

A los asistentes a los cursos del Centro de Educación

Continua

La Facultad de Ingeniería, por conducto del Centro de Educación Continua, otorga constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso. Las personas que deseen que aparezca su título profesional precediendo a su nombre en el diploma, deberán entregar copia del mismo o de su cédula profesional a más tardar 15 días antes de la terminación del curso, en las oficinas del Centro, con la Sra. Sánchez.

El control de asistencia se efectuará al terminar la primera hora de cada día de clase, mediante listas especiales en las que los interesados anotarán personalmente su asistencia. Las ausencias serán computadas por las autoridades del Centro.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece el Centro están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo para que coordinen las opiniones de todos los interesados constituyendo verdaderos seminarios.

Al finalizar el curso se hará una evaluación del mismo a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos por parte de los asistentes.

Las personas comisionadas por alguna institución deberán pasar a inscribirse en las oficinas del Centro en la misma forma que los demás asistentes.

INSTALACIONES PARA HOSPITALES

Fecha	Duración	Tema	Profesor
Agosto 27	2 Hs.	Participación de la problemática médica en el diseño de instalaciones para hospitales	Dr. Antonio Ríos Vargas
Agosto 29	2 "	Interrelación del proyecto arquitectónico y las instalaciones	Arq. Guillermo Ortiz Flores
Ago. 31 3,5,7, 10	Sep. 2 Hs. c/clase	Instalaciones hidráulicas, sanitarias y especiales. Análisis de las fuentes de suministro. Cálculo y diseño de líneas de distribución para agua, vapor, oxígeno, vacío y óxido nitroso. Cálculo y diseño del sistema para eliminación - de aguas residuales Equipos especiales	Ing. Nicolás Zapett Vazquez Ing. José Ortiz Monasterio.
Sep. 12, 14 17, 19 y 21	2 Hs. c/clase	Instalaciones eléctricas, sonido, pararrayos e <u>in</u> tercomunicación. Análisis de las fuentes de energía Cálculo y diseño de iluminación Cálculo y diseño de las redes de alimentación eléctrica. Selección de sistemas de protección. Instalaciones especiales	Ing. Miguel Angel Gamiz Rdz. Ing. Alberto Ríos
Sep. 24,26,28 Oct. 1, 3 y 5	2 Hs. c/clase	Control ambiental Necesidad del control ambiental en hospitales Cálculo de cargas térmicas Análisis psicométrico	Ing. Jaime Mendez de la C. Ing. Arnoldo Díaz Acuña

Fecha	Duración	Tema
		Selección de sistemas
		Cálculo y diseño de sistemas especiales
Oct. 8 y 10	2 Hs. c/clase	Mesas redondas con comentarios sobre el diseño de un hospital específico.

INTERRELACION DEL PROYECTO ARQUITECTONICO Y LAS
INSTALACIONES EN LOS EDIFICIOS HOSPITALARIOS.

Arq. Guillermo Ortiz Flores

I. ANTECEDENTES.

EL CONCEPTO QUE ALIENTA LA LABOR SOCIAL DE LA ASISTENCIA MEDICA, HA SUFRIDO TRANSFORMACIONES CONSIDERABLES AL TRAVES DE LA HISTORIA, RESULTANDO ESTA, UNA CLARA EXPRESION DE LOS POSTULADOS IDEOLOGICOS DE UNA DADA.

DEL CONCEPTO DE CARIDAD, PANACEA DE LOS SIGLOS PASADOS SE HA EVOLUCIONADO EXTRAORDINARIAMENTE AL REVOLUCIONARIO CONCEPTO DE "OBLIGATORIEDAD" POR PARTE DE LA SOCIEDAD PARA LOGRAR QUE TODOS SUS MIEMBROS OBTENGAN CONDICIONES DE VIDA CADA VEZ MEJORES, Y LA SALUD ES UNO DE LOS PRINCIPALES ASPECTOS DE ESTAS MOTIVACIONES.

EL ESTADO, INSTITUCION EN LA QUE SE POLARIZAN LOS CONCEPTOS MENCIONADOS DEBE AVOCARSE CADA VEZ CON MAYOR INTENSIDAD POR MEDIO DE LOS ORGANISMOS QUE LO INTEGRAN A RESOLVER ESTOS GRAVES PROBLEMAS; YA QUE A EL, LE CORRESPONDE SER UN CELOSO GUARDIAN DEL MEJOR PATRIMONIO DE LOS PUEBLOS, LA SALUD FISICA Y MENTAL DE SUS HABITANTES. -- LOS SISTEMAS DE OPERACION, PLANEACION Y PROGRAMACION DE LOS PAISES ALTAMENTE DESARROLLADOS (E.U.A. Y ALGUNOS PAISES EUROPEOS) TIENEN MODALIDADES TECNOLOGICAS QUE DIFICILMENTE SE PUEDEN ADAPTAR EN SU INTEGRIDAD A LOS PAISES DE INCIPIENTE DESARROLLO YA QUE LAS CONDICIONES DE ESTOS ULTIMOS DIFIEREN EN ASPECTOS BASICOS; FUNDAMENTALMENTE LOS RELATIVOS A LA ECONOMIA, LA IDIOSINCRASIA, ETC. ES COMUN OBSERVAR ESTREPITOSOS FRACASOS CUANDO SE IMPONEN TECNOLOGIAS DE OTRAS LATITUDES EN NUESTRO MEDIO.

ES DE GRAN IMPORTANCIA, EL DARNOS CUENTA DE LA CARRERA ACELERADA DEL COSTO DE LOS SERVICIOS MEDICOS EN TODOS LOS PAISES, Y EL AUMENTO DE LA BRECHA ENTRE LOS COSTOS DE OPERACION Y DE INVERSION Y LOS

RECURSOS DISPONIBLES PARA TAL FIN, AL GRADO QUE RESULTA COMUN OBSERVAR EL DESFINANCIAMIENTO PROGRESIVO DE LAS INSTITUCIONES ENCARGADAS DE OTORGAR ESTE TIPO DE PRESTACIONES SOBRE TODO, EL TECNICO QUE TRABAJA TANTO EN LA PLANEACION COMO EN LA OPERACION DE UNIDADES HOSPITALARIAS DEBE TENER CONCIENCIA PLENA DE NUESTRA REALIDAD ECONOMICA Y SOCIAL A FIN DE EVITAR LA IMPORTACION DE TECNOLOGIAS SOFISTICADAS QUE LE RESULTAN SUMAMENTE HONEROSAS AL PAIS.

COMO REFERENCIA SE PUEDE DECIR QUE LOS HOSPITALES ES EL TIPO DE EDIFICACION QUE TIENE LOS COSTOS UNITARIOS MAS ELEVADOS (\$3,500.00 A \$4,500.00 POR M2) Y LA OPERACION POR UN AÑO DE UNA UNIDAD HOSPITALARIA SIGNIFICA TANTO COMO SU INVERSION EN CONSTRUCCION.

SE PUEDE ESTIMAR TAMBIEN QUE EL COSTO DE LAS INSTALACIONES VARIA ENTRE UN 30 A UN 40% DE LA INVERSION TOTAL, ES DECIR, POR EJEMPLO UN HOSPITAL DE 100 CAMAS TIENE UNA SUPERFICIE DE 7,500 M2, LO QUE SIGNIFICA UNA INVERSION EN CONSTRUCCION DE 26.2 A 33.7 Y POR CONCEPTO DE INSTALACIONES, LA INVERSION REQUERIDA PARA EL MISMO HOSPITAL SERA DE 9.2 A 11.8 MILLO- NES DE PESOS.

COMO SE PUEDE OBSERVAR LAS INVERSIONES SON CUANTIOSAS Y LOS ERRORES TANTO POR UNA MALA PROGRAMACION DE LAS INSTALACIONES COMO POR UN DISEÑO INADECUADO INCREMENTARIA CONSIDERABLEMENTE LOS COSTOS DE INVERSION COMO DE OPERACION. ES MUY IMPORTANTE RACIONALIZAR AL MAXIMO LA PLANEACION DE LAS INSTALACIONES HOSPITALARIAS Y COMO PRIMER PASO ES NECESARIO FORMAR EQUIPOS INTERDISCIPLINARIOS ESPECIALIZADOS QUE SE ENCARGUEN DEL DISEÑO HOSPITALARIO.

PARA PLANEAR UN HOSPITAL DEBE FORMARSE UN EQUIPO DE TRABAJO EN EL QUE INTERVENGAN ADECUADAMENTE DIVERSOS TECNICOS A SABER:

EL MEDICO ASESOR ESPECIALISTA EN HOSPITALES.

EL ARQUITECTO ESPECIALISTA EN HOSPITALES.

EL INGENIERO ESPECIALISTA EN DISEÑO ESTRUCTURAL.

LOS EXPERTOS EN MECANICA DE SUELOS.

INGENIEROS ESPECIALISTAS EN CADA UNA DE LAS DIVERSAS INSTALACIONES QUE INTERVIENEN EN UN HOSPITAL (ILUMINACION, ELECTRICAS, HIDRAULICAS, ACONDICIONAMIENTO DE AIRE, OXIGENO, VACIO, GAS, ETC.)

PRETENDER QUE CUALESQUIERA DE LOS DIVERSOS TECNICOS MENCIONADOS TRABAJE EN EL DISEÑO DE UN HOSPITAL EN FORMA AISLADA, ES FOMENTAR UN MAL DISEÑO, Y UNA COSTOSA OPERACION.

LA FORMACION DE EQUIPOS INTERDISCIPLINARIOS DE ESPECIALISTAS EN DIVERSAS RAMAS DE LA TECNOLOGIA, SE PUEDE DECIR QUE ES UN PASO INDISPENSABLE PARA OPTIMIZAR Y RACIONALIZAR EL DISEÑO DE UNIDADES HOSPITALARIAS, QUE TANTA FALTA HACEN EN NUESTRO PAIS, Y EN OTROS DEL AMBITO DE LATINOAMERICA QUE TIENEN DE COMUN DENOMINADOR LA CARENCIA DE RECURSOS TANTO HUMANOS COMO ECONOMICOS Y FINANCIEROS.

LOS EQUIPOS INTERDISCIPLINARIOS DEBEN OPERAR EN FORMA ARMONICA, Y PARTICIPAR DESDE UN PRINCIPIO EN LA PLANEACION, PROGRAMACION, DISEÑO Y OPERACION DE UN HOSPITAL.

PARA DISEÑAR UN HOSPITAL, ES CONVENIENTE ESTABLECER UN PROGRAMA RACIONAL DE ACTIVIDADES, CON UNA ESCUELA LOGICA QUE ENTRE OTRAS SE PUEDE MENCIONAR LA SIGUIENTE:

1. ESTUDIO DE PLANEACION.- CON EL MARCO DE REFERENCIA DE LOS PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO DEL PAIS, ES CONVENIENTE REALIZAR ESTUDIOS DE PLANEACION QUE PERMITAN EVALUAR TANTO LAS NECESIDADES, COMO LOS RECURSOS DISPONIBLES PARA LA CONSTRUCCION DE UN HOSPITAL DETERMINADO.

ESTOS ESTUDIOS TAMBIEN DEBEN ESTAR REFERIDOS A UN PLAN DE LA ASISTENCIA MEDICA A CORTO Y A LARGO PLAZO.

LAS INVESTIGACIONES Y LOS ESTUDIOS DEBERAN SER REALIZADOS PREFERENTEMENTE POR ASESORES MEDICOS EXPERTOS EN PLANEACION; MEDICOS SANI-

TARISTAS, ECONOMISTAS, FINANCIEROS, ESTADIGRAFOS, EXPERTOS EN ADMINISTRACION, ACTUARIOS, ETC., ASI COMO CONTAR CON LA ASESORIA NECESARIA DE OTROS ESPECIALISTAS.

2. PROGRAMA MEDICO-ARQUITECTONICO PRELIMINAR.- DE ACUERDO CON EL ESTUDIO DE PLANEACION Y LA EVALUACION DE RECURSOS, EL MEDICO ASESOR DEBE FORMULAR UN PROGRAMA PRELIMINAR DE NECESIDADES DES DE EL PUNTO DE VISTA MEDICO.

3. SELECCION DE TERRENO.- DE ACUERDO CON LOS DATOS DEL PROGRAMA ME DICO PRELIMINAR, POR MEDIO DE INDICADORES GENERALES, SE PUEDE DE TERMINAR LAS DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DEL TERRENO REQUERIDO PARA LA CONSTRUCCION DE L HOSPITAL. ES IMPORTANTE DEFINIR LAS NECE SIDADES DE AGUA POTABLE, ENERGIA ELECTRICA, DE SISTEMAS DE COMUNI- CACION, DE DRENAJE, LAS CONDICIONANTES CLIMATOLOGICAS Y LOS DIVER- SOS MICROCLIMAS, LOS SISTEMAS TELEFONICOS, ETC.

COMO SE OBSERVA, EN ESTA ETAPA ES IMPORTANTE LA PARTICIPACION DEL EQUIPO INTERDISCIPLINARIO COMPLETO, TANTO PARA OBTENER INFORMACION EN TRABAJOS POSTERIORES DE DISEÑO, COMO PARA SELECCIONAR UN TERRENO QUE REUNA LAS CONDICIONES OPTIMAS; YA QUE MUCHOS CASOS SE HAN PRE- SENTADO DE UNA SELECCION IMPROVIZADA QUE INCREMENTARON CONSIDERABLE- MENTE LA INVERSION Y OPERACION DE LA UNIDAD EN EL MEJOR DE LOS CASOS; O EN EL PEOR, LA DE TENER UNA INSTALACION HOSPITALARIA DE UN PORCEN- TAJE REDUCIDO DE EFICIENCIA, QUE TAMBIEN SE TRADUCE EN DESPILFARRO DE RECURSOS.

4. ELABORACION DEL PROGRAMA MEDICO-ARQUITECTONICO DEFINITIVO.- SELECCIO- NADO EL TERRENO, SE PROCEDERA A DEFINIR EL PROGRAMA MEDICO-ARQUITECTO- NICO CON EL CONCURSO DE DIVERSOS ESPECIALISTAS, POR EJEMPLO:

EL EXPERTO EN MECANICA DE SUELOS PUEDE DEFINIR EL TIPO DE CIMENTA- CION, LOS SISTEMAS DE EXCAVACION, LOS NIVELES DE CONSTRUCCION, ETC.

EL EXPERTO EN DISEÑO ESTRUCTURAL DARA INDICACIONES SOBRE EL TIPO DE ESTRUCTURA RECOMENDABLE (ZONA SISMICA O ZONA ASISMICA; MATERIALES REGIONALES, ETC.)

EL EXPERTO EN INSTALACIONES ELECTRICAS, RECOMENDACIONES SOBRE LOS DUCTOS DE ACOMETIDAS, UBICACION Y DIMENSIONES APROXIMADAS DE LA SUBESTACION ELECTRICA, PLANTA DE EMERGENCIA, ETC.

EL EXPERTO EN ACONDICIONAMIENTO DE AIRE, RECOMENDACIONES SOBRE EL SISTEMA A EMPLEAR, INDICANDO ORIENTACIONES INCONVENIENTES, SISTEMAS DE PROTECCION SOLAR, UBICACION DE LOS EQUIPOS, DIMENSIONES, ETC.

EL ESPECIALISTA EN INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS, INFORMACION SOBRE LOS NIVELES Y SITIOS DE ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES; LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE USAR SOTANOS; LA UBICACION DE TOMAS DE AGUA Y CISTERNAS, LA UBICACION DE LA CASA DE MAQUINAS Y SUS DIMENSIONES APROXIMADAS, ETC.

EN FIN, PARA UN CORRECTO DISEÑO TODOS LOS ESPECIALISTAS DEBEN EMITIR SUS NECESIDADES TECNICAS DE ESPACIO, UBICACION Y CONDICIONANTES FUNDAMENTALES EN FORMA PROGRAMADA Y JERARQUIZADA, ANTES DE EMPEZAR EL ARQUITECTO EL DISEÑO DEL ANTEPROYECTO, CON EL OBJETO DE EVITAR AJUSTES POSTERIORES QUE ADEMAS DE RESULTAR COSTOSOS, EN ALGUNOS CASOS IMPOSIBILITAN EL USO DE LOS SISTEMAS MAS ADECUADOS.

5. ELABORACION DEL ANTEPROYECTO ARQUITECTONICO.- CON LA INFORMACION COMPLETA DEL PROGRAMA MEDICO-ARQUITECTONICO, SE DEBE PROCEDER POR PARTE DEL ARQUITECTO A DESARROLLAR EL ANTEPROYECTO, PERO CON LA ASESORIA PERMANENTE TANTO DEL MEDICO (EN ESTA ETAPA MUY INTENSA) COMO DE TODOS LOS EXPERTOS DEL EQUIPO INTERDISCIPLINARIO. EL ANTEPROYECTO ARQUITECTONICO DEBERA COMPRENDER ENTRE OTRAS COSAS PLANOS, LOS QUE SE MENCIONAN A CONTINUACION:

- a) PLANTA DE CONJUNTO ESCALA VARIABLE.

- b) CORTES DE CONJUNTO, INDICANDO NIVELES DE PISO TERMINADO
TANTO DEL EDIFICIO COMO DE LAS CALLES PERIMETRALES, ESC.
VARIABLE.
- c) PLANTAS DE TODOS LOS PISOS INDICANDO EL MOBILIARIO ESC. 1:100
- d) TODAS LAS FACHADAS ESC. 1:100
- e) CORTES GENERALES ESC. 1:100

6. ELABORACION DE OTROS ANTEPROYECTOS.- ACEPTADO EL ANTEPROYECTO POR LA ASESORIA MEDICA, POR LAS AUTORIDADES COMPETENTES Y REVISADO POR EL EQUIPO INTERDISCIPLINARIO, SE PROCEDERA A REALIZAR LOS ANTEPROYECTOS DE CADA UNA DE LAS DIVERSAS ESPECIALIDADES. EN ESTA ETAPA SE DEFINIRAN LOS CRITERIOS GENERALES DE CADA UNA DE LAS DIVERSAS INSTALACIONES (SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO, SISTEMAS DE ILUMINACION, DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, ETC.) PARA REALIZAR LOS ANTEPROYECTOS EN CUESTION, SE DEBE PROPORCIONAR INFORMACION SUFICIENTE, QUE PUEDE SER SOBRE TODOS LOS PLANOS DE ANTEPROYECTO ARQUITECTONICO, POR EJEMPLO:

ILUMINACION: CARACTERISTICAS GENERALES Y LAS MODALIDADES DE LOS DIFERENTES NIVELES DE ILUMINACION EN DIVERSAS ZONAS DEL HOSPITAL, SOBRE TODO EN SITIOS COMO LABORATORIOS, QUIROFANO, RAYOS X CURACIONES, PEDIATRIA, RECUPERACION, ETC.

