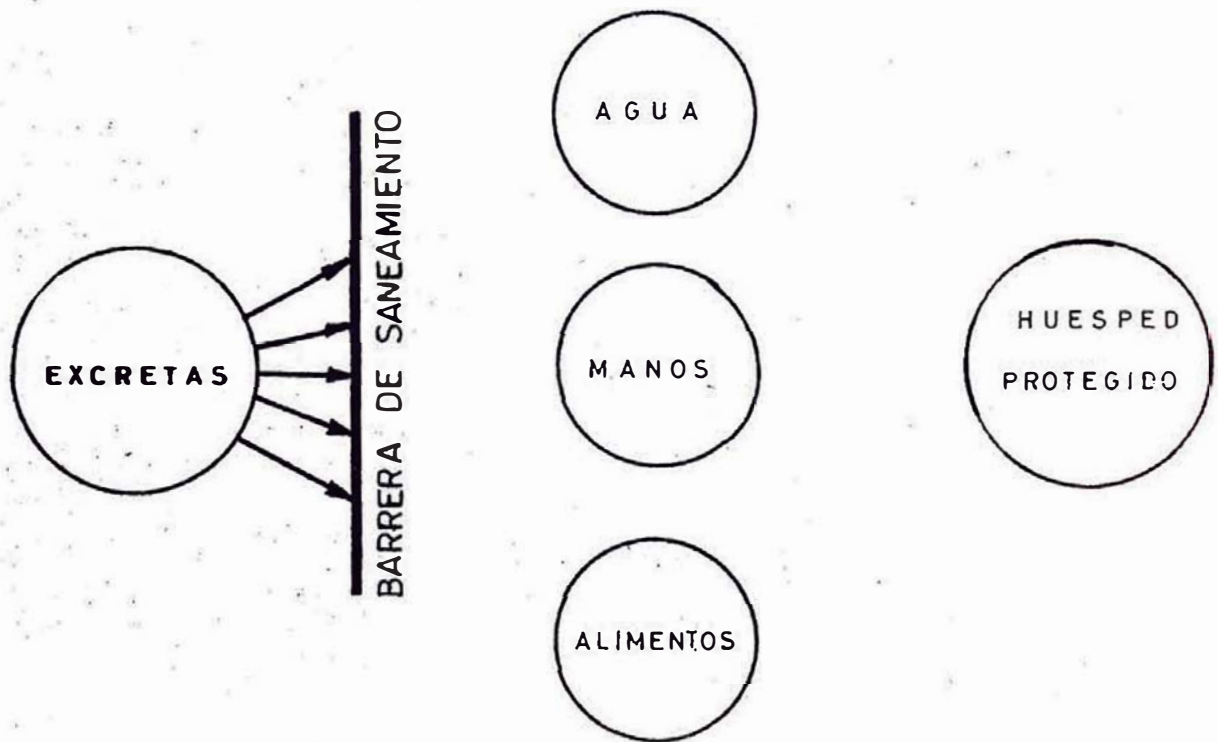
- 1.- El mejoramiento del medio a condiciones higiénicas, produce bienestar en la población, lo cual se traduce en el desarrollo y progreso social.
- 2.- Está comprobado que la reducción de la incidencia de enfermedades trásmisibles por el agua y los excrementos que lleva consigo un saneamiento del medio, va acompañada con considerable descenso de la morbilidad causada por otras enfermedades, cuya etiología no está directamente relacionada ni con las excretas, ni con el agua contaminada.
- 3.- Una localidad sin sistema de evacuación de excretas y abastecimiento de agua, tiene un gran porcentaje de individuos parasitados y enfermos, lo cual se traduce en una baja productividad de esos trabajadores.

La transmisión de las enfermedades a partir de las excretas,

PROCESO DE TRASMISION DE ENFERMEDADES A PARTIR DE LAS EXCRETAS



BLOQUEO DE LA TRASMISION POR SANEAMIENTO



acarrean enormes pérdidas, pues el hombre es reservorio de la mayoría de las enfermedades que pueden destruirlo o incapacitarlo, y por lo tanto reducir su productividad.

Para que exista transmisión de una enfermedad, según ANDERSON G.W. & ARNSTEIN, deben existir los siguientes factores:

- 1.- Un agente causal o etiológico
- 2.- Un reservorio o fuente de infección del agente causal
- 3.- Una vía de salida del reservorio
- 4.- Un medio de transmisión, desde el reservorio al posible nuevo huésped.
- 5.- Una vía de entrada al nuevo huésped
- 6.- Un Huésped susceptible.

La falta de uno solo de estos seis factores, hace imposible la propagación de la enfermedad. Como se ve en el gráfico 1, el agente causal de una enfermedad intestinal, puede llegar al nuevo huésped de muchas maneras, pero según, observamos en el gráfico 2, una barrera de saneamiento se produce aislando las excretas con un adecuado sistema de eliminación o evacuación, de modo que los agentes infecciosos que contienen, no pueden pasar al nuevo huésped, de esta manera hemos roto la cadena de transmisión de la enfermedad.

SISTEMA DE EVACUACION.-

Existen básicamente dos tipos de evacuación de excretas:

El método seco, que consiste en disponer las excretas en letrinas, montones o pozos de los cuales se extraen manualmente, para ser conducidas al lugar de disposición final, usando vehículos recolectores especiales; como puede verse este método no es el más conveniente, pero es y ha sido usado por muchas poblaciones de América y Europa.

El método de Acarreo Hidráulico, consiste en evacuar las heces usando el agua como vehículo y, mediante una red de canales o conducirlos al punto de disposición final. Puede ser conducidos por gravedad o a presión, mediante bombeo,

El conjunto del agua con excretas y otros residuos del uso del agua en la vivienda, constituyen el desagüe doméstico; también son llamadas aguas servidas o aguas negras.

Los canales o conductos usados para la conducción de las aguas servidas, reciben el nombre de alcantarillas, y un sistema de estos conductos recibe el nombre de Sistema de Alcantarillado o Red de Alcantillado.

La dilución de las materias sólidas en el agua para formar las aguas negras suelen ser tan grande, que la mezcla fluye de acuerdo con las leyes de la hidráulica aplicables al agua.

PROPOSITO DEL PROYECTO.-

De acuerdo a los puntos antes mencionados, sobre la incidencia en el estado de salubridad y el desarrollo socio-económico de una población con adecuado sistema de evacuación de excretas, es el propósito de este proyecto dotar a la población de CARAZ de un Sistema de Alcantarillado, para la evacuación de las excretas por acarreo hidráulico de gravedad, en las mejores condiciones que sean posibles.

Se ha considerado en este proyecto, sólo al distrito de CARAZ, que alberga el 30% de la población total, por ser el núcleo más poblado, constituyendo el 70% restante la población rural.

CAPITULO II.-

LA COMUNIDAD DE CARAZ.-

Generalidades.-

Las actividades de los pobladores de la comunidad de Caraz son diversas, puesto que la ciudad tiene todas las condiciones favorables para la agricultura y la ganadería, clima propicio para el cultivo de toda clase de vegetales, agua en abundancia, tierras fértiles y además el suelo encierra minerales que completan la riqueza del distrito.

La comunidad está dividida en dos zonas, una que representa el comercio, ubicada en la parte urbana, y otra que se encuentra agrupada en caseríos y campiñas, constituyendo la zona rural.

GEOGRAFIA.-

La ciudad de Caraz, capital de la provincia de Huaylas, del departamento de Ancash, se encuentra ubicada sobre la margen derecha del Río Santa, latitud Sur $9^{\circ}02'48''$, longitud Oeste $77^{\circ}49'04''$ y una altitud de 2,295 metros sobre el nivel del mar,

Las calles están ubicadas de Este a Oeste, y de Sur a Norte,

la dirección de las pendientes del terreno están en el mismo sentido; la población está contorneada en su parte Norte por el Río Lullán, por el Sur con las pampas de San Miguel, por el Este con los cerros de San Juan y por el Oeste con la pampas de Yanacocha.

La zona urbana se ha desarrollado sobre un plano que se puede considerar de fuerte pendiente hacia el Río Santa, siendo la constitución del terreno de origen aluviónico.

Se encuentran con pavimento sólo las calles del perímetro central, y algunas adyacentes como son Grau, Raymondi, San Martín Sucre, y Leoncio Prado, contando las demás calles con veredas de concreto.

Las zonas de probable desarrollo, son las de las pampas de San Miguel y Yanacocha.

El clima que goza la población es el mejor de toda la zona del Callejón de Huaylas, por estar ubicado en la parte más baja de la misma; su temperatura promedio es de 18°C., llegando a 28°C. en épocas de calor, por lo general la zona es de baja precipitación, pero tiene abundante agua proveniente de los deshielos de los nevados.

MANANTIALES.-

Existen varios manantiales en esta ciudad, los mas importantes

que cabe mencionar son: EL AIRANCA, ubicado en el radio urbano a 20 metros del Colegio Nacional 2 de Mayo, tiene poco caudal, apenas llega a 0.3 lts/seg. aproximadamente, EL LLAMAYOC situado sobre la margen izquierda del Río Lullán, su caudal es de 0.5 lts/seg. aproximadamente, EL CONOCC, situado a 4 Km. de la población, sobre la margen izquierda del Río Lullán, es el mas importante, pués su caudal es de 3.2 lts/seg. aproximadamente.

RESEÑA HISTORICA.-

La ciudad de Caraz fué creada por la Administración de Bolívar en 1825 y reconocida por la Ley del 2 de Enero de 1857; fué hecha Villa en la época del virreynato y se le conocía con el nombre de ATUN-HUAYLLAS; se le dió la categoría de ciudad por la Ley del 28 de Noviembre de 1899.

ORIGEN DE LA PALABRA CARAZ.-

No se sabe a ciencia cierta el origen de la palabra CARAZ, pero existen versiones acerca de ella de variada índole. El ilustrado tradicionalista Caracino, don Celso V. Torres, nos dice que la etimología del nombre de Caraz se desprende de la palabra quechua KALLASH, que significa estéril y sin vegetación, refiriendose seguramente a la aridez de los cerros del poniente, se cree también que se deriva de la palabra quechua KGARA-PUMCU (puerta de cuero), pues en tiempos pasados las puertas

eran de cuero; otras versiones acerca de la etimología del nombre de la ciudad de Caraz, se refiere a la palabra KARASH, que significa regalar, prodigar, y es que sus pobladores son gente generosa.

Finalmente se supone que CARAZ tomó su nombre de KARAS, en la posibilidad de que los habitantes de la civilización ecuatoriana correspondiente a los Karas, se establecieron en estos lugares, cumpliendo el sistema incaico de los Mitimaes, y se les llamó KARASCUNA.

La ciudad de Caraz ha tenido especial importancia a través de las distintas épocas de la historia del Perú.