CONTACTOS Y FUERZA: REQUERIMIENTOS DE CONTACTOS EN LOS DIFERENTES LOCALES DEL HOSPITAL, ASI COMO SUS CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES (ALTURA, DE SEGURIDAD, SIN INTERFERENCIAS, DE RAYOS X, ETC.)

TAMBIEN SE DEBE PROPORCIONAR INFORMACION SOBRE LAS SALIDAS ESPECIALES CON SUS RESPECTIVAS CARGAS ELECTRICAS (AUTOCLAVES, EQUIPOS DE RAYOS X, ELEVADORES, EQUIPOS DENTALES, DE ONG, ETC.)

INTERCOMUNICACION: INDICACION DE SITIOS PARA TELEFONOS CON SUS CARACTERISTICAS (DE ALCANCIA, EXTENSION, DIRECTO, ETC.) LOS

SISTEMAS DE INTERCOMUNICACION MARCANDO SU LOCALIZACION (LLAMADA ENFERMO-ENFERMERA; DE CONSULTA EXTERNA; COMUNICACION TELEFONICA INTERIOR; SISTEMAS DE LOCALIZACION DE PERSONAL; DE EMERGENCIA, ETC.)

ACONDICIONAMIENTO DE AIRE: EN LOS PLANOS DEL ANTEPROYECTO SE MARCARAN LAS ZONAS QUE REQUIEREN DIVERSOS SISTEMAS; VENTILACION (EXTRACCION INYECCION), CALEFACCION, ACONDICIONAMIENTO ANUAL, ETC., ASI COMO LAS CARACTERISTICAS PRINCIPALES EN SITIOS IMPORTANTES (QUIROFANO, PEDIATRIA, RAYOS X, LABORATORIOS, ETC.) INDICANDO CAMBIOS POR HORA RECOMENDABLES, PORCENTAJES DE HUMEDAD, PUREZA DEL AIRE, ETC.

HIDRAULICAS Y SANITARIAS: LAS CARACTERISTICAS BASICAS DE LOS MUEBLES SANITARIOS (TIPO, AGUA FRIA, CALIENTE, O AMBAS, VAPOR, TEMPERATURA, PRESION, ETC.)

SE INDICARAN TAMBIEN LAS CARACTERISTICAS APROXIMADAS DE CIERTOS EQUIPOS TALES COMO AUTOCLAVES, MARMITAS, LAVADORES ESTERILIZADORES DE COMODOS, EQUIPOS DE REVELADO, ETC., ES CONVENIENTE INFORMAR SOBRE LAS DIVERSAS POSIBILIDADES DE ELIMINACION DE AGUAS PLUVIALES, OXIGENO, VACIO, OXIDO-NITROSO, GAS, ETC. EN LOS PLANOS - ARQUITECTONICOS SE INDICARAN LOS REQUERIMIENTOS DE CADA UNA DE ESTAS INSTALACIONES, ASI COMO LA LOCALIZACION Y PREVIA ASESORIA, TAMBIEN DEBE APARECER INFORMACION SOBRE LA UBICACION Y DIMENSIONES DE DUCTOS, DE LOS LOCALES DE SUBESTACION ELECTRICA, PLANTA DE EMERGENCIA, MANIFOLD DE GASES, COMPRESORAS, CASA DE MAQUINAS HIDRAULICA Y AIRE ACONDICIONADO, ETC.

ESTA INFORMACION SERA PROPORCIONADA POR LA ASESORIA MEDICA, EL ARQUITECTO Y OTROS ESPECIALISTAS EN HOSPITALES.

ES CONVENIENTE MENCIONAR ADEMAS, QUE GRAN PARTE DE ESTA INFORMACION EXISTE EN LAS NORMAS DE ALGUNAS INSTITUCIONES OFICIALES, PERO CON LA EXTRAORDINARIA EVOLUCION DE LA MEDICINA Y SU TECNOLO

GIA DE APOYO, ESTAS NORMAS ESTAN SUJETAS A CONSTANTES CAMBIOS.

LOS ANTEPROYECTOS DE CADA ESPECIALISTA PROPORCIONARAN INFORMACION GENERAL CON LA SUFICIENTE APROXIMACION A LA REALIDAD, POR QUE ESTARAN SUJETOS A CAMBIOS.

7. REVISION Y AJUSTE DE LOS ANTEPROYECTOS.- CON LOS ANTEPROYECTOS REALIZADOS SE PROCEDERA A UNA ACUCIOSA REVISION POR PARTE DEL MEDICO ASESOR Y DEL ARQUITECTO PROYECTISTA, PARA VERIFICAR TANTO EL CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA O SUS AJUSTES NECESARIOS, COMO LOS REQUERIMIENTOS DE ESPACIO POR PARTE DEL ARQUITECTO.

EN ESTA ETAPA TAMBIEN SE DEBE PROCEDER A REALIZAR UNA SERIE DE JUNTAS DE COORDINACION ENTRE LAS DIVERSAS INSTALACIONES CON EL OBJETO DE EVITAR INTERFERENCIAS ENTRE ELLAS, BIEN SEA DE ESPACIO EN DUCTOS VERTICALES U HORIZONTALES COMO TECNICAS.

ES TAMBIEN IMPORTANTE LA PARTICIPACION DE LOS TECNICOS EN MANTENIMIENTO, CON EL FIN DE QUE EN ESTA ETAPA SE DEJEN LAS FACILIDADES NECESARIAS DE INSPECCION, REPARACION, MANTENIMIENTO, ETC. NO DEBEMOS OLVIDAR QUE UN BUEN MANTENIMIENTO EMPIEZA POR UN BUEN DISEÑO.

8. PROYECTO ARQUITECTONICO DEFINITIVO.- CON LOS ANTEPROYECTOS DE CADA UNA DE LAS DIVERSAS ESPECIALIDADES, EL ARQUITECTO PROCEDERA A REALIZAR EL PROYECTO DEFINITIVO TOMANDO EN CUENTA LOS PROBLEMAS PRESENTADOS POR CADA ESPECIALISTA. ESTE PROYECTO SE REALIZARA A UNA ESCALA MAYOR.

EN ESTA ETAPA DEBERAN QUEDAR DEFINIDOS POR PARTE DE LA ASESORIA MEDICA LAS CARACTERISTICAS DE TODOS LOS EQUIPOS Y MOBILIARIO DEL HOSPITAL INDICANDOSE EN SU VERDADERA DIMENSION EN LOS PLANOS RESPECTIVOS.

9. PROYECTO ESTRUCTURAL Y DE INSTALACIONES DEFINITIVOS.- CON LOS PLANOS ESCALA 1:50 Y OTROS PLANOS AUXILIARES DEL PROYECTO ARQUITECTONICO DEFINITIVO, SE PROCEDERA A REALIZAR LOS PROYECTOS ESTRUCTU-

RAL Y DE INSTALACIONES DEFINITIVAS.

PARA LOS PROYECTOS DE INSTALACIONES SE TENDRA LA RATIFICACION DE LA INFORMACION DE LOS ANTEPROYECTOS, ASI COMO LOS DATOS POR PARTE DEL ARQUITECTO PROYECTISTA Y LA ASESORIA MEDICA DEL TIPO Y CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS MEDICOS DEFINITIVOS.

ES NECESARIO TAMBIEN REALIZAR VARIAS JUNTAS DE COORDINACION Y DE INTERCAMBIO DE INFORMACION POR PARTE DE LOS EXPERTOS EN INSTALACIONES; POR EJEMPLO, INFORMACION DE CARGAS ELECTRICAS DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO, DE LA CASA DE MAQUINAS HIDRAULICA, ETC., TAMBIEN ES IMPORTANTE QUE EL EXPERTO DE INSTALACIONES DE AIRE ACONDICIONADO FACILITE DATOS DE CARGAS DE VAPOR DE SUS EQUIPOS.

EN ESTA ETAPA LA COORDINACION DEBE SER MAS ESTRECHA CON EL OBJETO DE EVITAR INTERFERENCIAS EN LOS DUCTOS, EN LAS LAMPARAS, DIFUSORES Y BOCINA EN PLAFON, ETC.

LOS PROYECTOS DE INSTALACIONES SERAN ENTREGADOS DE ACUERDO CON NORMAS PREVIAMENTE ESTABLECIDAS, DEPENDIENDO DEL CLIENTE Y DE LOS TECNICOS DEL TIPO DE TRABAJO.

10. ACEPTACION DE LOS TRABAJOS.- TODOS LOS PROYECTISTAS ESTARAN SUJETOS A UNA CUIDADOSA REVISION POR DIVERSOS TECNICOS PARA SU ACEPTACION, FUNDAMENTALMENTE EL MEDICO ASESOR, EL ARQUITECTO PROYECTISTA Y LOS TECNICOS EN MANTENIMIENTO.

ACEPTADOS LOS PROYECTOS SE DEBE PROCEDER A SU EJECUCION EN OBRA Y ES MUY IMPORTANTE QUE EL CLIENTE O LA INSTITUCION CONTRATE LOS TRABAJOS DE SUPERVISION CON LOS CONTRATISTAS DE PROYECTO.

RECOMENDACIONES GENERALES.

PARA FACILITAR LOS TRABAJOS DE DISEÑO Y OPERACION DE LAS UNIDADES HOSPITALARIAS SE PUEDE ESTABLECER CIERTAS RECOMENDACIONES GENERALES QUE SE CITAN A CONTINUACION:

- a) EL HOSPITAL ES UN EDIFICIO DE CONSTRUCCION PERMANENTE, YA QUE SE TIENE QUE ADAPTAR A LA RAPIDA EVOLUCION DE LA MEDICINA. ESTA CONDICION INVOLUCRA LA NECESIDAD DE QUE EL DISEÑO TENGA LA FLEXIBILIDAD Y FACILIDAD PARA REALIZAR ESTOS CAMBIOS SIN OCASIONAR GRAVES TRASTORNOS A LA OPERACION.

ES RECOMENDABLE DEJAR EN CIERTAS AREAS COMO rayos X, LABORATORIOS, TERAPIAS, QUIROFANO, ETC., UN PORCENTAJE SUBSTANCIAL (20 A 30%) DE CAPACIDAD INSTALADA FUNDAMENTALMENTE DE LA CIRCULACION.

ES TAMBIEN IMPORTANTE QUE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE PLAFONOS Y DUCTOS FACILITEN LA REALIZACION DE ESTOS CAMBIOS.

- b) LA VIDA DE UN HOSPITAL ESTA EN RELACION DIRECTA CON EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES, ES RECOMENDABLE PLANEAR ADECUADAMENTE LOS DUCTOS VERTICALES Y HORIZONTALES, ASI COMO LOS ESPACIOS DESTINADOS A MAQUINARIA, EQUIPOS Y SUMINISTRO, ETC.

- c) COMO SE INDICO ANTERIORMENTE EL COSTO DE OPERACION DE LAS INSTALACIONES HOSPITALARIAS SE ENCUENTRA EN CONSTANTE AUMENTO; ESTE COSTO GRAVITA FUNDAMENTALMENTE EN PAGO DE PERSONAL QUE EN ALGUNAS INSTITUCIONES LLEGA A SER DEL 70 AL 80% DEL COSTO DE OPERACION TOTAL.

ESTA PROBLEMÁTICA DE CARÁCTER ESTA MARCANDO DOS DIRECTRICES EN LOS FUTUROS DISEÑOS HOSPITALARIOS.

POR UN LADO LA CONSTRUCCIÓN DE HOSPITALES POCO EXTENDIDOS Y DE MUCHOS NIVELES, ES DECIR, UNIDADES COMPACTAS EN LAS CUALES TAMBIÉN SE ABATEN CONSIDERABLEMENTE LOS COSTOS DE LAS INSTALACIONES AL REDUCIRSE LA LONGITUD DE LAS MISMAS Y EVITAR PERDIDAS DE CARGA. POR OTRO LADO LA AUTOMATIZACIÓN DE ALGUNOS SERVICIOS ES UNA REALIDAD EN ALGUNOS PAÍSES DEL MUNDO, Y SE PUEDE CONSIDERAR QUE EN NUESTRO MEDIO DEBE INICIARSE LA INTRODUCCIÓN DE ESTOS SISTEMAS; BÁSICAMENTE EN EL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES, EN LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN DEL HOSPITAL, EN LOS SERVICIOS DE ALIMENTACIÓN, EN LOS SERVICIOS DE LAVANDERÍA, ETC.

EL TÉCNICO EN INSTALACIONES DEBE ESTAR PREPARADO PARA ESTAS INNOVACIONES DE LA TECNOLOGÍA HOSPITALARIA ACTUAL.

ARQ. GUILLERMO ORTIZ FLORES.

AGOSTO DE 1973.

Ing. Nicolás Zapett Vazquez

CURSO INTENSIVO DE INSTALACIONES PARA
HOSPITALES

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y
ESPECIALES

INTRODUCCION

1. LAS INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS PARA HOSPITALES

- a). Características peculiares.
- b). Requerimientos y medios de coordinación.

2. EL CICLO DE INFORMACION EN LA CONSTRUCCION

- a). Necesidad de la información.
- b). Descripción del ciclo de información.
- c). Situación de los técnicos de instalaciones en el proceso.
- d). Sistematización de la información.

TEMA I ANALISIS DE LAS FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO

- a). Toma domiciliaria del servicio urbano.
- b). Fuentes subterráneas: pozos o norias.
- c). Fuentes superficiales: ríos, lagos, etc.

2. REQUERIMIENTOS DE LA FUENTE

- a). Capacidad.
- b). Calidad.
- c). Continuidad del servicio.
- d). Localización de la fuente.

3. SUMINISTRO

- a). Consumos.
- b). Diseño y capacidades del almacenamiento.
- c). Diseño de la toma o del equipo de bombeo en la captación.
- d). Medición.

4. TRATAMIENTO DE AGUA

- a). Filtración.
- b). Suavización.
- c). Desinfección.

5. OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

TEMA II DISEÑO Y CALCULO DE LAS REDES DE DISTRIBUCION

1. DISEÑO

1.1 Configuración geométrica de las tuberías.

1.2 Coordinación de espacios.

1.3 Diagramas de flujo.

2. CALCULO DEL SISTEMA DE AGUA FRIA-CALIENTE-RETORNO

2.1 Determinación del gasto

a). Método de Hunter.

b). Información de otros métodos de cálculo.

2.2 Tipo de distribución

a). Gravedad.

b). Bombeo.

c). Presión máxima.

d). Redes de alta y baja presión.

2.3 Velocidades recomendables

3. DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS

3.1 El sistema de gravedad

a). Determinación de la pendiente hidráulica .

b). Recorrido más desfavorable.

c). Determinación de la longitud equivalente.

d). Selección de los diámetros a partir de la velocidad y la pendiente.

e). Determinación de la carga disponible.

3.2 El sistema de presión.

a). Elección de presiones.

b). Secuela de cálculo.

TEMA III AGUAS NEGRAS-VENTILACION Y AGUAS PLUVIALES

1. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE AGUAS NEGRAS-VENTILACION Exposición de diagramas típicos.

2. DISEÑO

2.1 Configuración de las tuberías.

a). Velocidades y pendientes mínimas.

b). Longitudes máximas de recorrido.

c). Localización de bajadas.

d). Tapones de registro.

e). Coordinación de espacios.

3. CALCULO DE LAS REDES DE AGUAS NEGRAS.

3.1 Uso de tablas.

a). Determinación del gasto.

b). Selección de diámetros.

3.2 Método analítico.

4. CARCAMOS DE BOMBEO.

4.1 Diseño

a). Período de almacenamiento.

b). Ciclo de bombeo.

c). Capacidad.

d). Ventilación del cárcamo.

4.2 Equipo de bombeo de aguas negras.

- a). Características esenciales.
- b). Determinación del gasto y la carga.

5. VENTILACION

5.1 Diagramas típicos de ventilación.

- a). Ventilación individual.
- b). Ventilación en circuito.
- c). Ventilación de columna y columna de ventilación.
- d). Cabezal de ventilación.

5.2 Tablas de cálculo de ventilación.

- a). Ventilaciones en circuito.
- b). Diámetros y longitudes de ventilación.

6. ELIMINACION DE AGUAS PLUVIALES

6.1 Diseño

- a). Configuración de tuberías.
- b). Localización de bajadas pluviales.
- c). Coordinación.

6.2 Cálculo

- a). Intensidad de precipitación.
- b). Areas tributarias, horizontales y verticales.
- c). Determinación de gastos.
- d). Selección de diámetros para tuberías horizontales y verticales.

6.3 Sistema de Alcantarillado.

- a). Combinado.
- b). Separado.
- c). Exclusivamente sanitario.

TEMA IV VAPOR Y CONDENSADOS.

1. APLICACIONES DEL VAPOR

1.1 Calentamiento de agua.

1.2 Esterilización.

1.3 Aire Acondicionado.

a). Calefacción.

b). Humidificación.

c). Absorción.

1.4 Cocina.

1.5 Lavandería.

2. CARACTERISTICAS DEL VAPOR A LAS PRESIONES USUALES.

a). Datos de las tablas de vapor.

b). Pérdidas de calor en tuberías.

3. CONSUMOS DE VAPOR.

a). Intercambiadores de calor.

b). Esterilización.

c). Aire acondicionado.

d). Equipos de lavandería y cocina.

4. CALCULO DE TUBERIAS DE SUMINISTRO

4.1 Nomogramas de cálculo.

a). Velocidades recomendables.

b). Caidas de presión en tuberías horizontales y verticales.

c). Selección de diámetros.

4.2 Aislamiento.

4.3 Dilatación.

5. TRAMPAS DE VAPOR.

a). Determinación de gastos de condensados.

b). Selección de trampas.

6. CALCULO DE TUBERIAS DE CONDENSADOS.

a). Determinación de gastos.

b). Presiones disponibles.

c). Selección de diámetros.

TEMA V EQUIPOS ESPECIALES

1. EQUIPO MEDICO

- 1.1 Esterilización.
- 1.2 Cirugía.
- 1.3 Revelado.
- 1.4 Muebles Especiales.
- 1.5 Hidroterapia.
- 1.6 Laboratorio.

2. CASA DE MAQUINAS

- 2.1 Generación de vapor y agua caliente.
- 2.2 Bombeo.
- 2.3 Tratamiento de agua.