EPOCA INCAICA.-

Una de las manifestaciones predominantes de esta época, fue el espíritu de conquista de los incas, a esto se debió principalmente el ensanchamiento progresivo de su territorio.

El Inca Pachacútec al hacerse cargo del Imperio, tuvo como objetivo principal someter a las tribus y señoríos que existían más allá de sus dominios, así, con la ayuda de su valiente hermano Cápac Yupanqui logró que los Huayllas se sometieran a su mandato. El Inca Garcilaso de la Vega en sus "Comentarios Reales de los Incas", en su Tomo II nos dice: "El Inca Cápac Yupanqui pasó a mano derecha del Camino Real, con la misma industria y maña redujo dos provincias muy grandes y de mucha gente

la llamada ANCARA y la otra HUAYLLAS; dejó en ella como en las demás los Ministros de Hacienda y Gobierno y la Guarnición necesaria..."

EPOCA DEL VIRREYNATO.-

En tiempo de la segunda visita Pastoral de Santo Toribio, se contaba con 260 indios tributarios, y 57 reservados con 1094 almas. Los indios de Caraz eran mitimaes de Conchucos, puestos allí por sus antiguos señores los Ingas. Era párroco Fray Alvarez, de la orden de los Dominicos. La Iglesia poseía 10 canchas de ovejas y el hospital.

EPOCA DE LA EMANCIPACION.-

Durante la época de la emancipación, la Historia Militar del General Carlos Dellepiani, nos informa de una gran actividad en la ciudad de Caraz, en los movimientos de tropas en el Callejón de Huaylas. En Caraz acantonaron los "Granaderos de Colombia" y los "Granaderos de los Andes".

EPOCA DE LA REPUBLICA.-

Durante la época de la coalición, por los años 1894-1895, los "Montoneros de Casma" llegan a Caraz y con muchos Caracinos como aliados tratan de tomar la Prefectura de Huaraz; los acontecimientos políticos culminan en Sihuas con la batalla de

PAGHASHIMU, el 18 de Mayo de 1895, donde tomaron parte muchos caracinos; la victoria fué para las fuerzas de don Nicolás de Piérola.

FACILIDADES Y EQUIPAMIENTO URBANO.-

Autoridades.-

Por su categoría de Capital de provincia, la ciudad de Caraz tiene como Autoridad Política un Sub-Prefecto de departamento; cuenta además con autoridades municipales y con una Jefatura Policial dependiente de la Línea de Yungay.

Colegios y Escuelas.-

La ciudad de Caraz tiene actualmente buenas facilidades educacionales, pués cuenta en su radio urbano con dos jardines de infancia, cuatro Escuelas Primarias para Varones, que son los centros escolares N° 321, 322, 239 y 3211; para mujeres funciona la Escuela Primaria N° 343; a nivel secundario para varones funciona el Colegio Nacional 2 de Mayo, Instituto Industrial N° 45, Instituto Agropecuario; para mujeres, en el mismo nivel, funcionan el Colegio Nacional CHIQUINQUIRA, el Instituto Nacional de mujeres N° 36, así como también se encuentran en actividad el Instituto Comercial Mixto N° 47, y la Escuela Artesanal Mixta.

Mercados.-

Solamente funciona un mercado central de abastos, ubicado en la calle Miguel Grau, sobre un área de 2,000 m², que no cuenta con servicios adecuados.

Mataderos.-

Funciona un matadero al Norte de la ciudad, en el cual benefician 3 a 4 cabezas de ganado al día.

Viviendas.-

El tipo de construcciones que predomina en las viviendas, es el de adobe con techos de tejas o calaminas; existe un gran incremento del número de viviendas de ladrillo y concreto, con el techo cubierto por tejas o calaminas, siendo éstas las construcciones que se están haciendo últimamente.

Hospitales.-

Para el servicio de la ciudad se tiene el Hospital San Juan de Dios, de 60 camas; en el cuál funciona así mismo la posta de Asistencia Pública.

Piscinas.-

En la actualidad funcionan dos piscinas; la piscina municipal en el Puente Llullán, y la que funciona en el Colegio 2 de Mayo.

Baños Termales.-

En la zona rural de la ciudad de Caraz, se encuentran los baños termales del Pato, cerca de Molino Pampa, en la localidad de Matos; y los de Shiangol, cerca de la localidad de Choquechaca.

Comunicaciones.-

La ciudad de Caraz tiene amplias facilidades para las comunicaciones; cuenta actualmente con buen servicio telefónico interior y de larga distancia; tiene también oficina de correos y telégrafos, y una estación de radio.

Como vías de acceso cuenta con la que viene de Huallanca, ciudad a la cual se llega por el Ferrocarril de Chimbote-Huallanca; y una carretera asfaltada que comunica las ciudades de Yungay, Carhuás y Huaraz; tiene también carreteras de derivación que conducen a zonas turísticas y localidades rurales.

También tiene un aeropuerto situado al S. E. de la ciudad, al cual llegan aviones de la Compañía SATCO, una vez por semana.

Industrias.-

Esta ciudad tiene pocos recursos industriales de gran magnitud, pero cuenta con una planta que elabora Aguas gaseosas para todo el Callejón de Huaylas; también se deben mencionar las ladrilleras de Yuracoto, las Yeseras de Tonto, además tiene industrias pequeñas como sombrererías, mueblerías, etc.

POSIBILIDADES ECONOMICAS.-

Las posibilidades de progreso de la ciudad de Caraz, descansan principalmente en su agricultura y en la industria del turismo.

La agricultura está constituida principalmente por los siguientes cultivos:

Cereales.-

Mate, trigo, cebada, quinua, ajonjolí, avena etc.

Legumbres.-

Arberjas, habas, frijoles, pallares, lentejas, garbanzos, ma ní etc.

Tubérculos.-

Papas, oca, ollucos, yucas, camotes, etc.

Hortalizas.-

Zanahorias, beterraga, lechuga, col, berros, tomate, rocotos, ají, culantro, huacatay etc.

Medicinales.-

Manzanilla, Yerba luisa, Culén, Menta, Romero, Amapolas, etc.

Forrajeras.-

El llano, Gramalote, Ichu o paja gramínea de nuestras punas.

Industriales.-

El Carrizo, los Mimbres, El Sauce, el Aliso, el Quinual, el Eucalipto, el Maguey, la Higuera, la caña de azúcar, y últimamente se cultiva el lino.

También tiene recursos minerales como Carbón de Piedra, Cal, Yeso, Arcilla, Aguas Minero-medicinales, etc.

En cuanto a la industria del Turismo, existe una gran afluencia

cia de turistas hacia el Callejón de Huaylas, principalmente durante los meses de Enero, Febrero, Marzo, Julio, Agosto y Diciembre, esta afluencia aumentará cuando se termine las obras de asfaltado de la carretera que comunica todas las poblaciones del Callejón de Huaylas, pues facilitará su ingreso.

CAPITULO III.-

OBRAS DE SANEAMIENTO EN LA CIUDAD.-

Historia de su desarrollo.-

El Ministerio de Fomento y Obras Públicas, encomienda en el año 1943 al Ing. Alberto Viñas T., Ingeniero auxiliar de la sección de estudios y proyectos de Obras Sanitarias; la elaboración de un estudio para la ejecución de obras de agua potable y desagües de la ciudad de Caraz.

En el año 1945, una comisión del mismo Ministerio, dirigida por el Ing. Augusto Bedoña R., y de la cual tomaba parte el Ing. A. Viñas, es nombrada para la culminación de los estudios definitivos, y la elaboración del Proyecto.

La ejecución de las obras de instalación de los servicios de agua potable y desagües de la ciudad, fue encargada por Resolución Ministerial del 18 de Mayo de 1946 a la Junta Departamental Pro-Desocupados de Ancash. Por Resolución Ministerial de Junio de 1948, se aprueba un nuevo presupuesto, para la instalación de los servicios de desagües solamente, siempre a cargo de la Junta Departamental Pro-Desocupados de Ancash; estos trabajos son terminados a fines del año 1949.

Las obras de agua potable se construyen a cargo de la misma Junta el año 1952.

ESTADO ACTUAL DE SERVICIOS.-

AGUA POTABLE.-

La ciudad de Caraz tiene actualmente servicio de agua potable con conexiones domiciliarias, comprendiendo principalmente este servicio las siguientes partes:

Captación.-

Se ha considerado como fuente de abastecimiento, las aguas superficiales del rio Lullán, la captación está ubicada sobre la margen izquierda del mismo, a 100 m aproximadamente de la acequia CUMPAYHUARA, está protegida por un muro de concreto de 16 mts. de largo.

Conducción.-

El agua captada en una cantidad de 25 lits/seg., es conducida previa desarenación a la planta de tratamiento ubicada en la parte norte de la población, mediante una tubería de fierro fundido de 8" ϕ .

Planta de Tratamiento.-

La planta de tratamiento tiene una capacidad de 1540 m³/día y ha sido diseñada para una población de 5,500 Hbts., está ubicada en una zona que permite ampliaciones futuras, tales como administración etc.

La planta de tratamiento consta de 1 tanque para solución de coagulante, un tanque de mezcla y, dos sedimentadores, dos filtradores, un reservorio de agua filtrada que sirve de almacenamiento y clorinación final.

Red de Distribución.-

La distribución se hace mediante una red de fierro fundido cuyos diámetros son de 8" y 4", contando con sus respectivas valvulas, grifos contra incendio, y siendo en total aproximadamente 6,000 metros de tuberías.

DESAGUES.-

El sistema de colectores existente, terminado de construir en el año 1949, comprende tuberías de concreto Hume de 6" y 8" de diámetro, instaladas por las calles en que hay agua potable, tales como: Miguel Grau, José de Sucre, José de San Martín y algunas transversales de importancia.

Este sistema fué diseñado para una población de 5,500 habitantes y se han considerado posibles ampliaciones futuras.

La red de alcantarillado existente consta de 6,500 metros aproximadamente de tuberías de concreto Hume 6" y 8" de diámetro y 122 buzones de inspección.

Emisor.-

El emisor consta de 770 ml. de tubería, 700 mts. de los cuales son de concreto Hume de 10" y 70 mts. de tubería de fierro fundido de 10" de diámetro.

El colector principal de 6" Ø está instalado por la calle San Martín, cambiando de diámetro en la intersección con la calle E. Sousa y directamente sigue al punto de disposición final sobre la margen derecha del río Santa.

CONSIDERACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE CARAZ.-

El plano mostrado es el proyecto elaborado por el Ministerio de Fomento y Obras Públicas, en 1947, en el que se señaló los tramos de tuberías que no se instalaron en el año 1949, por estar deshabitadas las áreas de influencia de las mismas; también se señalan algunos tramos que se encuentran trabajando en condiciones ligeramente sobrecargadas.

La red existente, actualmente se encuentra trabajando en condiciones bastantes buenas, tiene pronunciadas pendientes que aprovechan la del terreno, y por lo general su tirante es de 0.30 de tubo, las velocidades de escurrimiento, están entre los valores de 0.60 y 3.00 mts/seg.

Las tuberías se encuentran en buen estado, mas no así los buzones que por lo general se encuentran sucios, debido a una falta de mantenimiento.

Determinan fundamentalmente el mejoramiento y ampliaciones de las redes de alcantarillado, los siguientes factores:

1.- El desarrollo de la ciudad, cuyo crecimiento ha sido casi radial, siendo la zona de menor crecimiento la del Nor-Oriente.

2.- Dotar de tuberías de desagüe, a todas las calles en las cuales existan viviendas y zonas en desarrollo.

3.- Modificar el emisora que está instalado por la calle San Martín, el cual descarga actualmente las aguas negras en un recodo del río Santa, aguas arriba de la ciudad, constituyendo un peligro potencial para los pobladores ubicados en la ribera del mismo, y no permitir el drenaje de la zona baja de la ciudad.

4.- Actualización del proyecto, pues el vigente data del año

1,947, fue elaborado para un período de diseño de 25 años, que caduca en 1,972.

5.- Satisfacer las necesidades de la población actual y de una población futura, comprendida en un período de diseño de 32 años, o sea para el año 2,000.

CAPITULO IV.-

ESTUDIO DE LA POBLACION.-

El estudio de la población es de gran importancia cuando se trata de diseñar un servicio público, en el caso de diseño de un sistema de alcantarillado doméstico, el estudio de población adquiere mayor importancia, pues nos permite conocer la población a la que hay que atender. Un buen estudio, con datos estadísticos exactos, no da gran base para poder determinar la población de diseño, teniendo en cuenta todos los factores que afectan el desarrollo de una población, tales como efectos de mecanización rural, migraciones, desarrollo industrial, medios de transporte etc.

En el Perú, lamentablemente no se cuenta con datos estadísticos exactos de las poblaciones pretéritas se han realizado cinco censos generales anteriores al de 1940, de éstos solo se encuentran datos de dos: el de 1862 y el de 1876; pero debido a la forma en que se tomaron estos datos, y agravándose aún más el problema por tratarse de una población de la sierra, región que se encontraba prácticamente abandonada, no se encuentran datos exactos de la ciudad de Caraz.

Solamente podemos utilizar como datos de la población pasada, los obtenidos en la Dirección Nacional de Censos y Estadísti-

cas del Ministerio de Hacienda y Comercio.

Estos se pueden resumir en el siguiente cuadro:

AÑO	POBLACION URBANA
1940 C	3,065 Hbts.
1961 C	4,033 "
1965 P	4,248 "
1967 P	4,361 "

C=Censo Nacional; P=Proyección

POBLACION ACTUAL.-

En la ciudad de Caraz se viene observando desde hace varios años una migración lenta de los campesinos hacia la zona urbana, esto se demuestra claramente en el aumento de la tasa de crecimiento de la zona urbana, y el descenso de la tasa de crecimiento de la zona rural.

No existe un dato exacto de la población actual, por carecerse de estadísticas vitales, pero aproximadamente se puede decir que llega a los 4,600 Hbts.

POBLACION FUTURA.-

El determinar la población futura de una ciudad, es un problema en el cual intervienen muchos factores, tales como: eco-

nómicos, políticos, sociológicos etc., que afectan el crecimiento de la población.

La población futura puede predecirse por métodos matemáticos o por métodos lógicos; entre los métodos matemáticos figuran: (1) Método aritmético, (2) Método de progresión geométrica o método geométrico, (3) Método de los incrementos variables, (4) Método gráfico, (5) Método logístico normal, (6) Método comparativo. Entre los métodos lógicos se pueden usar: (1) Método de los componentes, (2) Método de la supervivencia y (3) Método de las relaciones; estos métodos no se pueden aplicar en este caso pues requieren un conjunto de datos estadísticos que no existen de la ciudad de Caraz.

(1) Método Aritmético.-

Este método considera que la población crece en progresión aritmética, como un capital impuesto al interés simple.

Siendo:

P ₀	la	población	para	el	año	t ₀ .
P ₁	"	"	"	"	"	t ₁ .
.....						
P _n	"	"	"	"	"	t _n .

Tendremos:

$$R_o = \frac{P_1 - P_o}{t_1 - t_o}$$

Fórmula en la cual R_o = razón de crecimiento anual correspondiente al período de t_o a t_1 . La razón promedio será:

$$R_p = \frac{R_o + R_1 + R_2 + \dots + R_n}{N + 1}$$

y la población para un tiempo n será:

$$P_n = R_p (t_n - t_{n-1}) + P_o (n-1)$$

Con los datos del cuadro anterior, obtenemos:

$$R_o = \frac{4,033 - 3,065}{1961 - 1940} = 46.10$$

$$R_1 = \frac{4,248 - 4,033}{1965 - 1961} = 53.75$$

$$R_2 = \frac{4,361 - 4,248}{1967 - 1965} = 56.50$$

$$R_p = \frac{46.10 + 53.75 + 56.50}{3} = 52.12$$

3

Luego las poblaciones futuras serán:

$$P_{1970} = 52.12 (1970 - 1967) + 4,361$$

P 1970 = 4,517 Hbts.

P 1980 = 5,038 "

P 1990 = 5,559 "

P 2000 = 6,070 "

(2) Método Geométrico.-

Este método considera que la población crece en progresión geométrica, al igual que un capital impuesto al interés compuesto, la tasa de crecimiento geométrico es "q".

$$q = \frac{P_1}{P_0}^{t_1 - t_0}$$

La población para un año n será:

$$P_n = P_2 \times q^{t_n - t_n - 1}$$

Calculamos la tasa de crecimiento geométrico para cada período:

1961-1940

$$q_1 = \frac{4,033}{3,065}$$

Tomando logaritmos:

$$\text{Log } q_1 = \frac{1}{21} (\text{Log } 4,033 - \text{Log } 3,065)$$

$$\text{Log } q_1 = \frac{1}{21} (3.60563 - 3.48645)$$

$$q1 = \text{Antilog } 0.00567$$

$$q1 = 1.013$$

De la misma forma:

$$q2 = 1.113$$

$$q3 = 1.014$$

$$qp = 1.013$$

A plicando la fórmula para la población futura:

$$P 1970 = 4361 \times 1.013^3$$

$$\text{Log } P 1970 = 3.63959 + 0.01701$$

$$P 1970 = \text{Antilog } 3.656600$$

$$P 1970 = 4,535 \text{ Hbts.}$$

De la misma forma:

$$P 1980 = 5,168 \text{ Hbts.}$$

$$P 1990 = 5,889 \quad "$$

$$P 2000 = 6,710 \quad "$$

(3) Método de los Incrementos Variables.-

Este método estudia el aumento o la disminución de los incrementos de una población, durante un período determinado de tiempo, para este método se necesita como mínimo cuatro censos equidistantes, tomaremos como datos proyecciones proporcionadas por la Dirección Nacional de Censo y Estadísticas de los años: 1940, 1950, 1960 y aplicamos la proyección del método aritmético para

el año 1970:

CENSO AÑO	POBLACION HBTS.	INCREMENTO DE POBL.	AUMENTO DE INCREMENTO
1940	3,065	-	-
1950	3,355	290	-
1960	3,987	632	342
1970	4,517	-	-

Con este método obtenemos:

P 1970 = 4,517 Hbts.

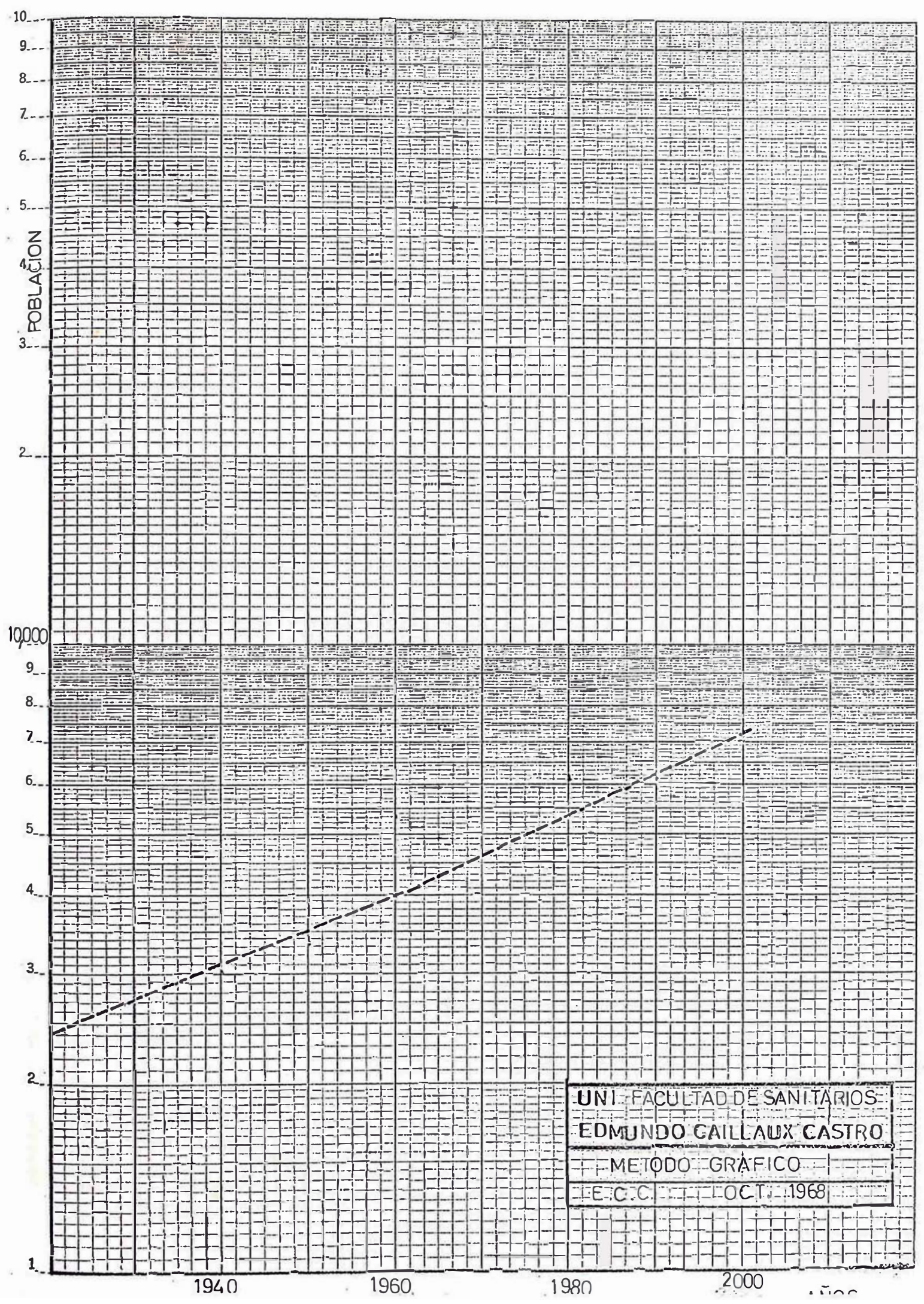
P 1980 = 5,001 "

P 1990 = 5,605 "

P 2000 = 6,209 "

(4) Método Gráfico.-

Este método consiste en observar el desarrollo que ha seguido el crecimiento de la población, graficando los datos censales, se obtiene la curva de crecimiento, se prolonga la misma teniendo en cuenta los factores que han determinado los incrementos entre determinados períodos. En este caso se observa que el crecimiento de la población es lento, mayormente es una migración de los pobladores de la zona rural a la ciudad; pero también ha habido una migración de los pobladores hacia otras ciudades en busca de trabajo, facilidades educacionales etc. Habiéndose dotado de fa-



UNI - FACULTAD DE SANITARIOS
EDMUNDO GAILLAUX CASTRO
METODO GRAFICO
E.C.C. - OCT. 1968

capacidades educacionales a la ciudad y con posibles nuevas fuentes de trabajo, esta migración tenderá a disminuir.