TEMA VI OXIGENO, AIRE COMPRIMIDO Y OXIDO NITROSO.

1. APLICACIONES

- 1.1 Encamados.
- 1.2 Pediatría.
- 1.3 Quirófano.
- 1.4 Laboratorio.
- 1.5 Otras aplicaciones.

2. CONSUMOS USUALES

3. EQUIPOS

- 3.1 Tomas.
- 3.2 Equipo central.
- 3.3 Equipos médicos.

4. CALCULO

5. NORMAS DE SEGURIDAD

PROGRAMA PARA EL CURSO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN HOSPITALES.

SEPTIEMBRE 12.- PRIMERA SESION (1 HORA)

- OBJETIVO DEL PROYECTO ELECTRICO
- CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL PROYECTO
- PROCEDIMIENTO
- ANALISIS PRELIMINARES

SEPTIEMBRE 12.- SEGUNDA SESION (1 HORA)

ANALISIS DE LAS FUENTES DE ENERGIA.

□ SERVICIO NORMAL

□ SERVICIO DE EMERGENCIA

- CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL SISTEMA DE LA COMPAÑIA SUMINISTRADORA EN EL PUNTO DE SUMINISTRO

- CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL SISTEMA LOCAL DE SUMINISTRO

- ACOMETIDA Y ALIMENTADORES PRIMARIOS

- SUBESTACION ELECTRICA

- CENTROS DE CARGA.

SEPTIEMBRE 14.- PRIMERA SESION (NOCHA)

UTILIZACION ELECTRICIA

A PROYECTO DE ILUMINACION INTERIOR

- ANALISIS DE PROBLEMAS
- NIVELES DE ILUMINACION
- CALCULO
- SELECCION DE LAS FUENTES DE LUZ APROPIADAS
- DISTRIBUCION DE LUMINARIAS

B. PROYECTO DE ILUMINACION EXTERIOR

- ANALISIS DE PROBLEMAS
- NIVELES DE ILUMINACION
- SELECCION DE LUMINARIAS
- DISTRIBUCION DE LUMINARIAS.

SEPTIEMBRE 14.- SEGUNDA SESION (NOCHA)

UTILIZACION ELECTRICIA

A PROYECTO DE ILUMINACION DE LOCALIDADES ESPECIALES

B LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE:

- CONTACTOS Y SALIDAS ESPECIALES
- FUERZA PARA EQUIPO ELECTRO-MEDICO Y PARA EQUIPO DE SERVICIOS

C CRITERIOS PARA EL SERVICIO DE EMERGENCIA.

SEPTIEMBRE 17. PRIMERA SESION (TAREA)

II DISTRIBUCION ELECTRICA

III DEFINICION GENERAL DE LOS CONCEPTOS DE:

- FACTORES DE DEMANDA, DIVERSIDAD, DE POTENCIA ETC.
- CARGA INSTALADA, DEMANDA, Y DEMANDA MAXIMA.
- CORRIENTES DE CARGA Y DE CIRCUITO CORTO
- REGULACION Y CAIDA DE TENSION
- FORMULAS ELECTRICAS Y UNIDADES.

IV CALCULO Y DISEÑO DE LOS CIRCUITOS

- GENERALES

- DERIVADOS

- PARA ALUMBRADO Y CONTACTOS

- PARA FUERZA (MOTORES)

V LOCALIZACION Y SELECCION DE

- TABLEROS DE DISTRIBUCION
- INTERRUPTORES
- CENTROS DE CONTROL.

SEPTIEMBRE IX. SEGUNDA SESION (INTRA)
DISTRIBUCION ELECTRICA.

II GUIAS MECANICAS DE LOCALES ESPECIALES.

- LABORATORIOS
- QUIROTANOS
- TERAPIA INTENSIVA
- CENTRAL DE ESTERILIZACION
- COCINA
- LAVANDERIA.

D. GENERALIDADES SOBRE

- SIMBOLOGIA ELECTRICA
- PLANOS
- DIAGRAMAS
- DIAGRAMA UNIFICAR
- TABLAS DE CARGAS
- MEMORIA DE CALCULO

SEPTIEMBRE 19.- PRIMERA SESION (HORA)

SELECCION DE SISTEMAS DE PROTECCION

- SISTEMAS DE TIERRAS Y NEUTROS
- NEUTRO AISLADO
- PARARRAYOS
- APARTARRAYOS

SEPTIEMBRE 19.- SEGUNDA SESION (HORA)

INSTALACIONES ESPECIALES.

- TELEFONOS
- INTERCOMUNICACION
- CIRCUITO CERRADO DE T.V.
- SONIDO Y VOCEO
- LOCALIZACION DE PERSONAL
- RELOJES.

SEPTIEMBRE 21: PRIMERA SESION (1 HORA)
CASA DE MAQUINAS.

• SISTEMA HIDRAULICO

• EQUIPO DE CONTROL AMBIENTAL

ESPECIFICACIONES DE

• CANALIZACIONES

• CONDUCTORES ELECTRICOS

• TABLEROS E INTERRUPTORES

• EQUIPO Y MATERIAL ESPECIAL

• ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCION

- CALIDAD DEL TRABAJO

- MATERIAL DE FILACION Y SUMORTE

- ALCANCE DEL TRABAJO

- RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

SEPTIEMBRE 21: SEGUNDA SESION (1 HORA)

GENERALIDADES SOBRE

- NORMAS Y REGLAMENTOS OFICIALES

- RESPONSABILIDAD TECNICA DEL PRO-
YECTISTA (PERITO)

- COORDINACION CON OTROS PROYECTISTAS

- SUPERVISION EN LA CONSTRUCCION

COMENTARIOS GENERALES.

CURSO INTENSIVO DE INSTALACIONES PARA HOSPITALES INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y ESPECIALES

Ing. Nicolás Zapett Vazquez

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

1. Las Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias para Hospitales.

a). Características Peculiares.- Siendo el hospital un lugar donde se internan las gentes que han sufrido graves quebrantos en su salud, es indispensable que las instalaciones reúnan las características de seguridad y comodidad extremas, tanto para el paciente como el personal médico y paramédico que lo atiende, considerando también las condiciones sanitarias estrictas que se requieren para evitar la contaminación del agua, del aire, los espacios y los equipos que pueden ser un vehículo determinante de infecciones.

El diseño y cálculo de las redes deberá hacerse de tal manera que se obtenga, bajo nivel de ruido, hermeticidad y privacidad del paciente durante la operación y trabajos de mantenimiento de los sistemas. Deberá evitarse al máximo la instalación de tuberías y equipos sobre las áreas de encamados y de las áreas de trabajo de enfermería, quirófanos, rayos X, etc.

La característica particular más importante de las instalaciones para hospitales surge de la necesidad de emplear un gran número de equipos especializados, para los cuales habrán de proyectarse las conexiones de los servicios en forma precisa y debidamente dimensionadas para obtener su máxima eficiencia de operación, facilidades de mantenimiento y seguridad para el usuario.

Es indispensable tener un amplio acervo de datos de los fabricantes de estos equipos y actualizarlo constantemente, dado el rápido desarrollo de nuevas técnicas y el perfeccionamiento de las actuales.

b). Requerimientos y medios de coordinación.- Se proporciona aquí una guía de memoria en forma de listas de comprobación que podrán emplear los proyectistas o los supervisores de obras para no omitir los datos que se requieren manejar durante el desempeño de sus actividades. Los casos particulares presentarán problemas característicos que deberán agregarse para complementar estas listas de carácter general.

De ellas se desprende la urgente necesidad de coordinación entre los técnicos de instalaciones y un gran número de especialistas que participen en todas las etapas. Los medios de coordinación mas eficaces los constituyen las formas de contacto directo como son las entrevistas y las juntas de coordinación, cuando se organizan debidamente y queda una constancia escrita de las decisiones tomadas.

Cuando se disponga el tiempo suficiente se podrán efectuar coordinaciones por escrito en hojas debidamente diseñadas para solicitar o proporcionar datos.

LISTAS DE COMPROBACION.

LISTA No. IS - 1

Datos generales de la obra.

1. Ciudad donde se hace la construcción.
2. Domicilio .
3. Función del edificio o del conjunto de edificios.
4. Número de pisos.
5. Altura del edificio o de los edificios del conjunto.
6. Número de camas.
7. Número de consultorios.
8. Número estimado de población.
9. Superficie construída.
10. Superficie del terreno.
11. Superficie pavimentada.
12. Superficie de prados y jardines.

LISTA No. IS - 2

Informe de los servicios disponibles en el terreno.

1. Abastecimiento de agua potable.
 - 1.1. Toma domiciliaria:
 - a) Localización.
 - b) Presión disponible.
 - c) Diámetro.
 - 1.2. Otra fuente de abastecimiento.
 - a) Pozo profundo o pozo somero.
 - b) Captación superficial.
 - c) Captación atmosférica.
- 1.3. Análisis del agua.
- 1.4. Regularidad del servicio.

2. Eliminación de aguas residuales.

2.1. Alcantarillado municipal.

- a) Localización.
- b) Diámetro.
- c) Pendientes.
- d) Servicios combinados.
- e) Servicio único de aguas negras.
- f) Servicios separados.
- g) Eliminación de aguas pluviales, por escurrimiento sobre las calles.
- h) Niveles del terreno y sótano con respecto al alcantarillado.

2.2. Otras formas de eliminación de aguas residuales.

- a) Tratamiento primario con fosa séptica o tanque Imhoff.
- b) Pozos de absorción.
- c) Campos de oxidación.
- d) Lugar de desfogue.

3. Requerimientos para la tramitación de los servicios anteriores.

3.1. Disposiciones legales o reglamentarias federales y locales.

3.2. Autoridades ante quienes debe hacerse la tramitación.

- a) Domicilio.
- b) Teléfono.
- c) Nombres de los funcionarios con quien se hará la tramitación.

3.3. Solicitar de servicios.

3.4. Personas legalmente autorizadas para hacer la tramitación.

3.5. Instructivos de las disposiciones a que deba sujetarse la tramitación

4. Abastecimiento de combustibles.

4.1. Aceite Diesel y combustibles pesados.

- a) Datos del proveedor.
- b) Volumen mensual que puede suministrar.
- c) Regularidad del servicio.
- d) Costo del combustible.
- e) Poder calorífico.

4.2. Gas natural.

Recabar los mismos datos.

4.3. Gas L.P.

4.4. Recabar los mismos datos.

- 5. Suministro de oxígeno.
- 5.1. Cilindros.
- 5.2. Oxígeno líquido.
- 6. Otros servicios que fueran requeridos.

LISTA No. IS - 3

Gua para la elaboración del proyecto.

- 1. Partes que forman el proyecto.
 - 1.1. Planos.
 - 1.2. Especificaciones.
 - 1.3. Memorias técnicas.
 - 1.4. Listas de materiales.
- 2. Determinación de la cantidad y tipo de planos.
 - 2.1. Número de planos. Comprobar, cotejando la lista proporcionada por el proyectista.
 - 2.2. Comprobar que los planos contengan todas las instalaciones requeridas.
- 3. Diagramas de flujo.
 - 3.1. Sistema de tuberías de distribución de agua fría, caliente y - retorno de agua caliente.
 - 3.2. Sistema de tuberías de distribución de vapor y retorno de condensados.
 - 3.3. Sistema de tuberías de protección contra incendio.
 - 3.4. Sistema de tuberías de gas combustible.
 - 3.5. Sistema de tuberías de oxígeno, aire comprimido y vacío.
- 4. Planos de instalaciones interiores.
 - 4.1. Planos en planta de las alimentaciones, de agua fría, agua caliente, retorno de agua caliente, vapor y retorno de condensados y protección contra incendio.
 - 4.2. Planos en planta de las alimentaciones de oxígeno, aire comprimido y succión.
 - 4.3. Planos isométricos de alimentaciones.
 - 4.4. Planos en planta de las instalaciones para la eliminación de aguas pluviales, aguas negras y ventilación, incluyendo azo - teas.
 - 4.5. Planos isométricos de las instalaciones de eliminación de aguas residuales y ventilación.
 - 4.6. Planos de gas combustible.

- 5. Instalaciones exteriores:
 - 5.1. Plano de redes generales de alimentaciones a los edificios, indicando trayectorias de ductos subterráneos, localización de la cisterna, almacenamiento de combustible, caseta de oxígeno tanque de gas, etc.
 - 5.2. Plano de las instalaciones para riego de prados y jardines.
 - 5.3. Plano de alcantarillado.
- 6. Planos de detalle.
 - 6.1. Cisterna.
 - 6.2. Ductos subterráneos.
 - 6.3. Cárcamos de bombeo.
 - 6.4. Fosa séptica.
 - 6.5. Drenes.
 - 6.6. Protecciones contra inundaciones.
 - 6.7. Central de oxígeno.
 - 6.8. Instalación Central de gas combustible.
 - 6.9. Instalación Central de combustibles líquidos: gasolina, diesel aceite pesado, etc.
- 7. Guías mecánicas.
 - 7.1. Sala de máquinas.
 - 7.2. Lavandería
 - 7.3. Cocina.
 - 7.4. Laboratorios.
 - 7.5. Esterilización.
 - 7.6. Muebles sanitarios.
 - 7.7. Muebles especiales.

LISTA No. IS - 4

Elaboración de los planos.

- 1. Numeración y autorización de los planos.
 - 1.1. Correspondencia de los planos de instalaciones a los planos arquitectónicos actualizados.
- 2. Recomendaciones generales para la revisión de los planos.
 - 2.1. Recorrer las tuberías con lápices de colores para definir las trayectorias de cada una de las diferentes instalaciones representadas en el plano.
 - 2.2. Comprobar la indicación de los diámetros.
 - 2.3. Comprobar la correcta indicación de la soportería.

2.4. Comprobar la indicación adecuada de la posición de las tuberías con respecto al nivel de la losa del piso al que darán ser vicio.

2.5. Revisar la ~~localización~~ localización de válvulas propuestas por el proyectista.

- a) Válvulas de seccionamiento generales.
- b) De columna.
- c) De zona.

2.6. Detalle constructivo de las cajas para alojar a las válvulas de zona.

2.7. Comprobar que todos los muebles y equipos tengan los servicios de alimentaciones y desagüe que se requieren en cada ca so.

2.8. Comprobar que existan espacios adecuados en los ductos de instalaciones, para efectuar los trabajos de operación y mantenimiento futuros.

3. Planos de alimentaciones.

3.1. Tuberías agrupadas.

Localización: Deberán situarse en los espacios de circulación.

Ordenamiento: Deberán ordenarse de manera que simplifique los cambios de dirección y los cruzamientos.

Espaciamiento: El conveniente para permitir reparaciones.

Soportería: Posición de los soportes. Detalles de los so portes.

Coordinación: Con otras instalaciones y con la estructura.

3.2. Tuberías separadas.

3.3. Requerimientos de las tuberías de agua caliente y retorno.

- a) Dilatación térmica.
- b) Aislamiento térmico.
- c) Conexiones del retorno de agua caliente en los lugares adecuados.
- d) Estudio del funcionamiento del sistema de agua caliente indicado en el diagrama de flujos.

3.4. Requerimientos de las tuberías de vapor y retorno de condensa dos.

- a) Juntas de dilatación térmica.

- b) Eliminación de condensados. Selección y colocación de trampas y filtros de vapor.
- c) Presiones de servicio.- Selección e instalación de válvulas reductoras o reguladoras de presión.
- d) Soporterías.- Soportes fijos, soportería móvil.
- e) Aislamiento.
- f) Estudio del funcionamiento del sistema indicado en el diagrama de flujos.

3.5. Requerimientos del sistema de protección contra incendio.

- a) Cumplimiento de las disposiciones reglamentarias.
- b) Localización apropiada de los hidrantes, toma siamesa y equipo de extinguidores.
- c) Regaderas en laboratorios.
- d) Tuberías sin válvulas de seccionamiento.
- e) Equipo de control para la operación automática del sistema de protección contra incendio.

3.6. Requerimientos de las instalaciones de gas combustible.

- a) Acatamiento de las disposiciones reglamentarias en vigor, de la Secretaría de Industria y Comercio y/o de Petróleos Mexicanos.
- b) Localización de las tuberías, reguladores, válvulas de zona, válvulas de llenado, válvulas de seguridad manómetros, medidores, etc.
- c) Localización de los tanques, de almacenamiento de gas L.P.
- e) Previsiones de protección contra incendio.
- f) Estudio del funcionamiento del sistema indicado en el diagrama de flujo.

3.7. Requerimientos de las instalaciones de oxígeno y succión.

- a) Equipos:
Ventilación y localización adecuada de la central de oxígeno.
Características de la central de oxígeno.
Características de equipo de comprensión de aire.
Características de las bombas de vacío.
- b) Tuberías.
Soporterías.
Pendientes de las tuberías de aire comprimido.

Localización de válvulas.
Eliminación de condensados.

- c) Estudio del funcionamiento del sistema indicado en el diagrama de flujo.

4. Planos de de sagües.

4.1. Tuberías.

- a) Localización, soportería, coordinación.
- b) Conexiones a 45°.
- c) Soportería, espaciamiento para tuberías de fierro fundido y tuberías de cobre.

4.2. Sistema de aguas negras.

- a) Pendientes.
- b) Registros para limpieza.
- c) Coladeras.
- d) Ventilación.
- e) Lugares de descarga al exterior.

4.3. Sistema de aguas pluviales.

- a) Coladeras para las azoteas y terrazas.
- b) Pendientes.
- c) Lugares de descarga al exterior.

4.4. Tratamientos primarios.

- a) Permiso de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.
- b) Fosa séptica o tanque Imhoff.
- c) Eliminación del efluente.
- d) Desinfección del efluente.
- e) Lugar de desfogue.

5. Planos de obras exteriores.

5.1. Redes generales de alimentación.

- a) Toma de agua potable.
- b) Cisterna.
- c) Pre-tratamiento.
- d) Redes de alimentaciones a los edificios del conjunto.

5.2. Redes de riego de prados y jardines.

Riego por mangueras.

Riego por aspersión.

5.3. Red exterior de protección contra incendio.

LISTA No. IS - 5

Especificaciones.