Los valores obtenidos con la curva adoptada son los siguientes:

P 1970 = 4,600 Hbts.

P 1980 = 5,310 "

P 1990 = 6,200 "

P 2000 = 7,280 "

(5) Método Logístico Normal.-

Este método se basa en la teoría de Verhulst, quien asume que la población de cualquier área, aumentará hasta una cifra final que puede llamarse límite de saturación. La determinación de este límite se basa en el desarrollo de la curva logística de Pearl.

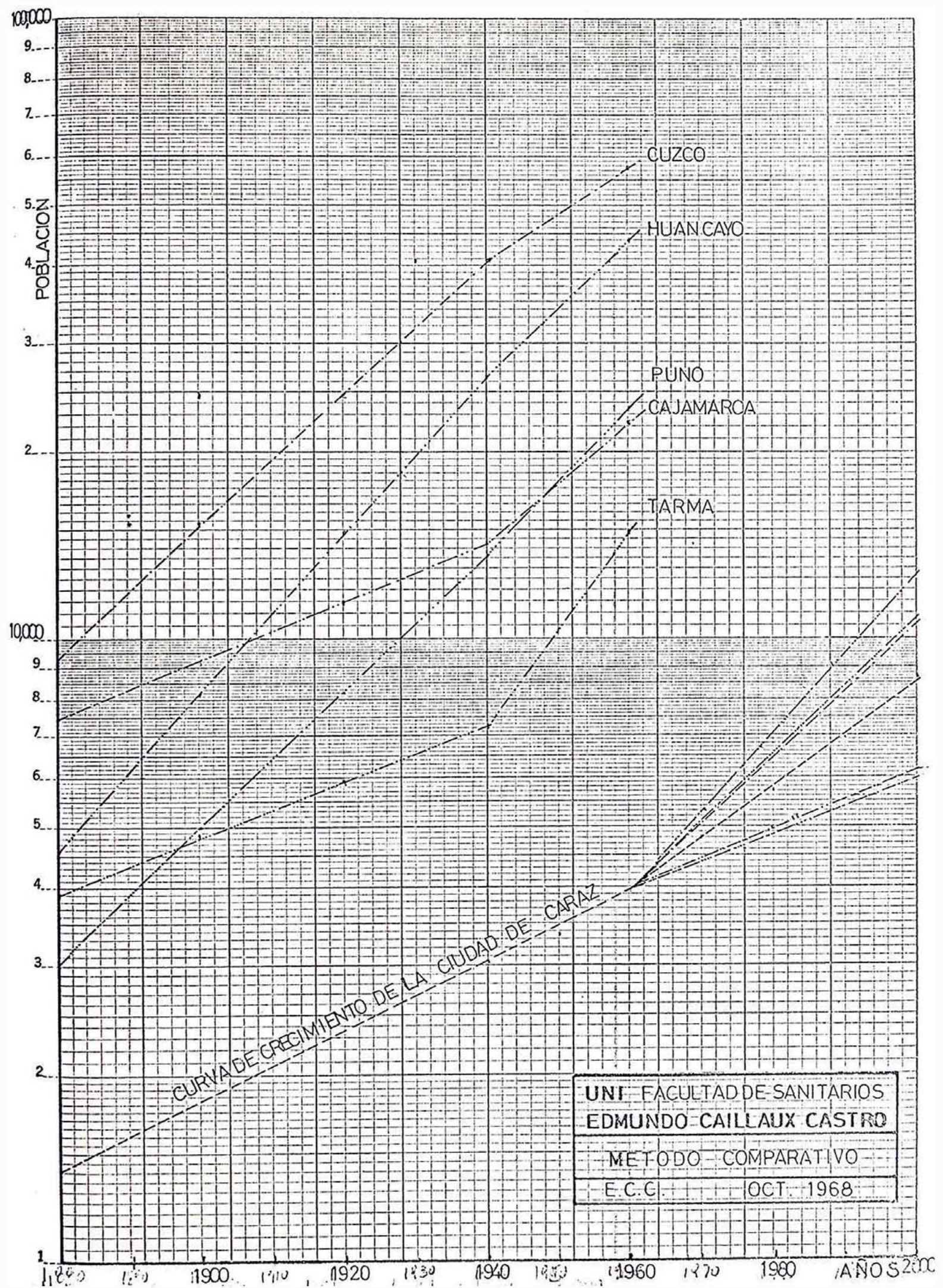
Para aplicar este método, se requieren por lo menos 3 censos equidistantes, y satisfacer la condición de la función de paso (m).

Siendo:

Po = 1940 = 3,065 Hbts.

P1 = 1950 = 3,355 "

P2 = 1960 = 3,987 "



El valor de la función de paso "m" será:

$$m = P_0 \times P_2 / P_1$$

$$m = 3,642 \quad P_1$$

No se puede aplicar este método pues no se cumple la condición de la función de paso.

(6) Método Comparativo.-

Este método consiste en comparar la curva de crecimiento de la población que vamos a estudiar, con las curvas de crecimiento de otras poblaciones que tengan cierta afinidad, en cuanto a su geografía, topografía, meteorología etc. y población superior.

Para este caso hemos comparado la curva de crecimiento de la ciudad de Caraz, con las curvas de las ciudades de Cuzco, Puno, Huancayo, Tarma y Cajamarca. Obteniéndose los siguientes valores para la población futura:

$$P \ 1970 = 4,800 \text{ Hbts.}$$

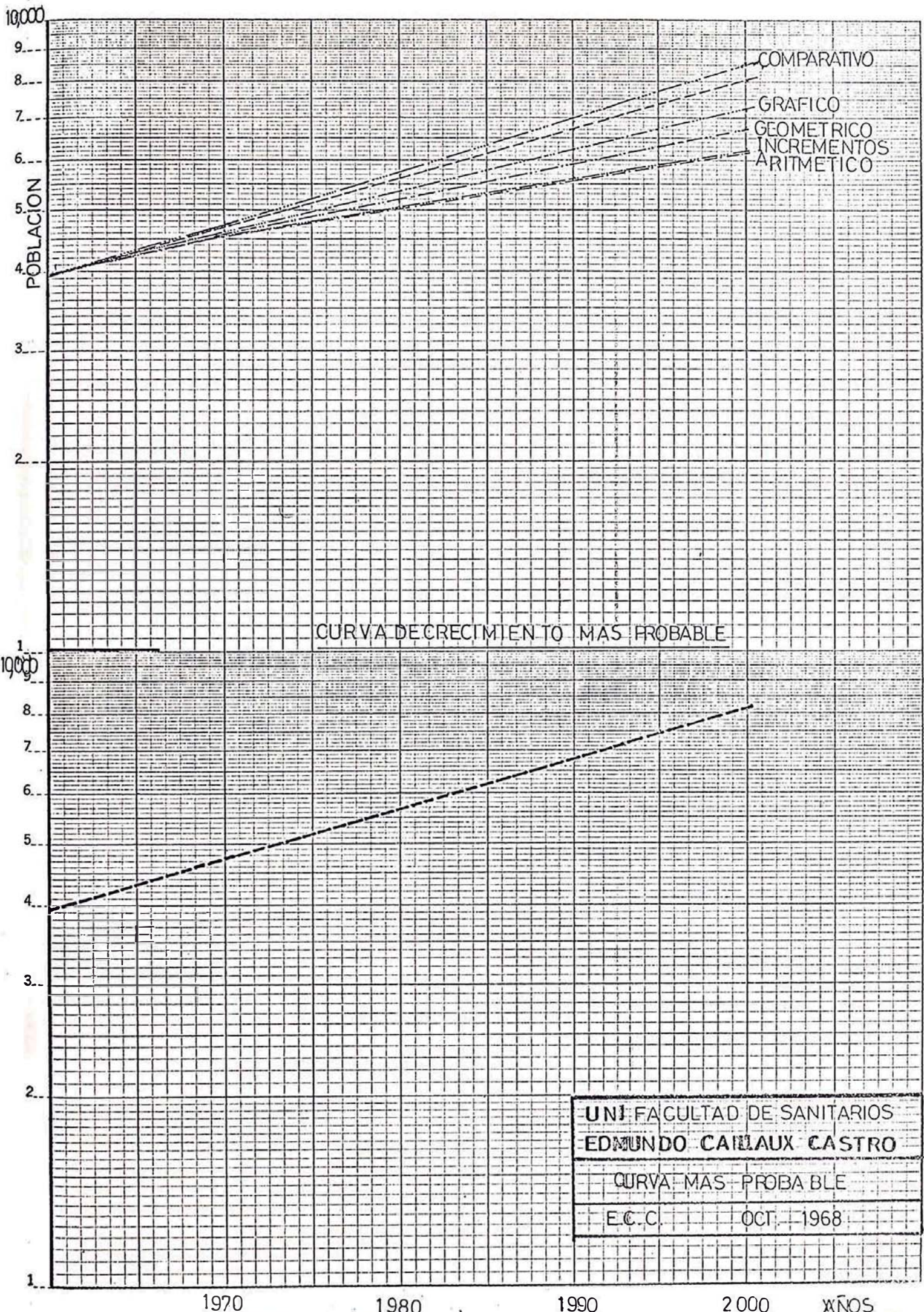
$$P \ 1980 = 5,700 \quad "$$

$$P \ 1990 = 6,900 \quad "$$

$$P \ 2000 = 8,540 \quad "$$

(7) Curva mas Probable.-

Siendo los resultados obtenidos por los métodos anteriores los



UNI FACULTAD DE SANITARIOS
 EDMUNDO CAILLAUX CASTRO
 CURVA MAS PROBABLE
 E.C.C. OCT. 1968

siguientes:

METODO	POB. 1970	POB.1980	POB. 1990	POB.2000
ARITMETICO	4,517	5,038	5,559	6,070
GEOMETRICO	4,535	5,168	5,889	6,710
INCREMENTOS	4,517	5,001	5,605	6,209
GRAFICO	4,600	5,310	6,200	7,280
COMPARATIVO	4,800	5,700	6,900	8,540

Graficando los resultados obtenidos y considerando que la población de la ciudad crecerá a un ritmo mucho mayor en los próximos años, dadas las condiciones propicias para el desarrollo de la agricultura, ganadería, minería y especialmente el turismo; factores que influyen directamente en el desarrollo incrementando de forma casi explosiva la población, tal como ha sucedido con otras ciudades en las cuales se mejoraron sus vías de acceso y servicios.

Se adopta la curva que da los siguientes valores:

P 1970 = 4,800 Hbtm.

P 1980 = 5,680 "

P 1990 = 6,720 "

P 2000 = 8,020 "

POBLACION DE DISEÑO.-

Después de observar las curvas de crecimiento de la población,

comparar las poboaciones obtenidas para el año 2,000 con los dis tintos métodos matemáticos y por las razones antes expuestas sobre la disminución de la migración hacia otras ciudades, sobre el aumento del crecimiento geométrico debido a las facilidades laborales, educacionales, transporte etc.

Se considera que la población de la ciudad de Caraz para el pe ríodo de diseño de 32 años, o sea para el año 2,000 llegará a los 84020 habitantes.

CONFORMACION URBANA ACTUAL Y EXPANSION FUTURA.-

La ciudad de Caraz ocupa un total de 53 Has. aproximadamente, el porcentaje de áreas libres llega apenas al 15%, constituyendo un índice muy bajo para las mismas. Solamente tiene como zonas de esparcimiento o áreas libres una plaza y un campo deportivo, de las cuales solo la plaza tiene acceso libre.

La población de la ciudad está formada por 4,600 Hbts. agrupados en mas o menos 920 familias; el tamaño promedio de los lotes usados para vivienda es de 500 m², teniendo una densidad de población de 87 Hbts./Ha. La cual es considerada baja para una ciudad.

Si bién el perímetro urbano, conformado por las calles 28 de Julio, Bolognesi, Ernesto Souza, Saenz Peña y Gral. Córdova, encierra casi la totalidad de la población existen al oeste y al

sur de la ciudad pequeños núcleos urbanos en formación.

El sentido preponderante del desarrollo urbano de los últimos años, ha sido hacia el oeste, notándose también un ligero desarrollo al sur de la ciudad. Se puede apreciar claramente, que el atractivo que tienen las zonas en desarrollo, son las carreteras que llegan del sur y que salen hacia Parón y Huallanca.

En el presente proyecto se proponen las zonas de expansión futura, teniendo en cuenta el sentido preponderante del desarrollo existente; consideramos el proyecto a ejecutarse en dos etapas: Una etapa que comprende las zonas de expansión inmediata y las necesarias hasta 1,980, con una densidad probable de 120 Hbts./Ha., un porcentaje de áreas libres que llega al 30% y dotada de facilidades urbanas, educacionales y sociales; esta primera etapa que servirá de modelo de planificación, requiere de aproximadamente 12 Hectareas, teniendo en consideración que de 20 a 30 % del incremento de población se establecerá en la zona antigua o central. Una segunda etapa, a ejecutarse a partir del año 1980, que con las mismas consideraciones, requerirá aproximadamente 40 Has., lográndose de esta manera que la ciudad desarrolle en forma ordenada y tenga la adecuada planificación de vías, servicios, áreas libres, etc., necesarios para el bienestar de sus pobladores. Se calcula que la densidad que tendrá la ciudad para el período de diseño es de 120 Hbtes/Ha. Neta, llegando la ciudad a tener 120 Has Bruta aproximadamente.

CAPITULO V

PRODUCCION DE DESAGUES.-

A.-Uso Doméstico.-

Las aguas exluidas, o aguas negras de uso doméstico, tienen un volúmen casi igual a la cantidad de agua que ingresa a las viviendas, proveniente de la red de agua potable.

Siendo la dotación de agua potable para la ciudad de Caraz, de 200 l.p.p.d., utilizando un coeficiente $k_1 = 1.4$ para el día de máximo consumo, asumiendo un coeficiente $k_2 = 1.8$ para el máximo de variación horaria y considerando, que solamente el 80% del consumo de agua llega a las alcantarillas, tendremos un caudal aproximado de 400 l.p.p.d., como aporte del desagüe doméstico al caudal de diseño para el sistema de alcantarillado.

B.-Infiltración.-

En la construcción de las obras de alcantarillado, se presentan usualmente dos graves inconvenientes; uno denominado Exfiltración, que es la filtración de las aguas de la alcantarilla al terreno, y el otro denominado Infiltración, que es el ingreso de las aguas del terreno a las alcantarillas. Los dos casos requieren especial atención, pues el primero puede producir la contaminación de la

napa de agua, condiciones antihigiénicas por la contaminación del terreno, hundimientos, etc., mientras que el segundo puede variar fundamentalmente las condiciones de diseño de las alcantarillas. Se considera de mayor importancia el problema de la infiltración, pues al controlarse ésta, desaparece el peligro de la exfiltración.

Estas situaciones podrían evitarse si se lograra el empleo de juntas o uniones totalmente impermeables.

Existen diversas unidades para expresar la cantidad de agua de infiltración, algunas de éstas son: Lit./Ha./día; Lit./Unidad de long./día; y Lit./ cm² de superf. interior por unidad de long./ día. Las experiencias indican una variación enorme en los volúmenes del agua de infiltración, aún en aquellos sistemas en los cuales durante su construcción hubo una supervisión estricta; razón por la cual no se justifica un extremado refinamiento en la elección de la unidad de medida, tomándose generalmente unidades sencillas que den valores prácticos de aplicar.

Para obtener el volúmen de agua de infiltración a utilizar en el diseño de las alcantarillas, se han comparado los valores utilizados en nuestro país, con aquellos recomendados por diversas instituciones norteamericanas, asumiéndose un valor medio de 10,000 lits/Km. de tubería/ día, o su equivalente que sería 0.01157 l.p.s. por cada 100 m. de tubería ó 20,000 lit./Ha/ día aprox., para diámetros de 6" a 10".

En este valor asumido se pueden considerar involucrados los volúmenes correspondientes a las conexiones clandestinas domésticas y de colección de agua de lluvia.

C.-Industrial.-

Como se ha explicado en el capítulo correspondiente, esta ciudad está considerada como de pocos recursos industriales, no teniendo propiamente industria que demande servicios ni estudios especiales para la determinación de la cantidad y calidad de sus desagües industriales; por lo tanto en la elaboración del presente proyecto, no se ha considerado volúmenes especiales provenientes del uso industrial.

D.- Agua de Lluvia.-

La ciudad de Caraz, está ubicada en una zona en la cual la precipitación pluvial es escasa, alcanzando niveles relativamente bajos durante la época de lluvias; registrándose durante ésta, por lo general tormentas de poca intensidad, como se ha podido comprobar en el parte diario de la estación meteorológica de Caraz.

Generalmente las tormentas de gran intensidad se presenta con poca frecuencia, por lo cual, para el cálculo de los conductos para agua de lluvia, se utiliza el valor de la máxima tormenta para una frecuencia de 5 a 10 años.

Para la ciudad de Caraz, en la cual la época de lluvias dura 4 meses del año, y donde se producen tormentas de intensidad considerable cada 3 a 4 años, un sistema de pluvioconductos sería innecesario y sumamente costoso; y la construcción de un sistema combinado resultaría de elevado costo. Por estas razones en la elaboración del presente proyecto, no se considera mayor influencia del agua de lluvia, que la considerada en Infiltración.

Volumen total de aguas por evacuar.-

El volumen total de aguas negras a evacuar, esta sujeto a la variación en los aportes de cada uno de los siguientes factores:

- Servicios públicos
- Uso doméstico
- Agua de infiltración
- Uso Industrial
- Agua de Lluvia

Teniendo en consideración las razones y fundamentos, mencionados anteriormente, sobre cada uno de los factores que intervienen en la determinación del volumen total a evacuar, en su aplicación a la ciudad de Caraz, calculamos los siguientes aportes:

- Servicio Público (fuentes, piscinas etc). 0.5 Lit/seg.
- Agua de uso doméstico 37.12 " "
- Agua de infiltración 0.1157 lit/Km.tubería.

Siendo la longitud total aproximada de colectores de 16 Km.,

tendremos un aporte total de agua de infiltración de 1.66 lit/seg.; El Emisor deberá tener capacidad para conducir 45 lit/seg. aprox., provenientes de los colectores instalados, y los previstos en el período de diseño.

Zonificación de la ciudad.-

La zonificación en una ciudad, tiene fundamental importancia desde el punto de vista de la necesidad de servicios (agua potable y desagüe), pues mediante ella podemos conocer los usos de determinadas áreas, su calificación y la magnitud de la necesidad de sus servicios.

En Caraz, ciudad que tiene una densidad de población promedio baja, que no tiene zonas de aglomeración o alta densidad, que tiene industrias en pequeña escala ubicadas fuera de la ciudad, la zonificación aplicada a la necesidad de servicios no tiene mayor importancia, limitandose a una planificación urbana, que permita la mejor utilización de las áreas disponibles.

En el plano de Desarrollo y Expansión Futura, se propone la zonificación de la ciudad, tan solo para las nuevas zonas en crecimiento, pues hay que considerar que tratamos de una población que ha crecido muy lentamente con el transcurso de los años, realizandose de esta manera una consolidación que se podría denominar natural. Los defectos de esta consolidación natural, se aprecian en la notable falta de áreas libres, como parques y jardi-

nes, en un esquema de vías inadecuado, calles estrechas, imprevisión de zonas de desarrollo etc.

En la zona demarcada para el desarrollo de la 1ª etapa del proyecto, se trata de modificar el sistema de vías, dándole mayor privacidad a ciertas zonas, se ha conservado el trazo de las calles de cierta importancia, para no producir un cambio tan brusco en dos zonas muy próximas, así como también se deja previsto el trazo de las nuevas vías que prestarán servicio a las futuras zonas de desarrollo; se ha elevado a un 30% el porcentaje para parques y jardines, reservándose zonas para comercio, colegios, facilidades y servicios comunales.