1. Normas y reglamentos.
 - 1.1. Reglamento de la Construcción y Servicios Urbanos del departamento del Distrito Federal.
 - 1.2. Reglamento de Ingeniería Sanitaria de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.
 - 1.3. Normas de calidad de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio.
 - 1.4. Reglamentos locales.
 - 1.5. Código Nacional de Plomería de los Estados Unidos de América ASA- A-40.8
2. Calidad de los materiales.
 - 2.1. La establecida por la Dirección General de Normas.
 - 2.2. Pruebas de calidad (cuando lo solicite el propietario.)
 - 2.3. Uso de materiales de calidad y diseño similares a los especificados solamente con autorización del propietario.
3. Licencias y permisos.
 - 3.1. Obligación de la Contratista de obtener las licencias y permisos.
 - 3.2. Disposiciones legales para la tramitación de permisos y licencias.
 - 3.3. Oportunidad de la tramitación.
 - 3.4. Responsabilidades técnicas y legales.
4. Trabajo Comprendido.
 - 4.1. Instalaciones Hidráulicas:
Agua Fría.
Agua caliente y retorno.
Protección contra incendio.
Riego.
 - 4.2. Instalaciones sanitarias.
Eliminación de aguas negras y ventilación.
Eliminación de aguas pluviales.
Tratamiento de aguas residuales.
 - 4.3. Instalaciones especiales.
Vapor y condensados.
Gas combustible.
Oxígeno y aire comprimido para usos clínicos.

Vacío.

- 4.4. Suministro de muebles y accesorios.
- 4.5. Instalaciones de muebles.
 - Sanitarios.
 - Especiales de acero inoxidable.
 - Laboratorio.
 - Bancos de Leche.
 - Muebles y equipos de las cocinas.
 - Muebles y equipo de esterilización.
- 4.6. Instalación de los equipos.
 - Generadores de vapor.
 - Sistema de producción de agua caliente.
 - Equipos de bombeo.
 - Equipos de tratamiento de agua.
 - Sistema de gas combustible.
- 4.7. Trabajos complementarios que deberá ejecutar por su cuenta la contratista:
 - Albañilería y pintura.
 - Modificaciones y ampliaciones.
 - Planos de obra terminada.
- 5. Especificaciones de los materiales.
 - 5.1. Tuberías.
 - 5.2. Conexiones.
 - 5.3. Materiales de unión.
 - 5.4. Válvulas.
 - 5.5. Suspensiones y anclajes,
 - 5.6. Aislamiento térmico.
 - 5.7. Juntas de dilatación térmica.
 - 5.8. Trampas y filtros para vapor.
 - 5.9. Válvulas reguladoras de presión y/o temperatura.
 - 5.10 Bocas de limpieza (registros) para tuberías de desagüe.
- 6. Especificaciones de la ejecución del trabajo.
 - 6.1. Localización de tuberías.
 - Abajo de la losa del piso al que dan servicio.
 - En zonas de circulación del edificio.
 - Evitar el paso de tuberías en zonas habitadas o sobre lugares peligrosos.
 - 6.2. Tuberías agrupadas.
 - Cruzamiento de tuberías.
 - Espaciamiento de tuberías.

- 6.3. Relaciones entre las instalaciones y la estructura.
- 6.4. Protección de tuberías.
- 6.5. Pruebas de tuberías.
- 6.6. Recomendaciones para la ejecución del trabajo.

LISTA No. IS - 6

Memorias técnicas.

- 1. Bases del proyecto.
 - 1.1. Características de la construcción.
(ver lista de comprobación IS-1).
 - 1.2. Informe de la investigación de los servicios urbanos disponibles en el terreno (ver lista de comprobación IS - 3).
 - 1.3. Planos del proyecto arquitectónico.;
 - 1.4. Localización de los servicios requeridos en cada uno de los muebles y equipos. Gufas mecánicas.
 - 1.5. Análisis del agua.
- 2. Abastecimiento de agua potable.
 - 2.1. Determinación del consumo diario.
 - 2.2. Requerimientos de almacenamiento.
Regularidad del servicio.
 - 2.3. Proyecto de la cisterna.
 - a) Volúmen útil: Agua cruda.- Agua tratada.
 - b) Dimensiones.
 - c) Localización en el predio.
 - d) Posición con respecto al nivel del terreno, enterrada, semienterrada, superficial.
 - e) Recolección de sedimentos.
 - f) Ventilación.
 - g) Acceso.
 - h) Previsiones para limpieza.
 - 2.4. Selección del equipo de tratamiento de agua.
volumen diario por tratar.
Análisis químico del agua.
Gasto que debe pasar por el equipo de tratamiento.
Descripción del equipo.
 - 2.5. Cálculo de la toma domiciliaria del servicio urbano.
 - a) Diagrama de flujo, del abastecimiento de agua potable.
 - b) Presión disponible en la toma.
 - c) Longitud de la tubería de conducción.
 - d) Elevación de la descarga con respecto al nivel de la toma.
 - e) Pérdidas de carga.
 - f) Selección del medidor.

- g) Gasto requerido en la toma.
- h) Diámetro de la toma.
- i) Diámetro de la tubería de conducción hasta la cisterna.
- j) Selección de la válvula de flotador.
- K) Conexiones al servicio de riego y a la torre de enfriamiento.

- 3. Sistema de distribución de agua fría.
 - 3.1. Diagrama de flujo.
 - 3.2. Determinación del gasto máximo instantáneo.
 - Lista de muebles.
 - Aplicación del método de Hunter.
 - Registro de Tablas.
 - 3.3. Determinación de las pérdidas de carga.
 - Registro .Tablas y Nomogramas.
 - 3.4. Determinación de los diámetros de las tuberías principales.
 - 3.5. Determinación de los diámetros de ramales.
 - 3.6. Selección del equipo de bombeo.
 - Gasto, Carga. Sistema de bombeo.
- 4. Sistema de generación del agua caliente.
 - 4.1. Determinación del consumo horario.
 - 4.2. Selección del cambiador de calor.
 - 4.3. Consumo de vapor.
 - 4.4. Proyecto del tanque de almacenamiento.
 - Volumen.
 - Diámetro .
 - Longitud.
 - Presión de prueba.
 - Espesores de placa.
 - Descripción de los accesorios.
- 5. Sistema de distribución de agua caliente.
 - 5.1. Diagrama de flujo de las tuberías de alimentación y retorno.
 - 5.2. Determinación del gasto máximo instantáneo.
 - Lista de muebles.
 - Aplicación del método de Hunter.
 - 5.3. Determinación de la pérdida de carga.
 - 5.4. Determinación de los diámetros de las tuberías alimentación.
 - de agua caliente.
 - 5.5. Determinación de los diámetros de los ramales.
- 6. Sistema de retorno de agua caliente.

- 6.1. Determinación de las pérdidas de calor considerando las tuberías aisladas de acuerdo con lo indicado en las especificaciones generales.
- 6.2. Determinación del gasto de retorno de agua caliente.
- 6.3. Determinación de las pérdidas de carga.
- 6.4. Selección del recirculador.
7. Sistema de generación de vapor.
 - 7.1. Requerimientos de vapor.
 - Lavandería.
 - Cocina.
 - Generación de agua caliente.
 - Esterilización.
 - Calefacción.
 - 7.2. Selección del equipo.
 - Calderas: Tipo, combustible, capacidad.
 - Tanque receptor de condensados.
 - Tanque de urgas.
 - Bombas de inyección.
 - Tanques de combustible.
8. Distribución del vapor.
 - 8.1. Diagrama de flujo de la tubería de vapor y condensados.
 - Longitudes de tubería.
 - Consumo de vapor de cada aparato.
 - Presión de trabajo de cada aparato.
 - Red de alta presión
 - Red de baja presión.
 - Eliminadores de condensados.
 - 8.2. Determinación de los consumos de vapor en ramales, troncales y tubería principal.
 - 8.3. Pérdidas de calor.
 - 8.4. Determinación de la caída de presión y velocidades en el sistema.
 - 8.5. Determinación de los diámetros de la tubería.
9. Retorno de condensado.
 - 9.1. Determinación de las cantidades de condensados en los aparatos y en las tuberías de vapor.
 - 9.2. Selección de trampas.
10. Sistema de almacenamiento de oxígeno.

- 10.1. Determinación del consumo diario.
- 10.2. Selección de la central.
 - Cilindros.
 - Oxígeno. Líquido.
- 10.3. Manifold. Reguladores. Controles.-Señales.
- 10.4. Localización de la central.
- 11. Sistema de aire comprimido.
 - Características del compresor. (Ver lista de contratación No.
 - Red de distribución del aire comprimido.
 - Válvulas.
- 12. Gas combustible.
 - 12.1. Número de salidas.
 - 12.2. Consumos de gas de cada salida.
 - 12.3. Cálculo de la tubería.
 - 12.4. Selección del equipo de almacenamiento, regulación y control.
- 13. Protección contra incendio.
 - 13.1. Determinación de las áreas por proteger.
 - 13.2. Localización de hidrantes y extinguidores.
 - 13.3. Selección del equipo.
 - a) Hidrantes.
 - b) Extinguidores.
 - c) Tomas siamesas.
 - 13.4. Cálculo de tubería.
- 14. Eliminación de aguas negras.
 - 14.1. Lista de muebles.
 - 14.2. Cómputo de unidades mueble.
 - 14.3. Dimensionamiento de tuberías con base a las tablas correspondientes.
- 15. Eliminación de aguas pluviales.
 - 15.1. Medicción de áreas tributarias a cada bajada.
 - 15.2. Dimensionamiento de tuberías con base a las tablas correspondientes.

LISTA No. IS - 26

Equipos Médicos.

1. QUIROFANO.
 - 1.1. Linoleum conductivo.
 - 1.2. Contactos a prueba de explosión.
 - 1.3. Apagadores a prueba de explosión.
 - 1.4. Negatoscopios a prueba de explosión.
 - 1.5. Lámparas especiales para quirófano de luz sin sombra ni calor.
 - 1.6. Mesa de operaciones hidráulica.
 - 1.7. Lámparas de emergencia a prueba de explosión.

2. CENTRAL DE ESTERILIZACION.
 - 2.1. Lavadora de guantes.
 - 2.2. Probadora de guantes.
 - 2.3. Entalcadora de guantes.
 - 2.4. Secadora de guantes.
 - 2.5. Destilador de agua.
 - 2.6. Lavadora de jeringas.
 - 2.7. Lavadora de agujas.
 - 2.8. Autoclaves.
 - 2.9. Gabinetes tipo universal con puertas de cristal y chapa.

3. CONSULTA EXTERNA.
 - 3.1. Dental.
 - 3.1.1. Sillón hidráulico.
 - 3.1.2. Unidad dental con Air Rotor.
 - 3.1.3. Esterilizadores de aire caliente.
 - 3.1.4. Lámparas de extensión.
 - 3.1.5. Negatoscopios.

 - 3.2. OTORRINOLARINGOLOGIA:
 - 3.2.1. Sillón hidráulico o eléctrico.
 - 3.2.2. Unidad de Otorrinolaringología.
 - 3.2.3. Lámparas de extensión.
 - 3.2.4. Negatoscopios.

 - 3.3. OFTALMOLOGIA.
 - 3.3.1. Sillón eléctrico o hidráulico.
 - 3.3.2. Unidad de Oftalmología completa.

- 3.3.3. Proyector de agude z visual completo.
- 3.3.4. Lámparas de extensión.
- 4. ANATOMIA PATOLOGICA Y MORTUORIO.
 - 4.1. Pesa de autopsias.
 - 4.2. Refrigerador de cadáveres.
- 5. LABORATORIO CLINICO.
 - 5.1. Estufa para bacteriología tipo gabinete Mod. V-75-E
 - 5.2. Centrifugas.
 - 5.3. Esterilizadores cilíndricos.
 - 5.4. Refrigeradores.
 - 5.5. Refrigeradores de sangre.
- 6. COCINA.
 - 6.1. Enfriador para garrafón de agua.
 - 6.2. Báscula.
 - 6.3. Canastillas de biberones.
- 7. BANCO DE LECHE.
 - 7.1. Esterilizador de biberones de doble puerta.
 - 7.2. Destilador de agua.
 - 7.3. Canastillas de biberones.
- 8. LAVANDERIA.
 - 8.1. Carros para transporte de ropa sucia (tánico.)
 - 8.2. Carros para transporte de ropa limpia.
- 9. RAYOS "X" y CUARTO OSCURO.
 - 9.1. Aparato de rayos X.
 - 9.2. Tanque de revelado.
 - 9.3. Lámpara de cuarto oscuro.
 - 9.4. Negatoscopios.
 - 9.5. Transfer para película expuesta y virgen.
 - 9.6. Cristal de plomo.
- 10. ELECTROTERAPIA - LUMINOTERAPIA.
 - 10.1. Aparatos de ultrasonido.
 - 10.2. Lámparas de rayos infrarrojos.
 - 10.3. Lámparas de rayos ultravioleta.
 - 10.4. Aparato de diatermia ultracorta.
- 11. HIDROTERAPIA.
 - 11.1. Tanques de remolino para miembros inferiores.
 - 11.2. Tanques de remolino para miembros superiores.
 - 11.3. Tian de Hubard.
 - 11.4. Equipo para tanque de hidroterapia.

2. El Ciclo de Información en la Construcción.

a). Necesidad de Información.- La más efectiva vía de coordinación y la más rápida forma de superar los grandes problemas de la construcción de los hospitales es sin duda la comunicación abierta entre las personas comprometidas en los diferentes procesos o etapas de la vida del hospital, desde su planeación hasta su operación. La comunicación resuelve la ineludible necesidad de comprensión exhaustiva, hasta sus detalles más minuciosos, del proceso en que participa cada uno de los técnicos y profesionales de todas las especialidades que concurren en cada caso.

b). Descripción del ciclo de información.

Planeación.- El punto de origen de toda obra debe ser una planeación concienzuda y experta.

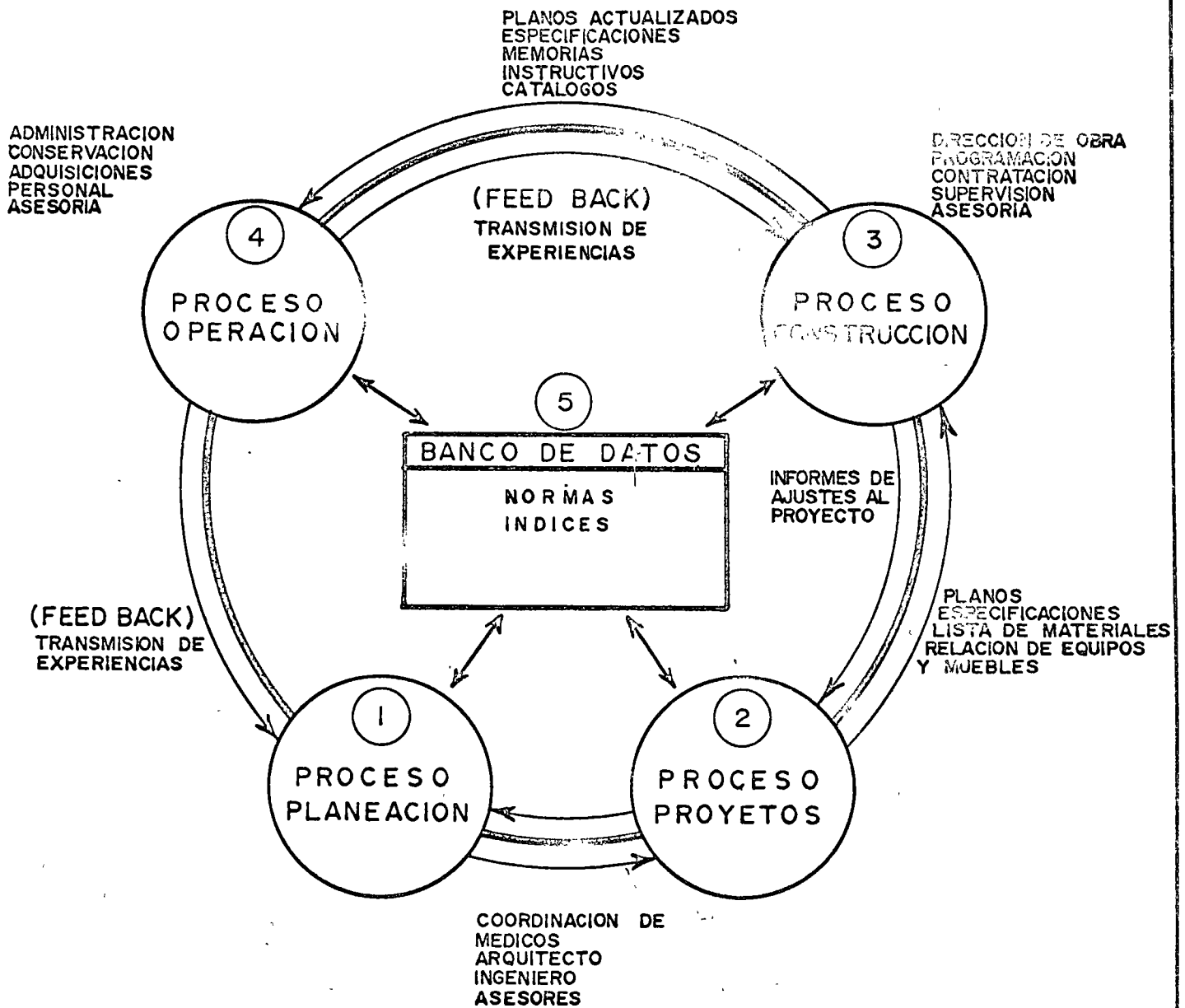
La planeación deberá partir de la correcta detección de las necesidades actuales y futuras, continuar con el estudio de todos los medios disponibles, seleccionar el lugar que mejor permita el cumplimiento del objetivo, determinar la capacidad requerida y realizar una programación realista para poner en servicio la obra en su debida oportunidad. Todo lo anterior solamente podrá conseguirse si el grupo encargado de la planeación ha enriquecido su experiencia con la constante información de todos los parámetros, recurriendo a quienes directamente viven los problemas o a una fuente central donde se disponga de información procesada y depurada. Se hace patente la necesidad de que en un grupo así se cuente con la participación de técnicos calificados especialistas en instalaciones que habrán de contribuir para que las decisiones tomadas contengan la correcta elección de soluciones para obtener en forma económica los servicios que hacen posible la operación del hospital.

Proyecto.- Determinadas la necesidad, la capacidad y la factibilidad de realización de la obra, se desarrollan los proyectos comenzando por una fase de elaboración del programa médico-arquitectónico; estos se expresan en un anteproyecto para determinar el grado de cumplimiento de lo planeado y anticipar las soluciones que se darán a los diferentes aspectos médicos, técnicos y económicos.

Establecida la coordinación adecuada con el asesor médico, con los especialistas en estructuras e instalaciones se desarrolla el proyecto arquitectónico sobre el que se apoyan los demás proyectos.