CAPITULO VI.-

ACTUALIZACION DEL DISEÑO DE LAS ALCANTARELLAS.-

Descripción del sistema existente.-

El sistema actual de colectores de la ciudad de Caraz, comprende: 5,500 ml. de tubería de concreto "Hume" de 6" Ø, instaladas en las calles GRAU (14 Cdas.), JOSE DE SUCRE (15 Cdas.), JOSE DE SAN MARTIN (15 Cdas.), PASAJE MINERO (1 Cda.), MELCHOR GUTIERREZ (1 Cda.), PUMACAHUA (2 Cdas.), MELGAR (2 Cdas.), JORGE CHAVEZ (1 Cda.), SANTA CRUZ (2 Cdas.), ALFONSO UGARTE (2 Cdas.), MANCO CAPAC (1 Cda.), LA MAR (2 Cdas.), DANIEL VILLAR (3 Cdas.), PLAZA DE ARMAS (1 Cda.), y JOSE GALVEZ (2 Cdas.); 1,390 ml. de tubería de concreto "Hume" de 8" Ø, Instaladas en las calles 28 DE JULIO (3 Cdas.), PUMACAHUA (1 Cda.), ERNESTO SOUZA (4 Cdas.); El Emisor, conformado por 770 ml. de tubería de 10" Ø, de los cuales 700 ml. son de concreto "Hume", y 70 de Fierro fundido de presión, está instalado a partir del cruce formado por las calles SAN MARTIN Y ERNESTO SOUZA, dirigiéndose sobre la dirección de la primera, al punto de lanzamiento sobre el río SANTA.

En términos generales, el sistema se encuentra trabajando en buenas condiciones; pero, obligan la ejecución de un nuevo diseño: a) El crecimiento de la ciudad, a causa del cual existen

muchas calles por las que no hay colectores instalados; b) La previsión de la nueva zona de expansión hasta el final de la primera etapa en 1,980; c) La modificación del trazo del emisor, que permita drenar la parte baja de la ciudad, así como también eliminar el peligro que representa verter los desagües de la ciudad en el río, sin tratamiento y aguas arriba de ésta.

Descripción del sistema proyectado.-

En el diseño del sistema proyectado, para cubrir las necesidades de la ciudad hasta el año 2,000, se ha tomado como punto de partida el sistema existente, tratando en lo posible de evitar el reemplazo de las tuberías del mismo, para no elevar innecesariamente el costo del proyecto.

En general el nuevo diseño comprende la división de la ciudad en 3 zonas de drenaje, las cuales se encuentran demarcadas por las calles y jirones de la siguiente manera:

ZONA N° 1.- Jr. 28 DE JULIO, BOLOGNESI, ERNESTO SOUZA, JOSE DE SUCRE, ALFONSO UGARTE, y JOSE DE SAN MARTIN, con un total de 60 Has. aproximadamente, teniendo como colectores principales los instalados por las calles ERNESTO SOUZA Y JOSE DE SUCRE.

ZONA N° 2.- Jr. 28 DE JULIO, SAN MARTIN, ALFONSO UGARTE, JOSE DE SUCRE, ERNESTO SOUZA, Jr. CACERES y GENERAL CORDOVA, con un total de 20 Has. aproximadamente, teniendo como colector principal, el instalado por EL JIRON CACERES.

ZONA N° 3.- Jr. CORDOVA, PROL.ERNESTO SOUZA, PROL. JORGE CHAVEZ, Jr. LIBERTAD y Jr. TACNA, con un total de 30 Has. aproximadamente, teniendo por colector principal el instalado por la PROLONGACION Jr. ERNESTO SOUZA.

Constituyen los colectores primarios de este sistema: El instalado en el Jr. JOSE DE SAN MARTIN, el cual recibe como secundario, al colector principal de la zona de drenaje N° 1, que desde la intersección de SAN MARTIN con ERNESTO SOUZA cambia de 8" a 10" ϕ , siguiendo por SAN MARTIN y luego por MARISCAL LUZURIAGA, hasta encontrar el emisor; y el instalado en el Jr. CACERES, que recibe los colectores principales de las zonas de drenaje N° 2 y N° 3, cambiando de 8" a 10" ϕ desde la intersección con ERNESTO SOUZA, siguiendo por el Jr. CACERES hasta el emisor.

El emisor, recibe los colectores primarios de las calles Mcal. LUZURIAGA y Jr. CACERES, y toma una zona de fuerte pendiente en dirección hacia el río Santa. Tiene en total 178 m. de longitud, de los cuales 120 m. son de f° fundido de presión y 10" ϕ , con una estructura de anclaje en el punto de descarga.

CALCULO DE LOS COLECTORES.-

Consideraciones Generales.-

A.-Caudal de Diseño.-

Teniendo en consideración que la población mas probable para el período de diseño es de 8,020 Hbtes.; la dotación de agua potable, que de acuerdo a las características de la ciudad se ha calculado como de 200 l.p.p.d.; las variaciones de consumo, que se han asumido en 140% y 180% del consumo promedio anual, para el máximo diario y máximo horario respectivamente; el coeficiente para el volumen de desagüe, de 80%. Obtenemos del aporte doméstico, los siguientes caudales de diseño:

- Promedio anual	14,85 l.p.s.
- Máximo diario	20.79 l.p.s.
- Máximo Maximorum	37.42 l.p.s.

El caudal de diseño que se ha seleccionado es el de Máximo Maximorum, el cual, incrementado por el volumen de agua de infiltración y servicios público, alcanza un total de 45.26 l.p.s.. Considerando la longitud total de colectores instalados, proyectados y previstos para el período de diseño, tendremos un aporte por unidad de longitud de 2.38 l.p.s./Km. de colector.

B.-Material a Emplearse.-

Los colectores primarios, secundarios y de relleno serán const

truidos con tuberías de concreto tipo "HUME", normalizadas y para 10 Lbs/pulg² de presión, de 8" y 10" Ø. El emisor, desde el punto indicado, será de tubería de fierro fundido de 10" Ø y para 100 Lbs/pulg² de presión. Se ha considerado que la tubería de concreto tiene un coeficiente de rugosidad n de 0.013 para la fórmula de KUTTER.

C.-Reglamentación.-

Para el diseño y cálculo de los colectores, se han seguido las normas y reglamentos del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, del cual se transcriben los artículos mas importantes para los proyectos de Alcantarillado:

Art^o 7.- 01.- Las tuberías de desagüe deben proyectarse en tramos rectos entre las cámaras de inspección, debiendo en consecuencia instalarse dichas cámaras en todos los cambios de dirección y de pendiente.

Art^o 7.- 02.- La capacidad de la red será calculada para la máxima población futura a servirse, y determinada de acuerdo a las curvas de gastos preparadas por el Departamento de Planeamiento de la Sub-Dirección de Obras Sanitarias.

Art^o 7.- 03.- El diámetro mínimo de las tuberías de relleno será de 8" y el de las conexiones domiciliarias domésticas de 6". En caso de tratarse de urbanizaciones industriales, los diáme

tros de las conexiones domiciliarias se fijarán de acuerdo a las necesidades de las industrias.

Art^o 7.- 05.- Los proyectos se harán de un modo tal que satisfagan las condiciones de asegurar en lo posible una velocidad mínima de 0.70 m. por segundo; y en ningún caso menor de 0.60 m. por segundo.

Art^o 7.- 06.- Desde que en los tramos origen no podrá conseguirse la condición exigida en el Art^o 7-05 debido al pequeño caudal evacuado, se exige una pendiente mínima de 10% en los primeros 400 metros de recorrido de todo el colector. Si esta condición no fuera posible, deberá proyectarse un sistema de limpieza en el punto origen (Art^o 7-21).

Art^o 7.- 07.- Las pendientes mínimas que se aceptarán de acuerdo a los diámetros y para condiciones de flujo comprendidas entre medio tubo y tubo lleno serán:

Diámetro	Pendiente mínima	Caudal mínimo
8"	5.2%	11 l.p.s.
10"	3.7%	17 l.p.s.
12"	2.8%	25 l.p.s.
14"	2.3%	35 l.p.s.
16"	1.8%	45 l.p.s.

18"	1.5‰	58 l.p.s.
21"	1.2‰	80 l.p.s.

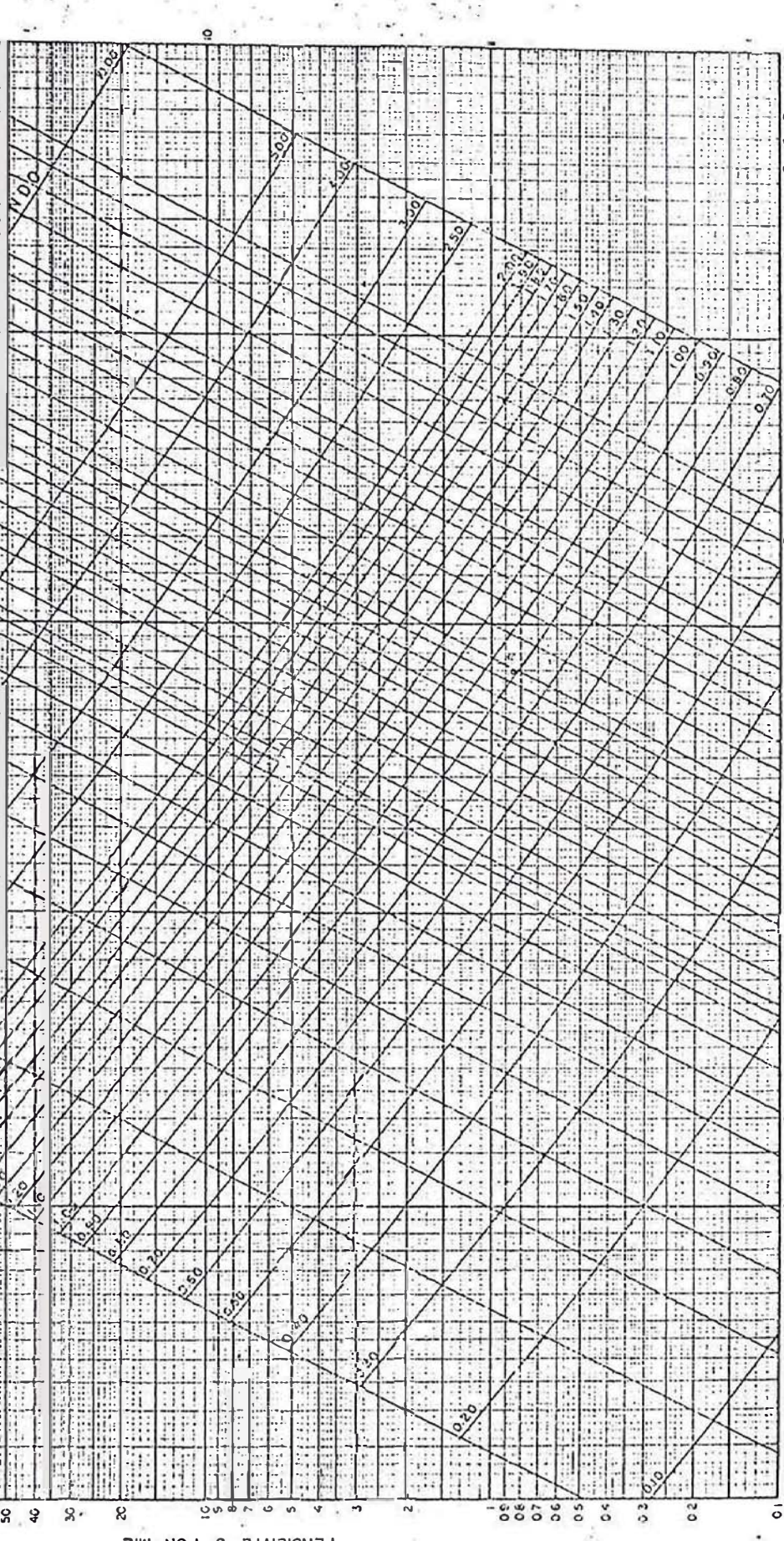
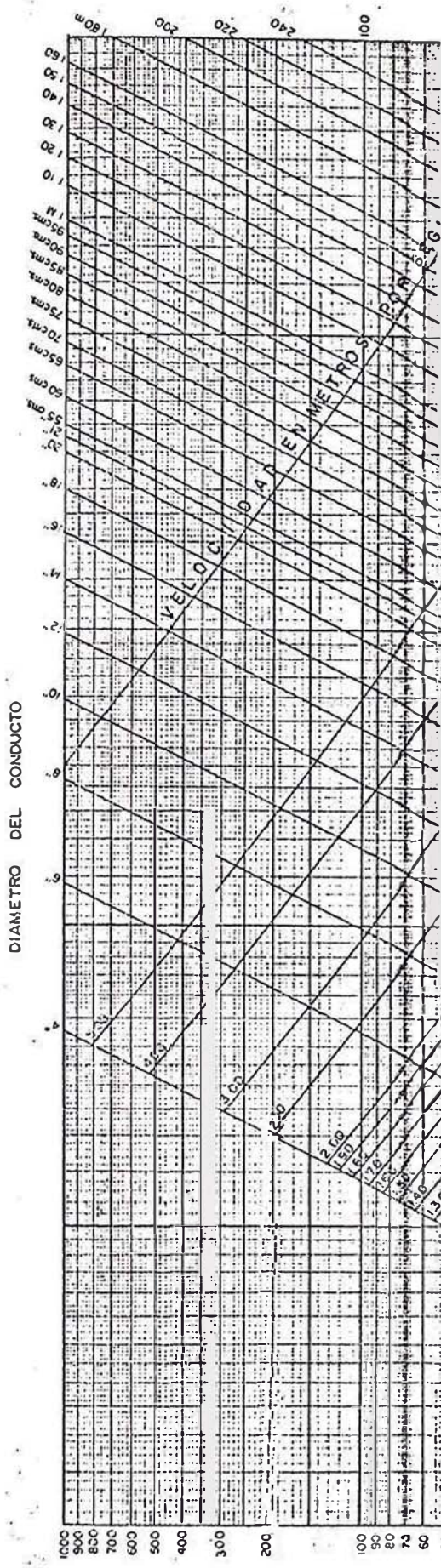
Artº 7.- 08.- Para condiciones menores de medio tubo las pendientes deberán aumentarse a los valores necesarios para asegurar la velocidad mínima considerada en el Artº 7-05.

Artº 7.- 09.- La velocidad máxima permisible será de 3.00 mts. por segundo; y las pendientes límites serán las que produzcan dicha velocidad para las condiciones de gasto a que trabajarán los colectores cuando fluyen con un tirante de 0.80 m. del diámetro.

Artº 7.- 10.- Las tuberías de relleno se proyectarán a una profundidad tal que aseguren satisfacer la másdesfavorable de las siguientes condiciones:

- a).- Un relleno mínima de 1.00 m sobre la superficie exterior del tubo; y
- b).- Que permitan drenar todos los lotes que dan frente a la calle en la que está ubicado el colector, considerando que por lo menos las dos terceras partes (2/3) de cada lote en profundidad puedan descargar por gravedad, partiendo de 0.30 m. por debajo del nivel del terreno y con línea de conexión al colector, de 15‰ de pendiente mínima.

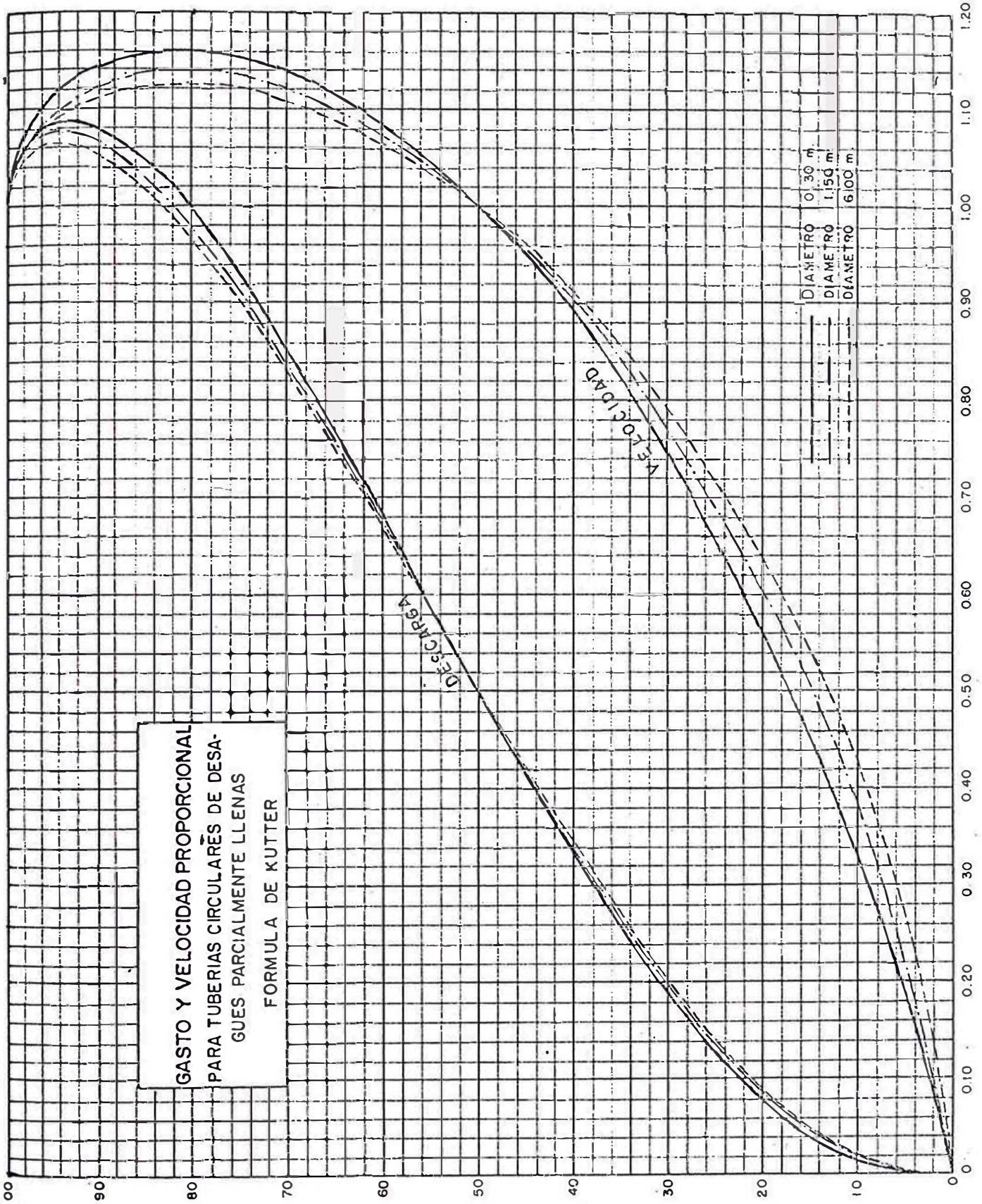
DIAMETRO DEL CONDUCTO



PENDIENTE "S" POR MIL

GASTO "Q" EN LITROS POR SEGUNDO

FORMULA SIMPLICADA DE HUTNER
Por I. de H. E. GARDNER



GASTO Y VELOCIDAD PROPORCIONAL
 PARA TUBERIAS CIRCULARES DE DESA-
 GUES PARCIALMENTE LLENAS
 FORMULA DE KUTTER

RELACION ENTRE EL TIRANTE A GASTO PARCIAL Y EL DIAMETRO

VELOCIDAD PROPORCIONAL Y DESCARGA

D.- Fórmulas, Tablas y Abacos.-

Para la elaboración de los cálculos, y para la brevedad de los mismos, es usual la utilización de la fórmula simplificada de KUTTER. En la elaboración del presente proyecto se ha utilizado esta fórmula, desarrollada en un abaco del S.E.S.P., que es copia del original de la Dirección de Obras Sanitarias del M.F. y O.P. Así mismo, se ha empleado el gráfico de la RELACIONES PROPORCIONALES, de la fórmula de KUTTER, empleado para conductos que funcionan parcialmente llenos.

CAPITULO VII.-

DISPOSICION FINAL DE LOS DESAGUES.-

Métodos de eliminación de las aguas negras.-

Los métodos de eliminación de los desagües, están comprendidos en la descarga dentro de una masa de agua, y en el invertimiento sobre o bajo la superficie del terreno. Pudiendo ser el destino final de las aguas negras:

- Dilución en una masa de agua.
- Aprovechamiento agrícola o industrial.
- Filtración subterránea sin aprovechamiento.

El aprovechamiento agrícola, riego a manta o por inundación como se le denomina, consiste en el invertimiento, con o sin tratamiento, de las aguas negras sobre la superficie del terreno. Está orientado principalmente a la redención de las tierras estériles, para la producción de determinados tipos de cultivos. En el caso de la ciudad de Caraz, el invertimiento directo de las aguas negras sobre el terreno, sería contraproducente, pues la región, y principalmente la zona, es rica en terrenos fértiles, que producen legumbres y hortalizas, las cuales requieren para su riego agua exenta de gran patógenos, esto significaría la necesidad de un tratamiento previo para las aguas de invertimiento.

La evacuación de las aguas negras en forma subterránea, se aplica generalmente para pequeñas cantidades, no así al tratarse de cantidades considerables, por implicar inconvenientes tales como la excavación de pozos de drenaje, el peligro de la contaminación de la napa de agua etc.

La evacuación por dilución en una masa de agua, es la mas usada generalmente, por ser la mas económica y dentro de ciertos límites y consideraciones, la mas segura en la prevención de condiciones antihigiénicas en la disposición final de los de sagües.

Evacuación por dilución.-

La evacuación de las aguas negras por dilución, consiste en la disposición de las mismas, provenientes de la alcantarillas o del efluente de una planta de tratamiento, en una masa de agua de tal magnitud y características, que asegure no se vayan a producir situaciones molestas para los sentidos o que amenacen la salud pública.