Durante la elaboración del proyecto de instalaciones se utiliza una gran cantidad de información de la cual debe disponerse en forma sistematizada. El informe de los servicios urbanos disponibles, los materiales

CICLO DE INFORMACION PARA LA CONSTRUCCION



riales usuales en la región, las facilidades para transportar los materiales y equipos especificados, las experiencias de otros hospitales en cuanto a operación y mantenimiento, etc., constituyen parte de los trabajos preliminares en que deben basarse las actividades del proyectista, quien deberá mantener una comunicación ininterrumpida con todo el grupo comprometido en la empresa y con las fuentes de información técnica especializadas.

Construcción.- En el caso ideal, la obra se podrá iniciar cuando se cuente con todos los proyectos totalmente terminados. Un proyecto de instalaciones completo debe contener las siguientes partes:

- a). Juego completo de planos en original o en maduros.
- b). Especificaciones de materiales y de ejecución de la obra.
- c). Relación de conceptos y cantidades de obra, para fines de presupuesto.
- d). Relación de muebles y equipos.
- e). Memoria técnica.

Con frecuencia sucede que la obra se inicia antes de terminar los proyectos, debido a que muchas veces la elaboración de los mismos requiere tanto tiempo que al iniciar el hospital, éste ya resultaría anticuado. Y también porque solamente traslapando actividades se puede cumplir con los programas determinados por la urgencia de los servicios. Esto obliga a idear mecanismos de información que permitan la comunicación suficiente por etapas que habrán de coordinarse de tal forma que la posibilidad de error se disminuya al mínimo. Estos mecanismos consisten en la comunicación directa con la obra, la tipificación de soluciones, la tipificación de la información técnica contenida en las memorias y otros mecanismos que resulta imposible enumerar, pero que generalmente se originan del ingenio del grupo PROYECTO-CONSTRUCCION, perfectamente coordinados.

Operación.- La operación del hospital puede sufrir graves descalabros si no se ha transmitido al director y a su grupo toda la información de las etapas anteriores, lo cual puede constituir un archivo muy voluminoso y que requiere un estudio previo a la iniciación de las actividades hospitalarias por lo que es indispensable que dicha información se proporcione oportunamente.

Los usuarios y el personal de mantenimiento encontrarán un sinnúmero de objeciones y errores con los que podrán formar un verdadero alud de quejas y críticas constructivas o destructivas que generalmente se perderán en simples comentarios internos.

Esto se debe fundamentalmente a la imposibilidad de transmitir sus experiencias al punto de origen: PLANEACION- PROYECTO.

El aislamiento en que se resuelven los problemas del hospital en operación constituyen el más grave defecto en la continuidad del ciclo, provocando una irrecuperable fuga de experiencias y por lo tanto de recursos económicos.

La solución a este problema puede obtenerse con la creación de bancos de datos que deben formar las instituciones oficiales o descentralizadas que incluyen en sus programas la construcción de hospitales, así como de las agrupaciones profesionales, con la tendencia a la formación de un banco central de información.

I.- ANALISIS DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

1. Fuentes de Abastecimiento.

a). Toma Municipal.- En la mayoría de los casos la fuente de abastecimiento de agua potable podrá ser una toma del servicio municipal.

Para determinar el diámetro de la toma, será preciso conocer las variaciones de la presión de la red en el punto de inserción, para lo cual se requiere tomar lecturas durante un periodo prolongado en un lugar próximo a dicho punto. Cuando no sea posible obtener la información requerida, se harán lecturas durante un día y se tomará como base la mínima presión disponible.

Para determinar el gasto que habrá de pasar por la toma, se considerará que el llenado de la cisterna debe hacerse en un periodo máximo de 12 horas, por tanto bastará dividir el consumo diario, obtenido a partir de la demanda, entre 43,200 segundos.

Conocidos los datos de carga disponible, gasto de la toma, longitud de la tubería de conducción, pérdidas en medidores y en la válvula de flotador, podrá determinarse el diámetro de la tubería de toma.

b). Otras fuentes.- Cuando no se disponga del servicio municipal de agua potable deberá seleccionarse la mejor fuente disponible de acuerdo con las características físico-químicas y biológicas del agua, así como del medio más económico para obtenerla; pero en general deberá darse prioridad a las fuentes subterráneas sobre las fuentes de aguas superficiales, y a éstas, sobre cualquier fuente atmosférica.

2. Requerimientos de la fuente.

2.1 Dotaciones.

2.1.1 Hospitales.- La dotación para hospitales deberá calcularse sobre 1000 lts. por cama y por día, de acuerdo con lo siguiente:

a). Muebles sanitarios.- Suponiendo tres operaciones de cada uno de los muebles fundamentales podrá obtenerse un valor medio de volumen necesario para proporcionar un servicio adecuado al encamado y dos personas relacionadas con él.

1	W.C.	24	Lts.
1	Lavabo	6	"
1	Regadera	<u>100</u>	"

TOTAL: 130 Lts./día.

$$3 \times 130 = 390 \text{ lts/cama/día}$$

b). Aseo y muebles especiales.- Suponiendo que por cada cama se requieren 70 m² de construcción:

$$70 \text{ m}^2 \times 3 \text{ lts./m}^2 = 210 \text{ lts/cama/día}$$

c). Lavandería.- 5 Kg. de ropa por cama, 42 Lts. de agua por Kg. de ropa:

$$5 \times 42 = 210 \text{ " " "}$$

d). Cocina y comedores.- 9 comidas por cama 21 Lts. de agua por comida:

$$21 \times 9 = 189 \text{ " " "}$$

e). Fugas:

$$1 \text{ " " "}$$

DOTACION: 1000 " " "

2.1.2 Habitaciones.- Para conjuntos habitacionales se considerará una dotación de 300 lts. por persona y por día.

2.1.3 Lavanderías.- Para lavanderías deberá considerarse una dotación de 42 lts. por kilogramo de ropa seca.

2.1.4 Otros edificios.- En aquellos edificios donde sea difícil estimar la población podrá calcularse el consumo diario a partir del gasto máximo instantáneo con la siguiente fórmula empírica:

$$V = 0.36 Q_{\max} H$$

V = Consumo diario

Q = Gasto máximo instantáneo

H = Duración del periodo de máxima demanda (Peak)

$$1 \text{ hora} \leq H \leq 4 \text{ horas.}$$

La duración del periodo de máxima demanda puede variar de 1 a 4 horas de acuerdo con el tipo del edificio; por ejemplo, para clínicas, se tomará de 4 horas, oficinas $1\frac{1}{2}$ horas, y, en general, para edificios en los cuales no pueda estimarse la población con la precisión requerida, se tomará un valor medio de 3 horas.

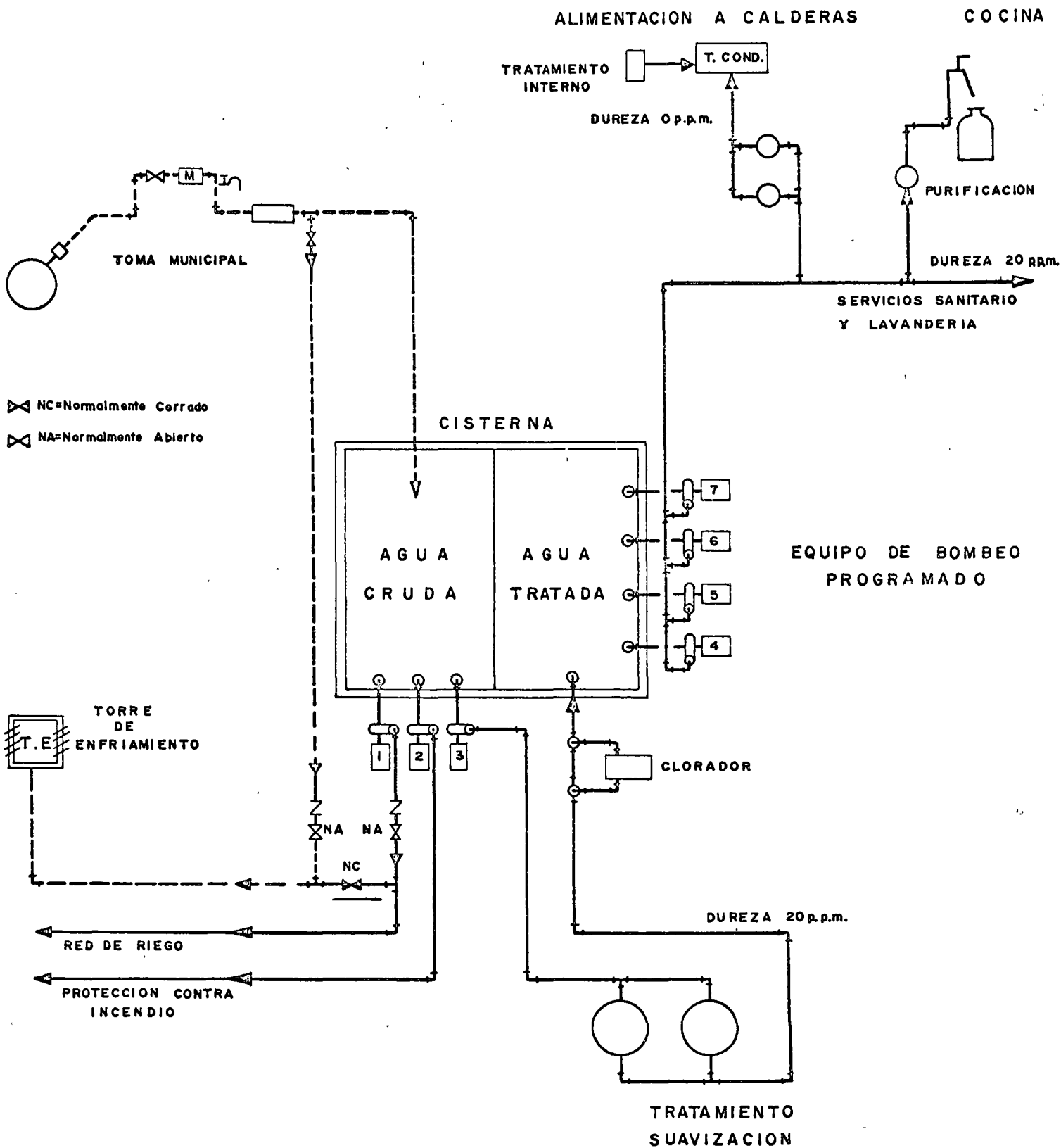
2.2 Normas de calidad para el agua.

2.2.1 Agua potable.- Las normas de calidad que exigiremos al agua potable serán las establecidas por la Secretaría de Salubridad y Asistencia y por la Organización Mundial de la Salud.

FISICOS: Turbiedad máxima: 10 (Escala de Silice) — pH de 6.0 a 8.0.— Inodora. Sabor agradable.— Color máximo: 20 (Escala-Platino-Cobalto).		
QUIMICOS:	MILIGRAMOS POR LITRO	BACTERIOLOGICOS:
Nitrógeno (N) amoniacal, hasta	0.50	El agua potable estará libre de gérmenes patógenos procedentes de contaminación fecal humana. Se considerará que una agua esta libre de esos gérmenes patógenos cuando la investigación bacteriológica de como resultado final: (a).— Menos de (20) organismos de los grupos coli y coliforme por litro de muestra, definiendose como organismos de los grupos coli y coliforme todos los bacilos aerobios o anaerobios facultativos, no esporógenos, Gram negativos, que fermenten el caldo lactosado con formación de gas. (b).— Menos de (200) colonias bacterianas por ml. de muestra, en la placa de agar incubado a 37° C por 24 horas. (c).— Ausencia de colonias bacterianas licuantes de la gelatina, cromógenas o fétidas, en la siembra de un ml. de muestra en gelatina incubada a 20° C por 48 horas.
Nitrógeno (N.) proteico, hasta.....	0.10	
Nitrógeno (N.) de nitritos (con análisis bacteriológico aceptable), hasta.....	0.05	
Nitrógeno (N) de nitratos, hasta.....	5.00	
Oxígeno (O) consumido en medio ácido, hasta...	3.00	
Sólidos totales, de preferencia hasta 500, pero tolerandose, hasta	1000	
Alcalinidad total, expresada en CaCO ₃ , hasta...	400	
Dureza total, expresada en CaCO ₃ , hasta....	300	
Dureza permanente o de no-carbonatos, expresada en CaCO ₃ , en aguas naturales, hasta..	150	
Cloruros expresados en Cl, hasta	250	
Sulfatos, expresados en SO ₄ , hasta.....	250	
Magnesio, expresado en Mg, hasta.....	125	
Zinc, expresado en Zn, hasta.....	15.00	
Cobre, expresado en Cu, hasta.....	300	
Fluoruros, expresados en F, hasta.....	1.50	
Fierro y manganeso, expresados en Fe y Mn, hasta.....	0.30	
Plomo, expresado en Pb, hasta.....	0.10	
Arsénico, expresado en As, hasta.....	0.05	
Selenio, expresado en Se, hasta..	0.05	
Cromo hexavalente, expresado en Cr, hasta....	0.05	
Compuestos fenólicos, expresados en fenol, hasta...	0.001	
Cloro libre, en aguas cloradas, no menos de....	0.20	
Cloro libre, en aguas sobre-cloradas, no menos de 0.20 ni mas de	1.00	
Los métodos que se usen para las investigaciones físicas, químicas y bacteriológicas anteriores, serán los que fije la Secretaría de Salubridad y Asistencia o los que sugiera la Organización Mundial de la Salud.		
* Referencia: Reglamento Federal de la Dirección de Ingeniería Sanitaria sobre Obras de Provisión de Agua Potable.		

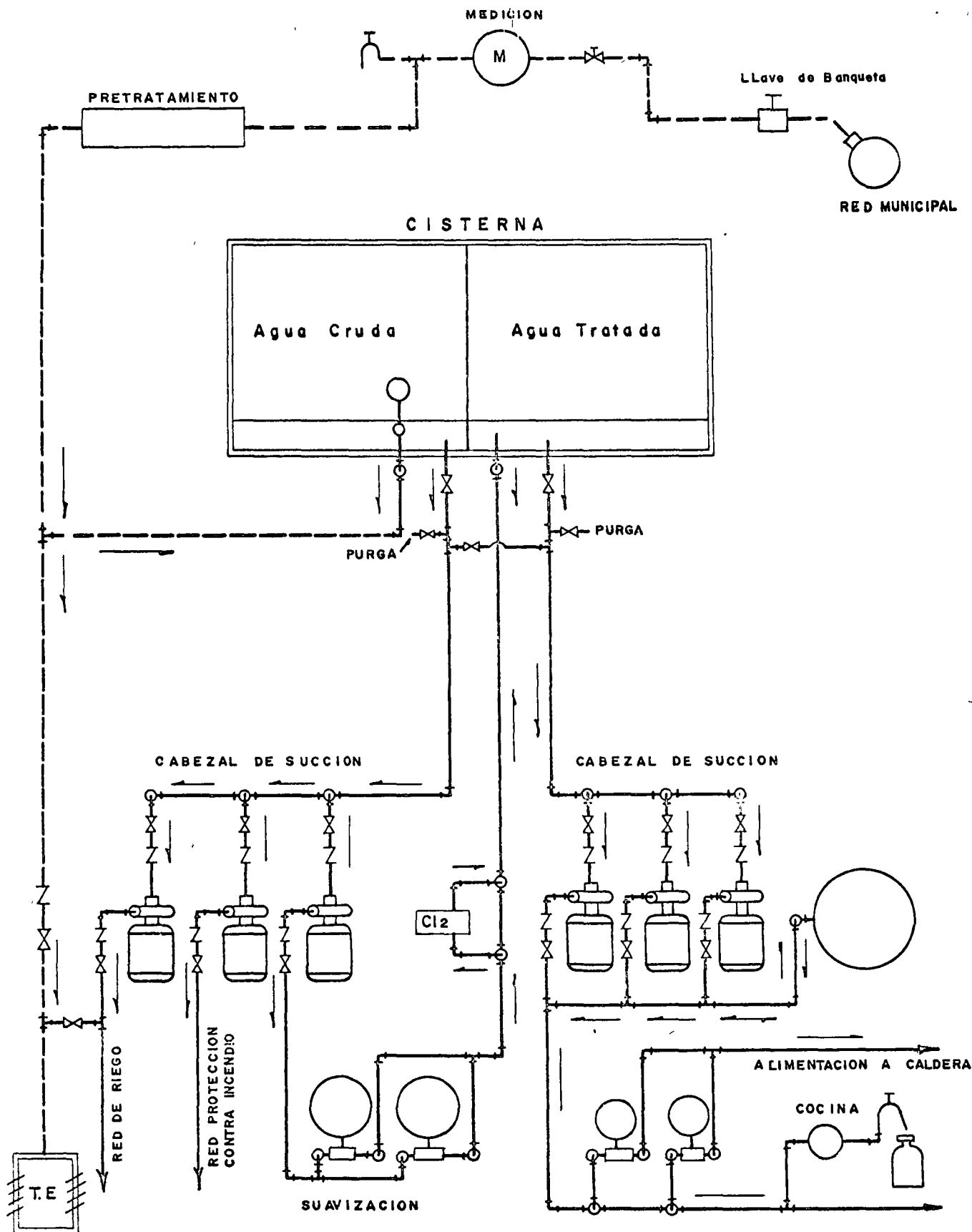
ABASTECIMIENTO DE AGUA DIAGRAMA DE FLUJOS

CISTERNA ELEVADA
SUCCION DIRECTA.