Los métodos mas usados para la evacuación por dilución son:

- Invertimiento en el mar
- " en lagos.
- " en Ríos

Por razones geográficas la aplicación de los primeros métodos

es impracticable en la ciudad de Caraz.

Invertimiento de aguas negras en Rios.-

Por ser indiscutible la facultad de auto-purificación de los cursos de agua, es decir la propiedad que tiene el agua corriente de transformar, dentro de ciertos límites, la composición químico-bacteriológica de las aguas agresivas, en inofensivas para la salud; el invertimiento de las aguas residuales en los ríos o cursos de agua depende, fundamentalmente de los siguientes factores:

- Régimen, velocidad y caudal del río o curso receptor.
- Grado de contaminación del mismo, al llegar a la población.
- Potencia de auto-purificación, es decir distancia necesaria para ejercer la propiedad, en virtud de la cual se destruyen las materias extrañas y nocivas.
- Volúmen y composición de las aguas invertidas.

En la actualidad, existen vastos estudios sobre la auto-purificación de los cursos de agua, de los cuales se puede deducir fácilmente las siguientes recomendaciones:

PRIMERA.- El invertimiento directo de aguas residuales en los ríos y cursos de agua, no es aceptable, sino cuando aguas abajo de la ciudad que lo realiza, no existan aglomeraciones urbanas ni tomas de agua; o éstas se encuentren a partir del punto donde la

auto-depuración se ha realizado.

SEGUNDA.- Con la reserva de lo contenido en la primera recomendación, el invertimiento directo de aguas residuales en los cursos de agua, puede realizarse cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- a.- Que la dilución de las aguas negras se haga en una proporción de 1 a 150, es decir, que el volúmen de resíduos líquidos sea, en todo momento, inferior a 150 veces el del agua que corre por el curso receptor.
- b.- Que la velocidad del río o curso receptor, sea superior a la mínima de la alcantarilla, que es de 0.60 m/seg.
- c.- Que el agua de la alcantarilla, no contenga residuos industriales de composición química tal, que impidan los procesos biológicos de la auto+depuración.

El higienista americano HEVING, tomando como límite la cantidad de amoníaco libre, deduce:

- a.- Que un curso de agua está irremediablemente contaminado, si su caudal es inferior a 20 litros/seg. por cada 1,000 habitantes.
- b.- Que el invertimiento directo podría ser tolerado, si el caudal del río es superior a 196 litros/seg. por cada 1,000 habitantes.

Estudio del probable curso receptor.-

El curso receptor mas probable, para los desagües de la ciudad de Caraz; y que, por su velocidad, caudal y régimen turbulento, puede asegurar una dilución adecuada de los mismos, es el río Santa.

Analizando las condiciones y recomendaciones que deben guardar los ríos y cursos de agua para ser receptores, tenemos:

- a.- El río Santa, aguas abajo de la ciudad de Caraz, no sirve de fuente de abastecimiento de agua potable, a ninguna población, pues éstas se sirven de los manantiales que provienen de los deshielos de la cordillera blanca.
- b.- La velocidad del río, si bién no se ha determinado en forma exacta, se puede estimar en promedio como de lit/seg., dado el fuerte desnivel existente, asegurándose aún mas la dilución, por el régimen turbulento del mismo.
- c.- El agua de invertimiento, es la proveniente de uso doméstico, cuyo contenido de sustancias químicas, que puedan neutralizar los procesos biológicos de auto-depuración, es nulo.
- d.- El volúmen de descarga promedio, a su paso por la ciudad de Caraz, es de $74.16 \text{ m}^3/\text{seg.}$, habiéndose registrado en el mes de mayor sequía, un caudal de $19.20 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Para la determinación del volúmen necesario del agua de dilución, existen varios criterios; por ejemplo, por experiencia se dice que cuando se descargan aguas negras crudas en una ma sa de agua, es necesario un volúmen de agua de dilución, de 112 de 196 litros/seg. por cada 1,000 habitantes, para evitar perjuicios. También se recomienda que la dilución se haga en la proporción de 1 a 150. Asumo este último criterio por dar el valor mas conservador.

Con el criterio asumido para la determinación del volúmen de agua de dilución y siendo el caudal de aguas negras de 45.265 Lts/seg., se requiere un mínimo de 6.79 m³/seg., para asegurar la dilución. Observando los valores de las descargas del río Santa su paso por la ciudad de Caraz, o vemos que, en el día de más bajo caudal, la dilución se realiza en una proporción de 1 a 425 en volumen, lo cual es casi 300% el valor recomendado.

Tratamiento de los desagües de la ciudad.-

El costo de construcción, operación y mantenimiento de una planta para el tratamiento de desagües, resulta demasiado elevado para poblaciones pequeñas, en las cuales es recomendable adoptar soluciones mas económicas y de resultados similares.

En la ejecución de proyectos para ciudades de pequeña magnitud, y principalmente en países "En Vías de Desarrollo" como

el nuestro, es necesario tener en consideración, que el principal problema que afrontan, es el de la carencia de recursos económicos, especialmente para obrar de productividad a largo plazo, como es ésta; por lo cual, es prudente evitar la elevación innecesaria del costo de las obras. Por otro lado, no solo es el caso adaptar la solución que represente la menor inversión inicial, sino que debemos adoptar la solución tecnico-económica mas adecuada para la población.

Por las razones expuestas, se han estudiado detenidamente las soluciones posibles para la eliminación de los desagües de la ciudad de Caraz, considerando la incidencia é importancia del tratamiento de los mismos.

De las soluciones mas aceptables, por su aplicación a la ciudad de Caraz, se ha desechado la de invertimiento de las aguas residuales sobre el terreno, denominado riego a manta o por inundación, porque en la zona probable para realizar el invertimiento, existen tierras de cultivo que producen legumbres y hortalizas, las cuales es recomendable regar con aguas exentas de organismos patógenos; el tratamiento en este caso no se justificaría, pues si bién se logra un agua de la calidad requerida, ésta tiene poco caudal y su costo es elevado, disponiéndose en la zona de abundante agua, de buena calidad y cuyo costo de utilización es bajo.

Método adoptado para la disposición final de desagüe.-

De la observación de los cuadros de registro de la variación diaria del caudal del río Santa, obtenemos que éste tiene un caudal promedio mensual de $74.16 \text{ m}^3/\text{seg.}$, con fluctuaciones en épocas de lluvia y sequía, que van desde un máximo de $586.05 \text{ m}^3/\text{seg.}$ a un mínimo diario promedio de $19.20 \text{ m}^3/\text{seg.}$, teniendo un mínimo promedio mensual de $21.06 \text{ m}^3/\text{seg.}$; la velocidad del río, debido al fuerte desnivel, es bastante alta, pudiéndose estimar que en promedio, está sobre los $2.00 \text{ m}/\text{seg.}$, lo cual, sumado a su régimen turbulento, aseguran en el día mas desfavorable, una dilución en la proporción de 1 a 425 en volúmen, en el punto de descarga.

Aguas abajo de la ciudad de Caraz, sobre las margenes del río Santa, se encuentran las localidades de CHOQUECHACA (6 Km. aprox), MOLINOPAMPA (18 Km. aprox.), MANCOS (20 Km. aprox.) y la ciudad de HUALIANCA (35 Km. aprox.); ninguna de estas poblaciones hace uso del río Santa como fuente de abastecimiento de agua potable. Durante este recorrido, el río recibe como afluentes al Parón, Colcas y Cedros, que en conjunto en la época de sequía han registrado un aporte mínimo de $6.00 \text{ m}^3/\text{seg.}$ aproximadamente.

Teniendo en consideración los factores mencionados anteriormente, y con la satisfacción de los requerimientos necesarios del curso receptor, el método adoptado para la disposición final de los desagües de la ciudad de Caraz, es el de Dilución

por Invertimiento del desagüe Crudo en el río Santa.

Este método, que es usado generalmente para ciudades de pequeña magnitud, representa el mas económico para aquellas de pocos recursos, pues no requiere tratamiento alguno, no necesita la construcción de estructuras especiales. y no produce condiciones antihigiénicas, ni antiestéticas en las cercanías de la población, regenerándose la corriente o curso receptor por la facultad de auto!depuración.

Efecto causado en el curso receptor.-

La autopurificación de las corrientes o cursos de agua, se debe a la dilución, sedimentación, reducción, oxidación y radiación por acción de la luz solar. Los efectos son físicos, químicos y biológicos.

Cuando se descarga materia orgánica putrescible en agua, los riesgos que ésta produce, se reducen por su dispersión a causa de la dilución. Si la dilución es suficiente, ella sola puede evitar todo perjuicio; como se unen a la corriente principal afluentes superficiales, la creciente dilución dispersa todavía mas, los sólidos de las aguas negras, dando lugar a una auto+depuración por dilución.

La rapidez de la auto-depuración depende de la clase de materia orgánica, la presencia de oxígeno utilizable, la veloci

dad de reacción, la temperatura, la sedimentación y la velocidad de la corriente. Las corrientes lentas, tienen mas probabilidades de autopurificarse en menor distancia que las de escurrimiento rápido y turbulento, mientras que éstas, se autopurifican en menor tiempo, en las mismas condiciones. La absorción de oxígeno es mas rápida en una corriente cuya superficie esté agitada, que en una corriente de superficie lisa.

En el invertimiento del desagüe crudo proveniente de la ciudad de Caraz, en el río Santa, se logra una dilución inicial muy alta, pues si bien en la época de sequía se ha registrado una baja considerable en el volúmen de dilución, en el día mas seco se logra una dilución en la proporción de 1 a 425 en volúmen; por otro lado, debemos considerar que aguas abajo de la ciudad, el río recibe afluentes como el Parón, Colcas y Cedros que en los días mas secos aportan un promedio de $6.00 \text{ m}^3/\text{seg.}$, asegurando aún mas la dilución.

Por los criterios y razones expuestos, considerando el caudal del río Santa, su velocidad, su regimen turbulento que asegura una buena velocidad de reaereación y teniendo en cuenta que aguas abajo de la ciudad de Caraz no existen poblaciones que utilicen este río como abastecimiento de agua potable, se deduce que el invertimiento del desagüe crudo de la ciudad de Caraz en el río Santa, no causará problemas de salud, estéticos ni de otra índole.

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

- **APUNTES DE CLASE DEL ING. ALFONSO ZAVALA C.**

- **"ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS":**
 Por Harol E. Babbitt y E. Robert Baumann

- **"WATER SUPPLY AND WASTE-WATER DISPOSAL":**
 Por Gordon Maskew Fair and J. Charles Geyer.

- **"INGENIERIA SANITARIA":**
 Por Alfredo Mendiola

- **"AMERICAN SEWERAGE PRACTICE":**
 Por Metcalf and Eddy.

- **"EVACUACION DE EXCRETAS EN ZONAS RURALES":**
 Por E. G. Wagner y J. N. Lanoix.

- **"MANUAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS":**
 Por J. Barnes.