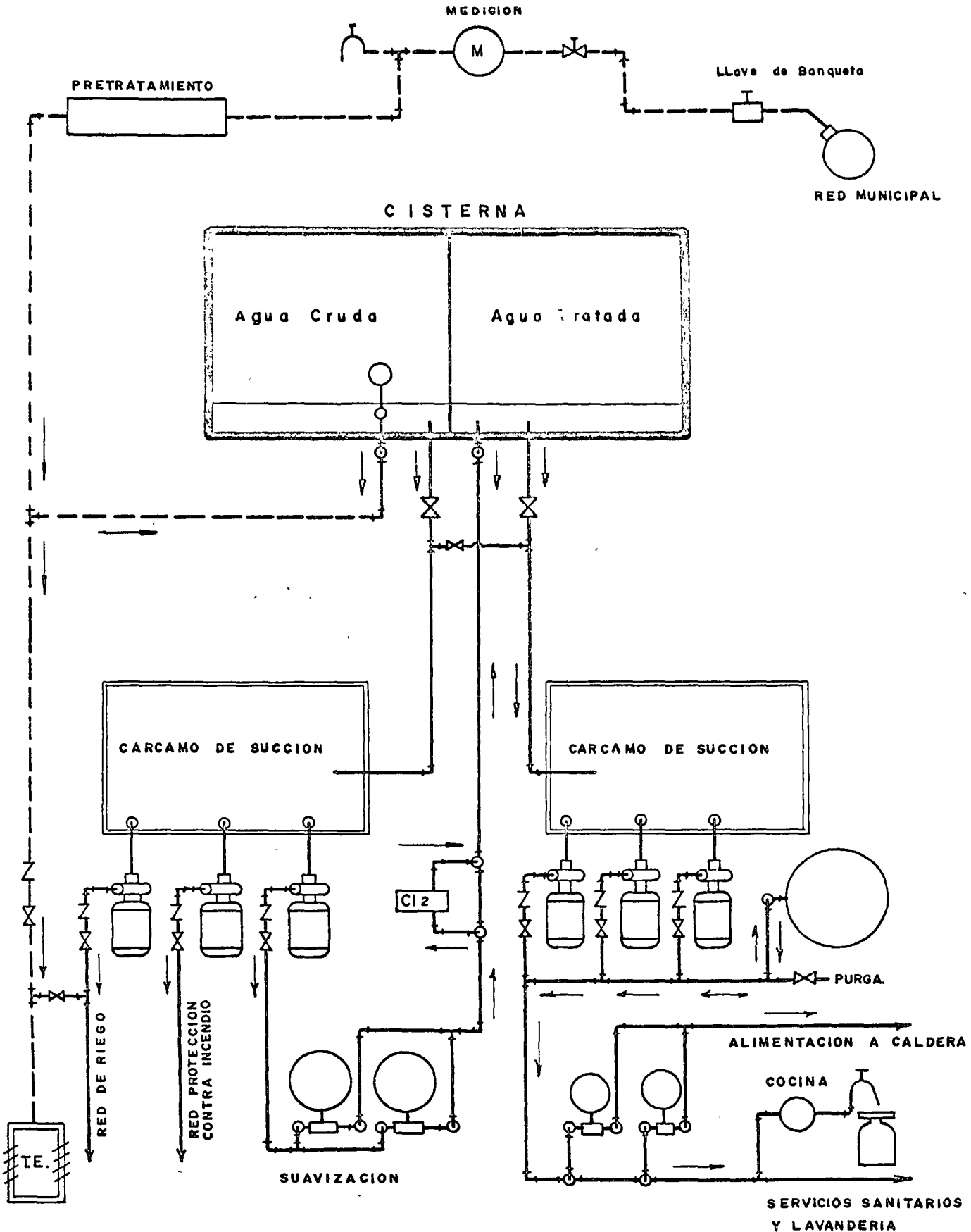
	ABASTECIMIENTO DE AGUA DIAGRAMA DE FLUJOS CISTERNA ALEJADA DE LA SALA DE MAQUINAS	
--	--	--

CISTERNA ELEVADA
SUCCION EN CABEZAL



ABASTECIMIENTO DE AGUA
DIAGRAMA DE FLUJOS
CISTERNA ALEJADA DE LA SALA DE MAQUINAS

CISTERNA SUBTERRANEA
SUCCION EN CARCAMO



2.2.2 Análisis.- Deberán hacerse análisis en diferentes épocas del año para determinar con mejor criterio el tratamiento a que debe sujetarse el agua.

Para sus análisis las muestras de agua habrán de tomarse en condiciones muy variadas y su recolección requiere cuidados especiales, según el análisis que se necesite.

En general se usan frascos de vidrio de 100 ml. de boca ancha y tapón esmerilado. A los frascos perfectamente limpios y tapados se les cubre el tapón y el cuello con papel manila o papel de aluminio. Preparados en esta forma, se esterilizan. Si se sabe o sospecha que el agua contiene cloro se ponen unos cristales de tiosulfato de sodio en los frascos antes de esterilizarlos. Este producto detiene la acción bactericida del cloro.

Después de tomar la muestra, los frascos se colocan en cajas con hielo y se transportan al laboratorio lo más rápido posible para evitar resultados erróneos.

b). Muestras para análisis químico.- Se necesitan cuando menos 3 litros de agua. Puede usarse cualquier envase de vidrio, asegurándolo de que esté escrupulosamente limpio. El tapón de hule o corcho se cubre con papel celofán, antes de colocarlo, para evitar que entre en contacto directo con el agua.

Antes de tomar la muestra, el envase se enjuaga varias veces con el agua que se va a analizar.

En muchas ocasiones, no basta solamente una muestra, a veces se hace necesario tomar varias del mismo abastecimiento en distintos lugares, e inclusive, a diferentes horas del día.

Al frasco con la muestra se le pone una etiqueta anotando los siguientes datos para identificarla:

fecha, localidad, entidad federativa, sitio donde se tomó la muestra, naturaleza de la fuente (arroyo, lago, hidrante, etc.), temperatura del agua y del ambiente. Anótese, además, otros datos que se consideren necesarios.

Se hará llegar la muestra al laboratorio a la mayor brevedad posible.

2.2.3 Ajustes a las normas de potabilidad.

Cuando la fuente de abastecimiento es la red municipal, frecuentemente el agua ha sido tratada para distribuirla a los usuarios; sin embargo, será conveniente bajar la dureza a valores del orden de 10 a 20 miligramos por ligro como CaCO_3 , con lo cual obtendremos una economía considerable en el consumo de jabón en la lavandería, cocina, aseo personal, etc.

Con el agua para alimentación a calderas, la dureza deberá ser de cero partes por millón y sujetarla a un tratamiento interno de acuerdo con la experiencia y condiciones particulares de cada lugar. El efluente de este equipo de tratamiento se recibirá en el tanque receptor de condensados.

3. Almacenamiento

3.1 Capacidad.- El agua se almacenará en una cisterna dividida en dos secciones principales, una para el agua cruda y la otra para el agua tratada.

Llamaremos agua cruda a la que llega directamente de la fuente de abastecimiento aun cuando haya sido tratada para proporcionar el servicio municipal. El agua cruda se sujetará a tratamiento para acondicionarla de acuerdo con las normas del propietario. Solamente en raras ocasiones podrá aprovecharse el agua tal como se recibe.

La cisterna de agua cruda deberá tener capacidad para almacenar el volumen total de agua potable, de riego y de protección contra incendio requerida para un día por lo menos. En los lugares donde el servicio sufra irregularidades frecuentes, el almacenamiento deberá asegurar el consumo de dos días por lo menos.

La cisterna de agua tratada tendrá capacidad para abastecer el suministro de agua potable durante un día excluyendo el volumen necesario para riego y protección contra incendio.

3.2 Localización.- La cisterna deberá localizarse próxima a los equipos de bombeo, dentro o fuera de la Casa de Máquinas, pero evitando en todo caso el contacto con las aguas freáticas o con cualquier otra fuente de contaminación como fosas sépticas y al bañales.

De preferencia convendrá construir la cisterna sobre la superficie del terreno o semienterrada, sobresaliendo un mínimo de 30 cm. En caso de ser indispensable construirla totalmente enterrada, deberá evitarse el cultivo de jardines sobre la tapa y tomarse en cuenta todas las recomendaciones de protección que se describirán a continuación.

3.3 Ventilación.- Sobre la superficie del agua deberá existir siem pre un volumen de aire suficiente para permitir el intercambio de gases; por lo que es conveniente considerar que el nivel máximo que pueda adquirir el agua, dentro del tanque, no sea menor de 30 cm. abajo del lecho inferior de cualquier elemento sobresaliente que forme la estructura de la tapa.

Para permitir la entrada del aire exterior y la salida del vapor y los gases desprendidos del seno del líquido, deberán preverse tubos de ventilación con un diseño adecuado para evitar la entra da de insectos, roedores y otros animales, así como la introduc ción de hojas, basura y en general materias extrañas.

Los tubos ventiladores deberán ser curvos, terminando en un codo de retorno, y entre la boca del tubo y la tapa o el terreno de berá haber un espacio mínimo de 20 cm. En la boca de cada tubo deberá colocarse una rejilla de malla de alambre suficientemente cerrada para obtener la mayor seguridad de limpieza, pero que per mita el paso del aire.

3.4 Acceso para inspección y limpieza.- En el lugar más cercano a las tuberías de succión y los electrodos para el control de los niveles alto y bajo, deberá proyectarse una entrada con tapa em bisagrada de fácil operación para que siempre permanezca cerrada. El registro de acceso deberá ser de 80 x 80 cm. y dará comunica ción a una escala marina metálica adosada al muro de la cisterna.

3.5 Recolección de sedimentos.- El nivel mínimo que pueda adqui rir el agua estará a 10 cm. arriba del fondo de la cisterna, para permitir la sedimentación de los sólidos en suspensión sobre toda la superficie del fondo. En el lado donde se instalen las tuberías de succión se proyectará un foso para recolección de los sedimen

tos que sean arrastrados al adquirir el agua al nivel mínimo; dicho foso será de 50 cm. de profundidad y con una longitud igual al lado de la cisterna donde se coloque.

3.6 Limpieza de la cisterna.- Siempre se estudiará el diseño de las cisternas y de sus accesorios bajo el principio de evitar la entrada de materias extrañas, así como la formación de crecimientos orgánicos y la contaminación con materias fecales, es decir, tratamos de evitar en todo lo posible que las cisternas se ensucien. Cuando el abastecimiento nos suministre aguas con alto contenido de turbiedad y sólidos en suspensión, deberá instalarse, antes de entrar a la cisterna, un equipo de filtros para reducir al mínimo los materiales sedimentables.

Los sedimentos que puedan acumularse, tanto en el fondo de la cisterna cuanto en el foso diseñado para tal objeto, pueden considerarse inocuos y no deberán removerse salvo en los casos en que lleguen a producir problemas en la tubería de succión de las bombas. Si por alguna causa no prevista se presentara una contaminación de origen fecal o crecimientos de algas, ésto deberá combatirse dando choques de cloro con dosificaciones del orden de 10 miligramos por litro durante 24 horas.

4. Tratamiento.

Generalmente será necesario acondicionar el agua para ajustar sus características a las normas de calidad del propietario, que son las requeridas para obtener una eficiencia adecuada en los procesos de lavado de ropa, lavado y esterilización de los equipos médicos, preparación de los alimentos y múltiples aplicaciones resultantes de las actividades hospitalarias.

La selección del método y del equipo adecuado para proporcionar el tratamiento requerido en cada caso particular, exige la intervención de un especialista experimentado, quien valiéndose de una amplia información de las condiciones del agua, expresadas en los análisis correspondientes, adopte una decisión acertada en relación con los aspectos técnico y económico que el caso requiera.

En la tabla siguiente se proporciona una idea general de los métodos aplicables para remover las impurezas que con más frecuencia pueden encontrarse en el agua, asimismo se fijan los residuos tolerables. De ninguna manera se constituye la tabla mencionada en una norma para seleccionar métodos y equipo de tratamiento, pues como se dijo antes, será la capacidad de un técnico especializado la que dé solución a cada uno de los problemas.

Nombre	Efectos	Límites de tolerancia
Sulfatos	tidades grandes. (C) Produce sabor amargo en <u>canti</u> <u>dades</u> grandes.	destilada, 2 a 3 PPM
Cloruros	Produce el sabor salino, si está presente en <u>canti</u> <u>dades</u> grandes.	(A) Para casos <u>genera</u> <u>les</u> de 100 a 300 PPM, aproximadamente. (B) Para fines farmacéu ticos o similares, los que requieren igual al agua destilada, 2 a 3 PPM (expresado como CaCO_3).
Hierro. Manganeso.	(A) Produce sabor y depósitos, si se encuentra en <u>canti</u> <u>dades</u> grandes. (B) Produce man chas de color de óxido (color café) sobre la losa, los blancos y demás productos.	(A) Para usos <u>genera</u> <u>les</u> 0.3 PPM. (B) Para productos <u>fi</u> <u>nos</u> 0.1 PPM
Fluoruros	(A) Produce esmalte dental manchado, en los niños que crecen, si está presente en <u>gran</u> <u>des</u> cantidades. (B) Caries <u>denta</u> <u>les</u> acentuadas en los niños que <u>cre</u> <u>cen</u> , en caso de las cantidades de masiado pequeñas.	(A) No mucho más de 1 PPM para evitar el esmal te manchado. (B) No mucho menos de 1 PPM para reducir las <u>ca</u> <u>ries</u> dentales.
Sílice	(A) Produce incrus taciones duras en las calderas. (B) Produce depó	(A) Menos de 10 a 15 en salines concentradas en las calderas de alta presión para evitar <u>in</u>

IMPUREZAS EN EL AGUA, SUS EFECTOS Y LIMITES DE
TOLERANCIA PARA VARIAS APLICACIONES

Nombre	Efecto	Límites de tolerancia
Sulfuro de hidrógeno	(A) Ocasiona olor de huevo podrido. (B) Ocasiona <u>corrosión</u> .	Abajo de 0.5 PPM
Bióxido de carbono	Ocasiona <u>corrosión</u> si la <u>alcalinidad</u> es baja.	Relación de <u>alcalinidad</u> $\frac{\text{Alcalinidad}}{002} \quad \frac{3}{1}$
Metano	Ocasiona <u>peligro</u> de <u>explosión</u> e <u>incendio</u>	Abajo de 1 PPM
Oxígeno	Ocasiona <u>corrosión</u>	Abajo de 0.005 PPM para los <u>tubos económicos</u> o <u>calderas</u> de <u>alta presión</u> . Abajo de 0.05 PPM para <u>calderas</u> de <u>baja presión</u> .
Turbiedad o sedimentos	(A) Ocasiona <u>dépósitos</u> . (B) <u>Ensucia</u> los <u>productos textiles</u>	(A) Para <u>usos generales</u> abajo de 5 PPM (B) Para <u>productos finos</u> abajo de 1 PPM
Color y <u>materia orgánica</u> , <u>bacterias</u> , etc.	(A) Ocasiona <u>manchas</u> y <u>descomposición</u> a muchos <u>productos</u> . (B) <u>Motiva enfermedades</u> .	(A) Para <u>usos generales</u> el <u>color</u> debe <u>estar</u> abajo de 20 PPM (B) Los <u>límites de tolerancia</u> de <u>materia orgánica</u> , <u>color</u> , etc., <u>dependen</u> de su <u>aplicación</u> .
Aceite	Ocasiona <u>espumas</u> y <u>depósitos</u> en las <u>calderas</u> .	Para <u>calderas</u> abajo 0.5 a 1 PPM

Nombre	Efectos	Límites de tolerancia
Dureza	(A) Ocasiona <u>in</u> crustaciones en las calderas. (B) Ocasiona depó<u>s</u>itos en general cuando se calien<u>t</u>a. (C) Destruye la espuma del jabón. (D) Empasta el <u>ca</u>bello, endurece la piel, mancha los objetos de plata, de vidrio y fibras textiles en <u>gral</u>.	(A) Para calderas de <u>al</u>ta presión, lavanderías y textiles, 0-2 PPM. (B) Para calderas de <u>ba</u>ja presión si existe <u>al</u>calinidad de sodio <u>sufi</u>ciente abajo de 17 a 25 PPM, pero preferiblemen<u>t</u>e 2 PPM. (C) Para usos Municipa<u>les</u> de 68 a 85 PPM. (D) Para usos domésti<u>cos</u> de 0 a 10 PPM.
Alcalinidad de Sodio	(A) Formación de espumas en las calderas. (B) Formación de CO₂ en el vapor lo cual produce corrosión en las tuberías de retor<u>no</u>. (C) Puede contribu<u>ir</u> a la fragilización de la caldera. (D) Afecta el sabor y la calidad de los refrescos. (E) Determina la <u>in</u>conformidad de colo<u>raci</u>ón y el blanquee<u>a</u>do.	(A) Para el agua de ali<u>men</u>tación de las calde<u>ras</u> de alta presión: de 0 a 5 PPM. (B) Para las calderas de baja presión los límites de penden de las condi<u>ci</u>ones propias de cada caso. (C) Aproximadamente 300 PPM de las sales de Na. produce el sabor salobre. (D) Para el hielo de agua natural, así como para los refrescos, 30 a 50 PPM (E) Para los fines farma<u>ce</u>úticos o similares, don<u>de</u> se requiere igual al agua destilada 5 PPM.
Sulfatos	(A) Produce incrus<u>t</u>aciones duras en las calderas en <u>ca</u>so de los cationes de Ca y Ma. (B) Purgativo en can<u>al</u>	(A) Para casos generales de 100 a 300 PPM, aproxi<u>ma</u>damente. (B) Para fines farmacéu<u>ti</u>cos o similares, donde se requiere igual agua

Nombre	Efectos	Límites de tolerancia
Sílice	sitos en los rotores de las turbinas.	crustaciones de SiO_2 , si la alcalinidad es baja. (B) Menos de 3 a 5 PPM para las salines de calderas de alta presión, para evitar los depósitos en las turbinas.

Impurezas	Método	Residual
Sulfhídrico H_2S Gas.	Aereación	Menos de 1 PPM si la alcalinidad no es demasiado alta.
Bióxido de carbono. CO_2 Gas	Aereación	De 5 a 10 PPM
Metano CH_4	Aereación	Menos de 1 PPM.
Oxígeno libre O_2 Gas.	(A) Deareación en caliente. (B) Deareación fría al vacío.	(A) 0 a 0.005 PPM (B) 0.1 a 0.3 PPM de acuerdo con la temperatura.
Turbiedad o Sedimentos.	(A) Unicamente filtros, en caso de pequeña cantidad del sedimento grueso. (B) Alimentadores químicos mas filtros en caso de ligera turbiedad. (C) Alimentadores químicos mas coagulantes de impurezas que flotan, tipo Blanket, si el grado de turbiedad es grande. (D) Igual que 5 c. más filtros. (E) Filtros tipo Diatomite para la bacteria y pequeño grado de turbiedad.	(A) Menos de 5 PPM. (B) Menos de 2 a 5 PPM. (C) Menos de 5 a 10 PPM (D) Menos de 1 PPM (E) Menos de 1 PPM
Color, materia orgánica y bacteria	Igual a 5D ó 5E, incluyendo la clorinación	Color usualmente menos de 5 a 10 PPM de materia orgánica, etc., dependiendo de la calidad de agua cruda y el tratamiento particular de la misma.

Impurezas	Método	Residual
Acette	Adición de Floc preforma <u>do</u> y filtración	Menos de 0.5 a 1 PPM
Dureza	(A) Cal-sosa en frío. (B) Cal-sosa en en caliente. (C) Zeolita de so <u>di</u> o (E) Zeolita de hidrógeno	(A) Menos de 34 a 85 PPM dependiendo del exceso de sosa. (B) Menos de 17 a 25 PPM, dependiendo del exceso de soda (C) 0 a 5 PPM (D) 0 a 2 PPM (E) 0 a 2 PPM
Sodio, igual cantidad de Anión HOO3 está pre <u>se</u> nte	Zeolita de hidrógeno	0 a 5 PPM
Alcalinidad de Ca. y Mg.	(A) Cal-sosa en frío. (B) Cal-sosa en caliente (C) Zeolite de hidró <u>ge</u> no	(A) 60 a 85 PPM (B) 34 a 51 PPM (C) 0 a 5 PPM
Sulfatos SO ₄	(A) Tratamiento de Bario (B) Desminerali <u>z</u> ante.	Aproximadamente 17 a 25 PPM 0 a 3 PPM
Cl. Anión.	Desmineralizante	0 a 3 PPM
Fe.	(A) Aire comprimido más filtros, si pe <u>que</u> ñas cantidades de Ff. están pre <u>se</u> ntes y la alca <u>li</u> nidad es alta, así como CO ₂ es baja. (B) Aereadores más filtros si CO ₂ es alto y Fe. No es demasiado alto.	(A) 0.3 a 0.5 PPM (B) 0.3 a 0.5 PPM

Impurezas	Método	Residual
Fe.	(A) Aereadores, alimentadores <u>quí</u> micos más asentamientos de impurezas que flotan, aclaradores, más filtros, si Fe. y Mg.(ambos) están presentes en cantidades superiores o si la materia <u>or</u> gánica es alta.	(A) 0.1 a 0.5 PPM
Fluoruros	Mg. reagente <u>añ</u> adido en las impurezas que flotan, clarificadores más filtros.	1 PPM
Sílica	(A) Sulfato férrico <u>añ</u> adido en impurezas que flotan, clarificadores más filtros. (B) Mg. reagente <u>añ</u> adido en impurezas que flotan, clarificadores más filtros. (C) Mg. reagente <u>añ</u> adido en el <u>a</u> blandador del <u>pro</u> ceso en caliente. (D) Desmineraliza <u>ción</u> fuerte <u>intercam</u> biador básico de aniones.	(A) 2 a 3 PPM a las temperaturas bajas. (B) 2 a 3 PPM. a bajas temperaturas. (C) 1 PPM (D) 0.1 PPM

II.- DISEÑO Y CALCULO DE LAS REDES DE DISTRIBUCION

1.- Diseño.

1.1 Configuración geométrica de las tuberías.

a). Se recomienda hacer una revisión completa de los planos arquitectónicos previamente al trazado de las redes, para obtener una visión general del problema y estar en condiciones de proponer recorridos que satisfagan ciertos principios generales orientados a obtener en forma económica un diseño que cumpla con lo siguiente:

- Facilidad de operación y mantenimiento.
- Seguridad y comodidad para el paciente.
- Coordinación de espacios con la estructura y otras instalaciones.
- Sencillez de configuración.
- Servicios requeridos a todos los muebles y equipos del proyecto médico - arquitectónico.

b). Ductos exteriores.- Cuando se tiene un conjunto de edificios formando una unidad hospitalaria con una casa de máquinas común, se recomienda proyectar una trinchera con dimensiones suficientes para alojar las tuberías debidamente agrupadas, tomando en cuenta también el espacio para aplicar las herramientas necesarias para efectuar los trabajos de mantenimiento, considerando los diámetros y tipo de materiales empleados (Figs. 2.1 y 2.2).

c). Ductos interiores horizontales.- Los recorridos horizontales de las tuberías se harán abajo de la losa del piso al que dan alimentación o recogen retornos, se diseñarán las tuberías agrupadas sobre pasillos y espacios donde la actividad del personal sea mínima. En el caso de existir un plafón, éste confinará la parte inferior del ducto. (Fig. 2.3).

d). Ductos interiores verticales.- Los recorridos verticales de las tuberías se harán en ductos verticales, directamente comunicados con los ductos horizontales, las tuberías ascenderán agrupadas cuidando la accesibilidad del ducto en todos los niveles (Figs. 2.3 y 2.4).

1.2 Diagramas de Flujo.- Deberán elaborarse diagramas de flujo en los que se describe el funcionamiento de cada sistema, como se explicará

C O N J U N T O

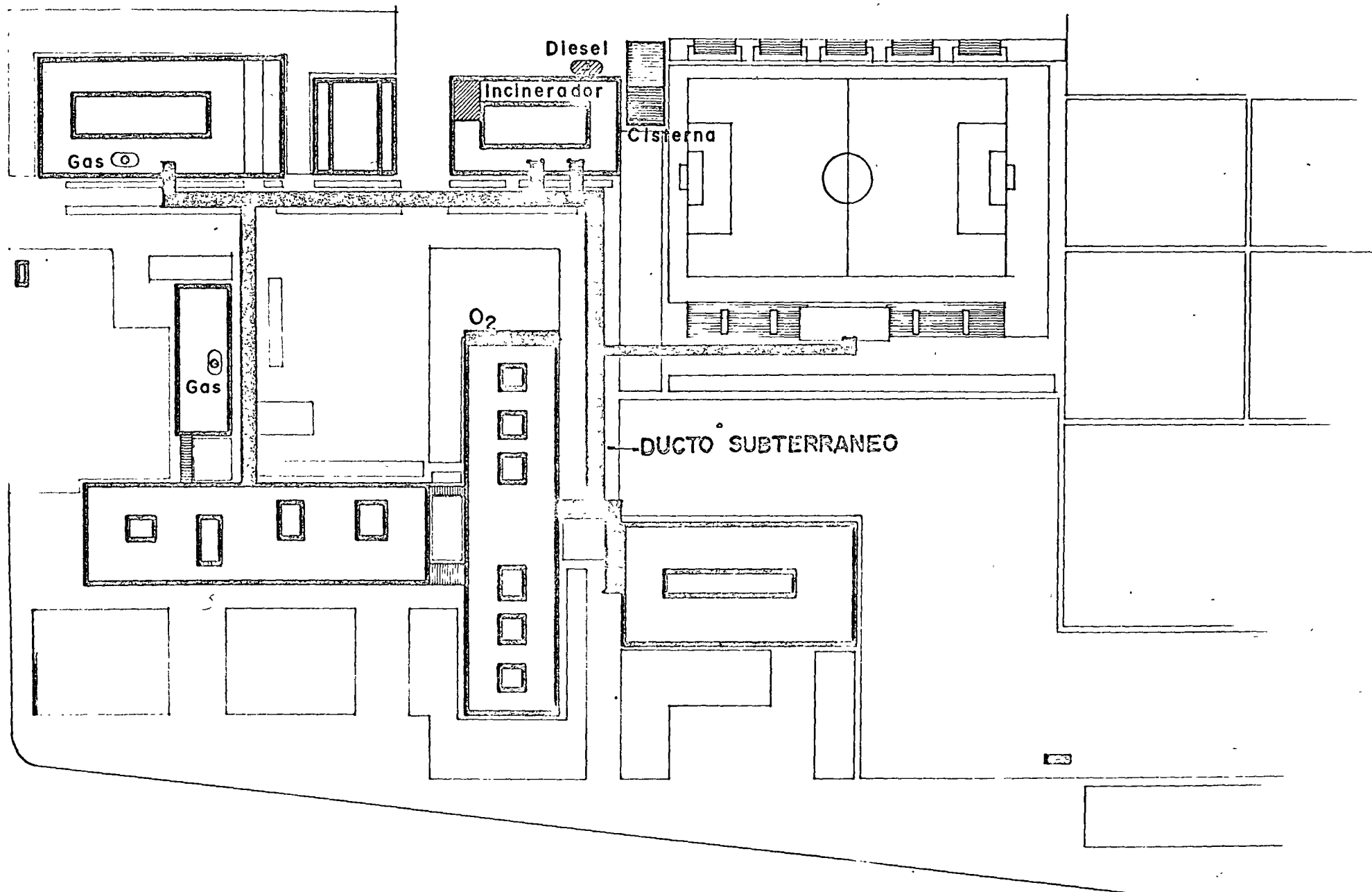


FIG-21

DUCTOS SUBTERRANEOS

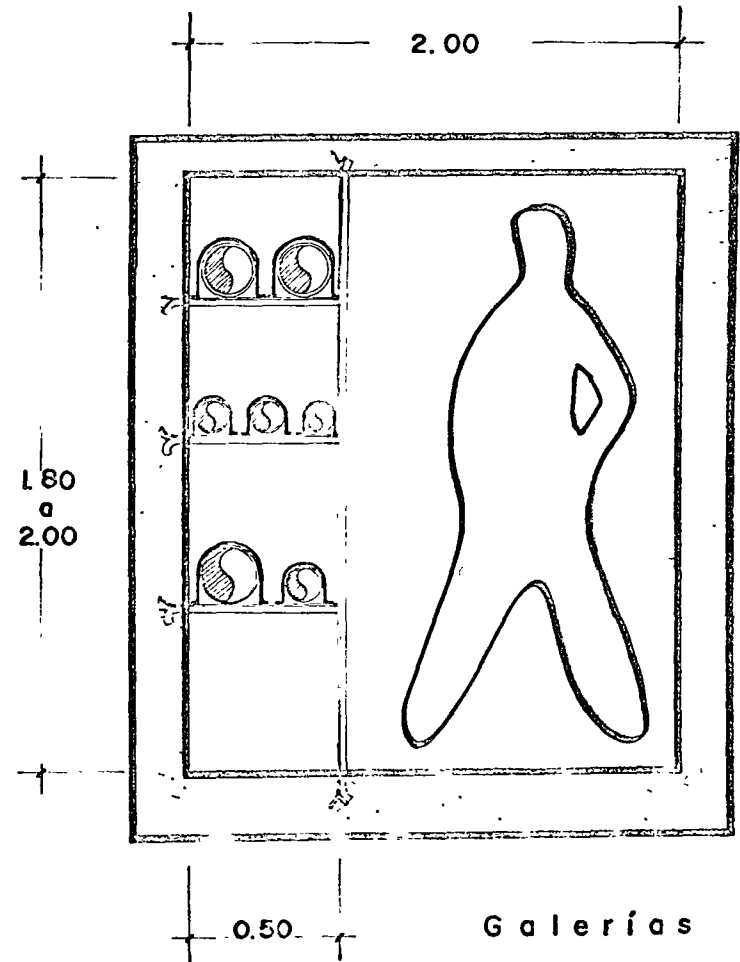
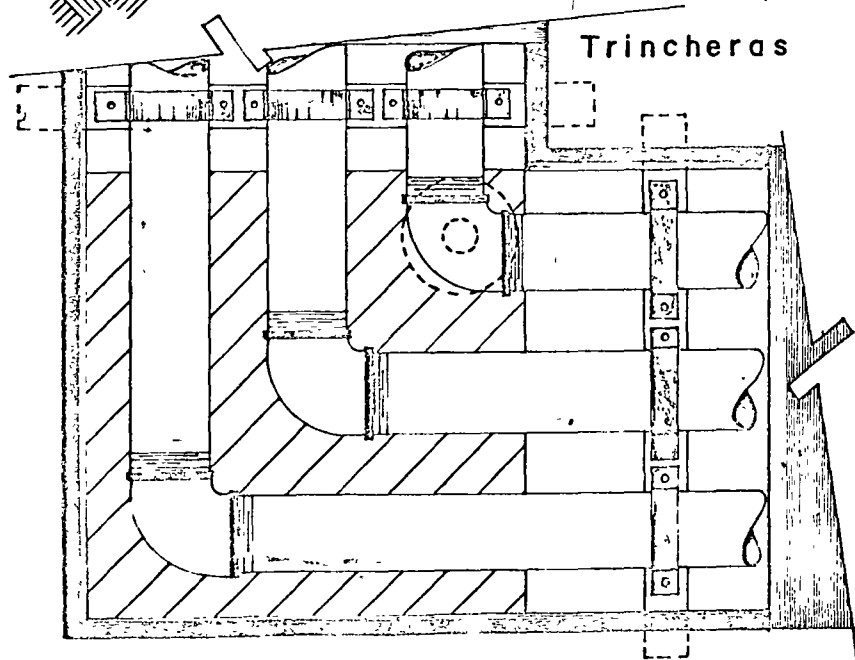
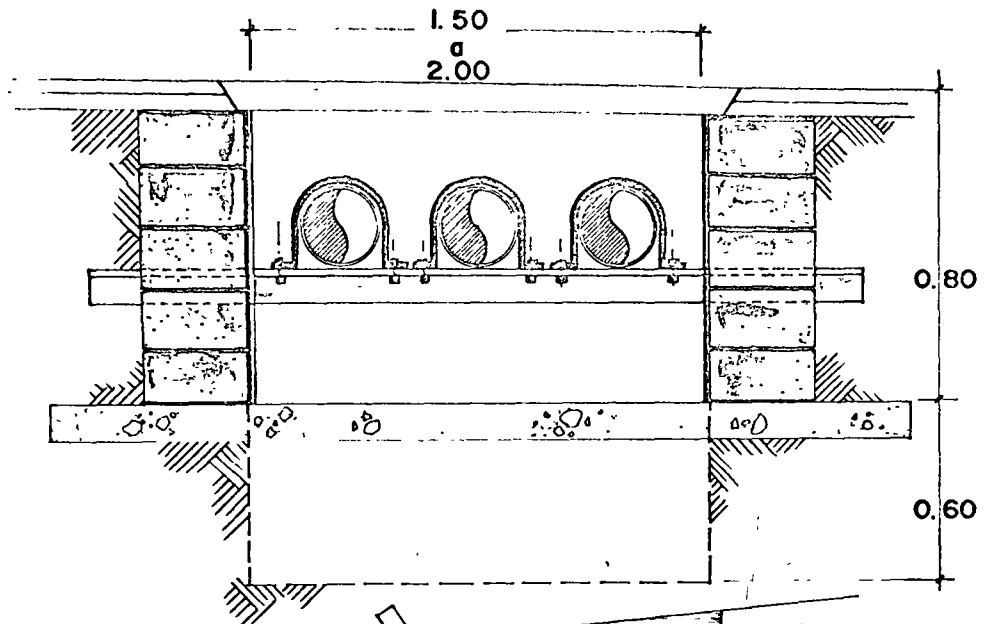
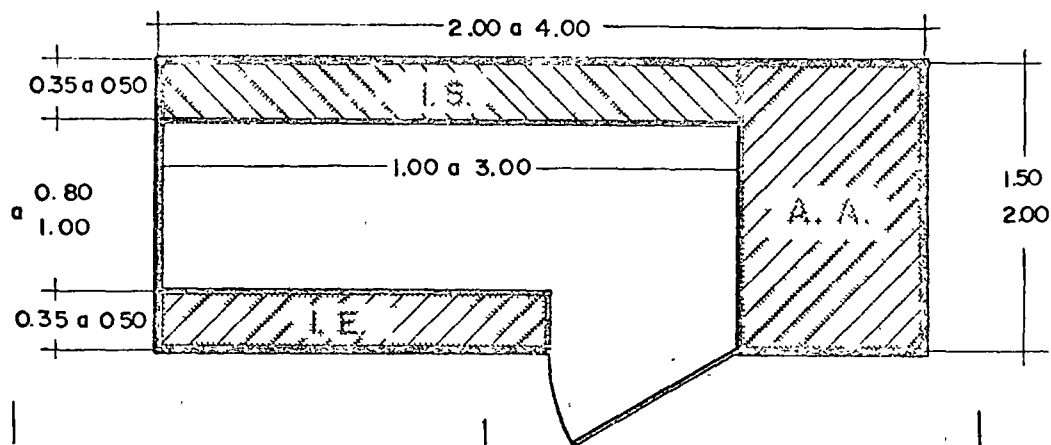
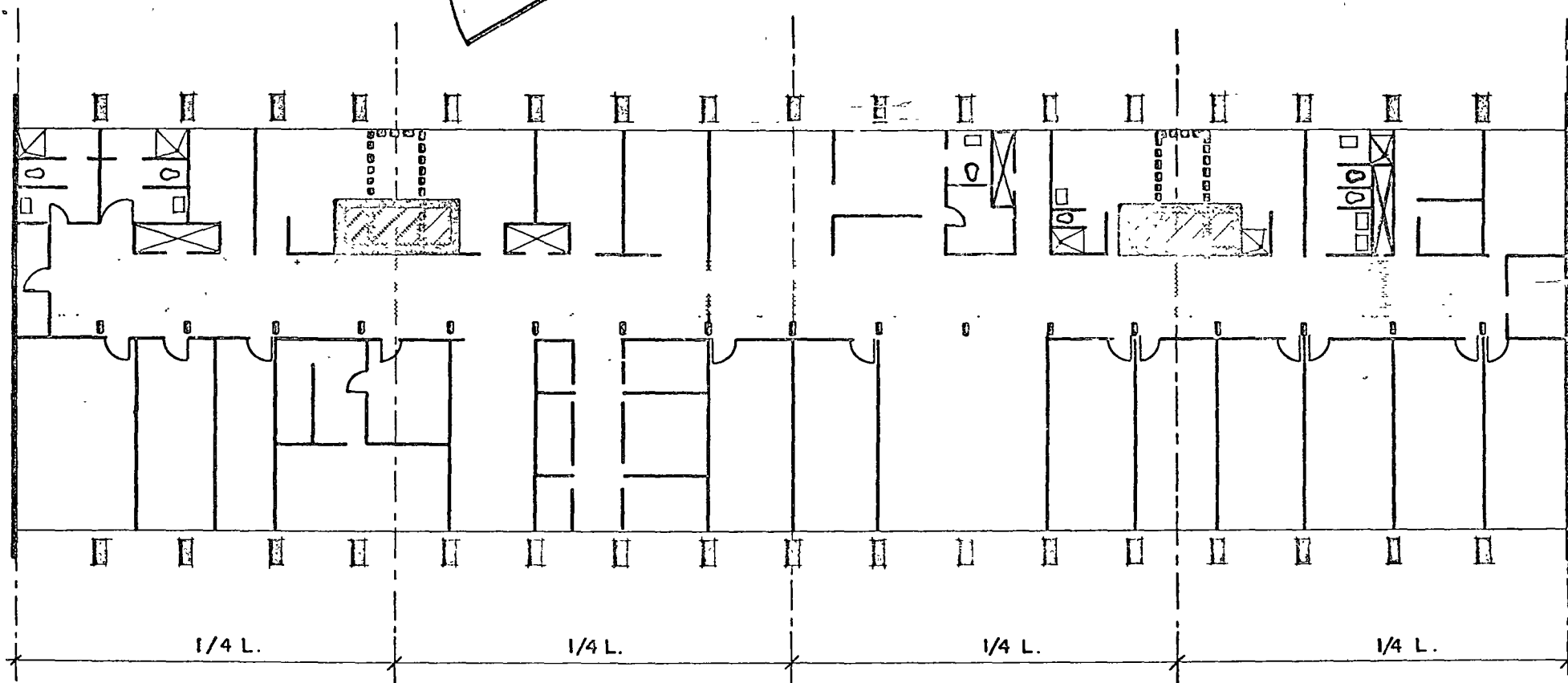
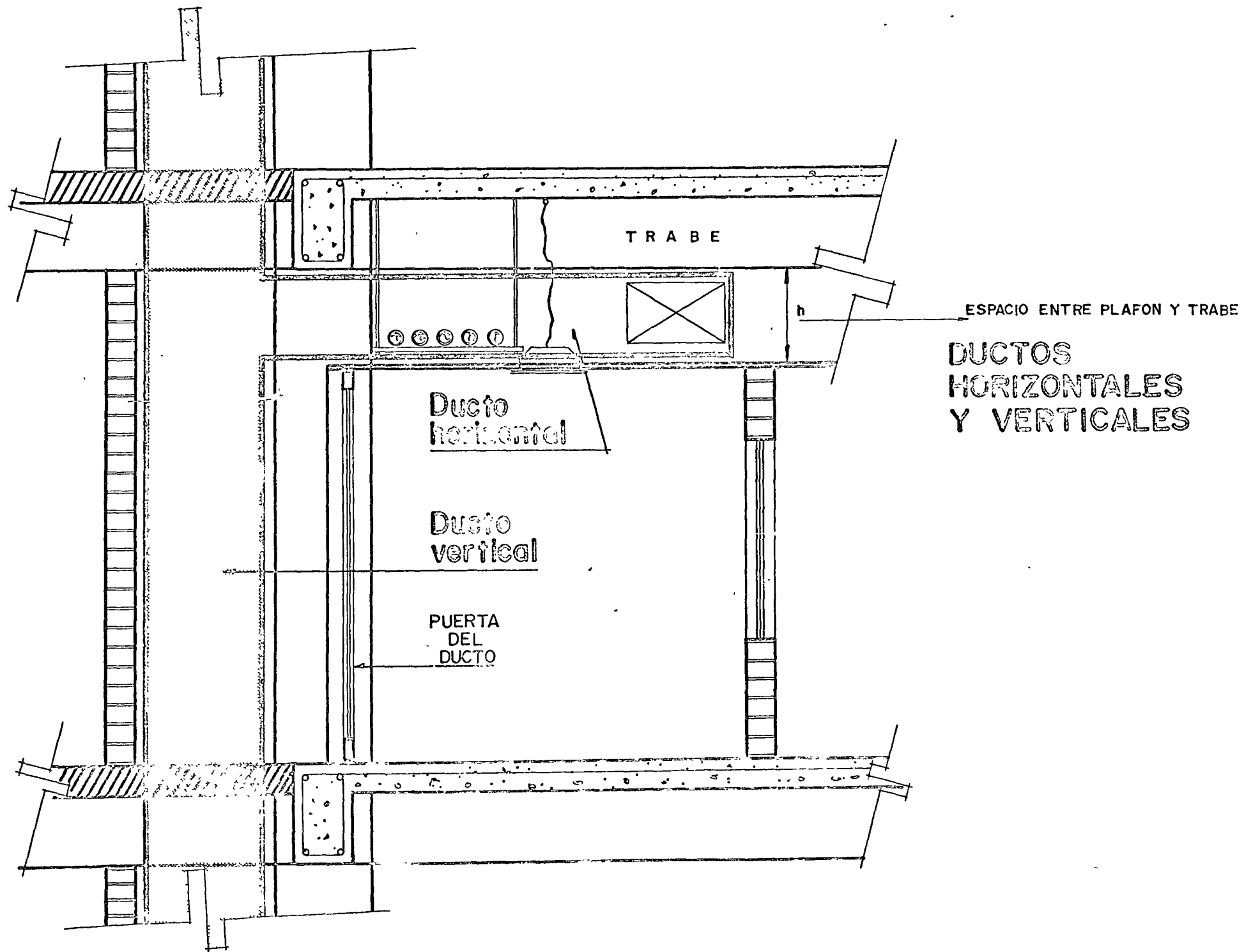


FIG- 2.2



DUCTOS VERTICALES Y HORIZONTALES





más adelante. Determinado el criterio general de funcionamiento elejido en cada caso, será difícil olvidar las condicionantes que deban cumplir ineludiblemente los proyectos arquitectónico y es tructural (Figs. 2.5 y 2.6).

a). Del estudio de los diagramas de flujo se determinará si es posible alimentar el edificio con una sola presión o si se re quieren dos o más redes de presiones diferentes.

La presión de operación de las redes quedará determinada por:

a-1- La altura del edificio.

a-2- La longitud de las redes de operación.

a-3- La presión máxima de trabajo de los muebles y equipos.

b). Podemos anticipar, que la presión máxima recomendable es de 4.00 Kg/cm^2 para los muebles o equipos en general. Con esta presión podremos dar servicio a edificios cuya carga estática va ría entre 30 a 35 mts. con redes horizontales de corta longitud. Si el edificio es muy alto, se podrán proyectar redes separadas por cada diez pisos o redes sucesivas con equipos de rebombeo en los mismos intervalos. (Figs. 7 y 8).

c). Si la red horizontal es muy larga, como puede suceder en conjuntos de gran extensión podrá proyectarse una sola red de al ta presión con válvulas reguladoras en la base de cada uno de los edificios.

d). Distribución por gravedad.- Cuando la distribución se hace desde un tanque elevado, generalmente situado en la azotea, la carga de que se dispone para abastecer a los muebles y equipos del último piso puede ser muy reducida, mientras que la disponible en los pisos inferiores y el sótano podrá ser excesiva. El tanque elevado deberá tener la altura adecuada para proporcionar la carga mínima requerida con diámetros razonablemente económicos. La pre sión de los pisos inferiores podrá controlarse con válvulas regula^{do} ras ya sea una válvula general por columna, o una en cada ra mal de la columna.

1.3 Coordinación de espacios.

a). Los espacios que alojarán nuestras tuberías están limitados por la estructura y por otras instalaciones con las que habrá nece sidad de compartirlos, por lo que es indispensable llegar a un acuerdo común con el arquitecto y con otros instaladores para repar

REDES GENERALES DISTRIBUCION ASCENDENTE POR BOMBEO

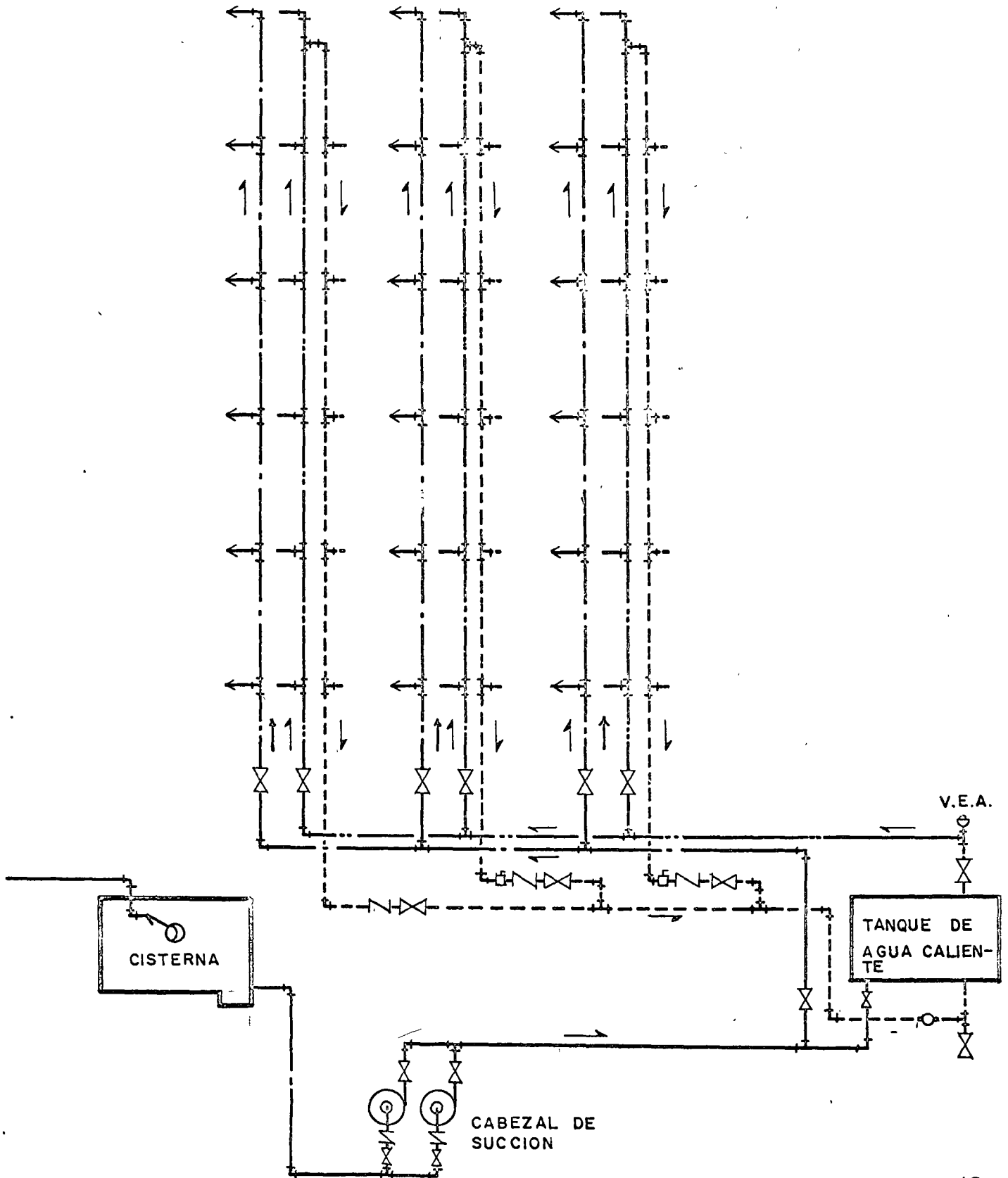


FIG.-2.5

DISTRIBUCION POR GRAVEDAD

- 1.- CISTERNA
- 2.- EQUIPO DE BOMBEO
- 3.- TANQUE DE A. C.
- 4.- TANQUE ELEVADO
- 5.- LINEAS DE DISTRIBUCION
- 6.- RAMALEOS
- 7.- LINEA DE LLENADO
- 8.- RED DE A.C.

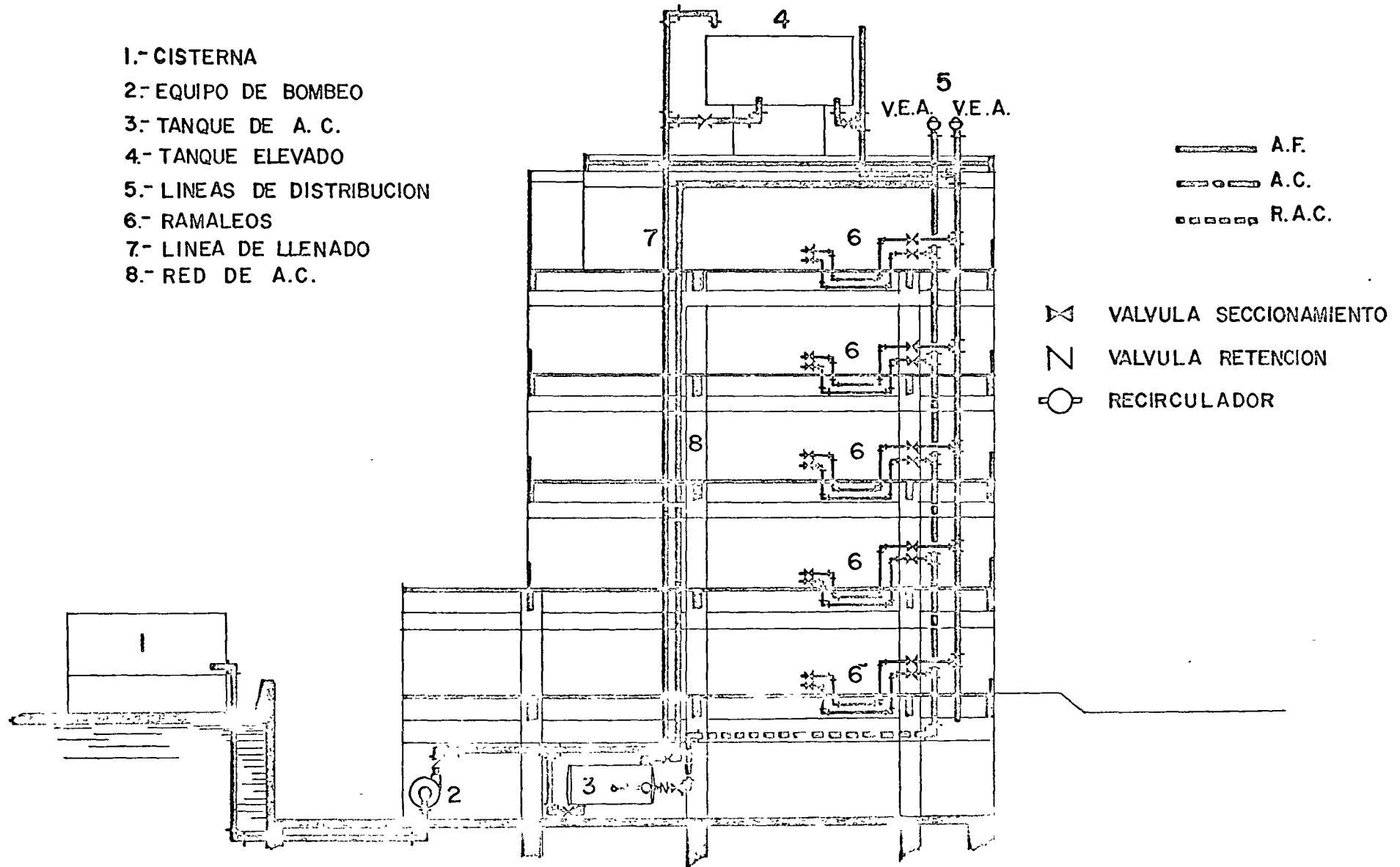
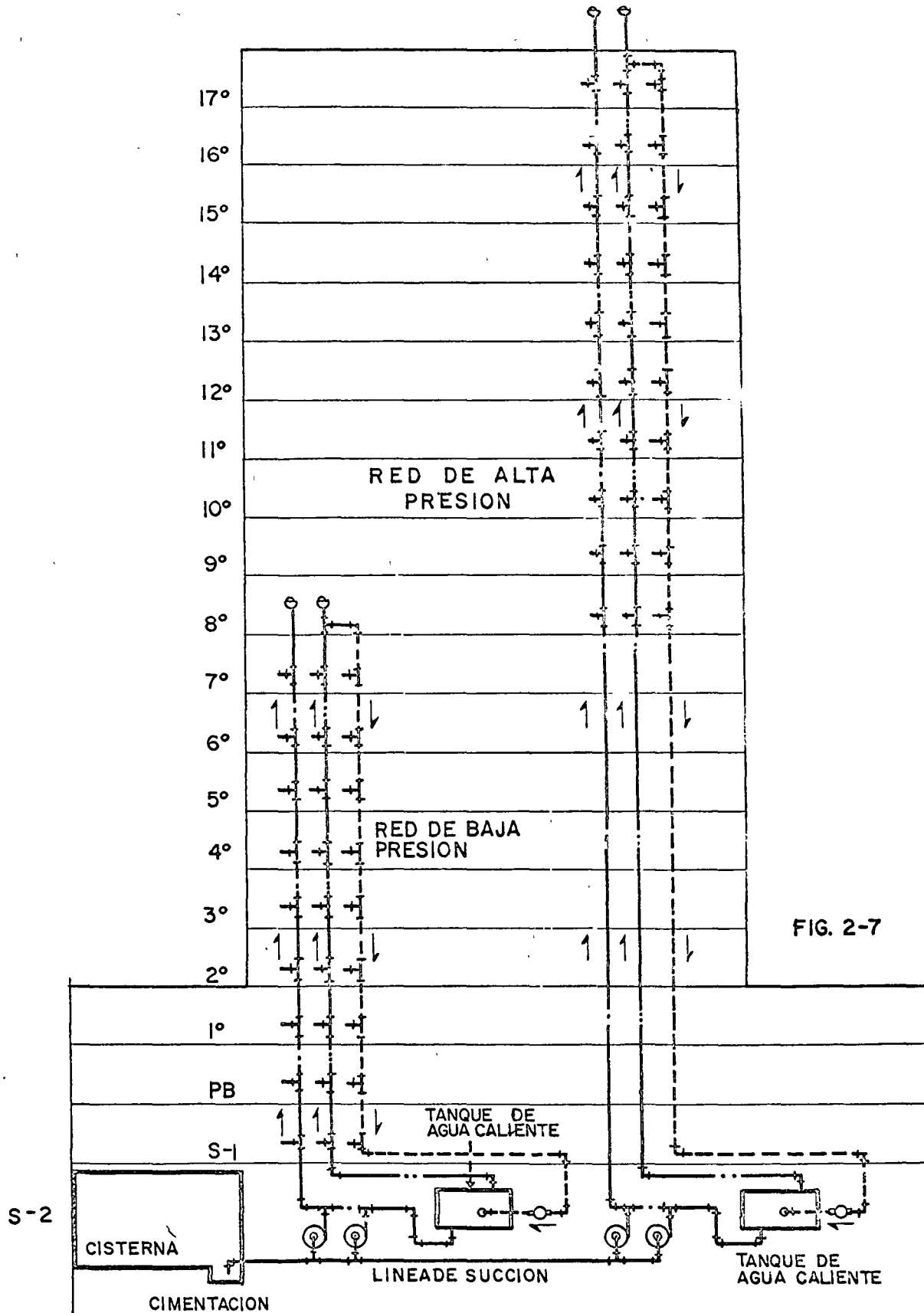


FIG.-2.6

REDES GENERALES EDIFICIOS ALTOS



REDES GENERALES EDIFICIOS ALTOS

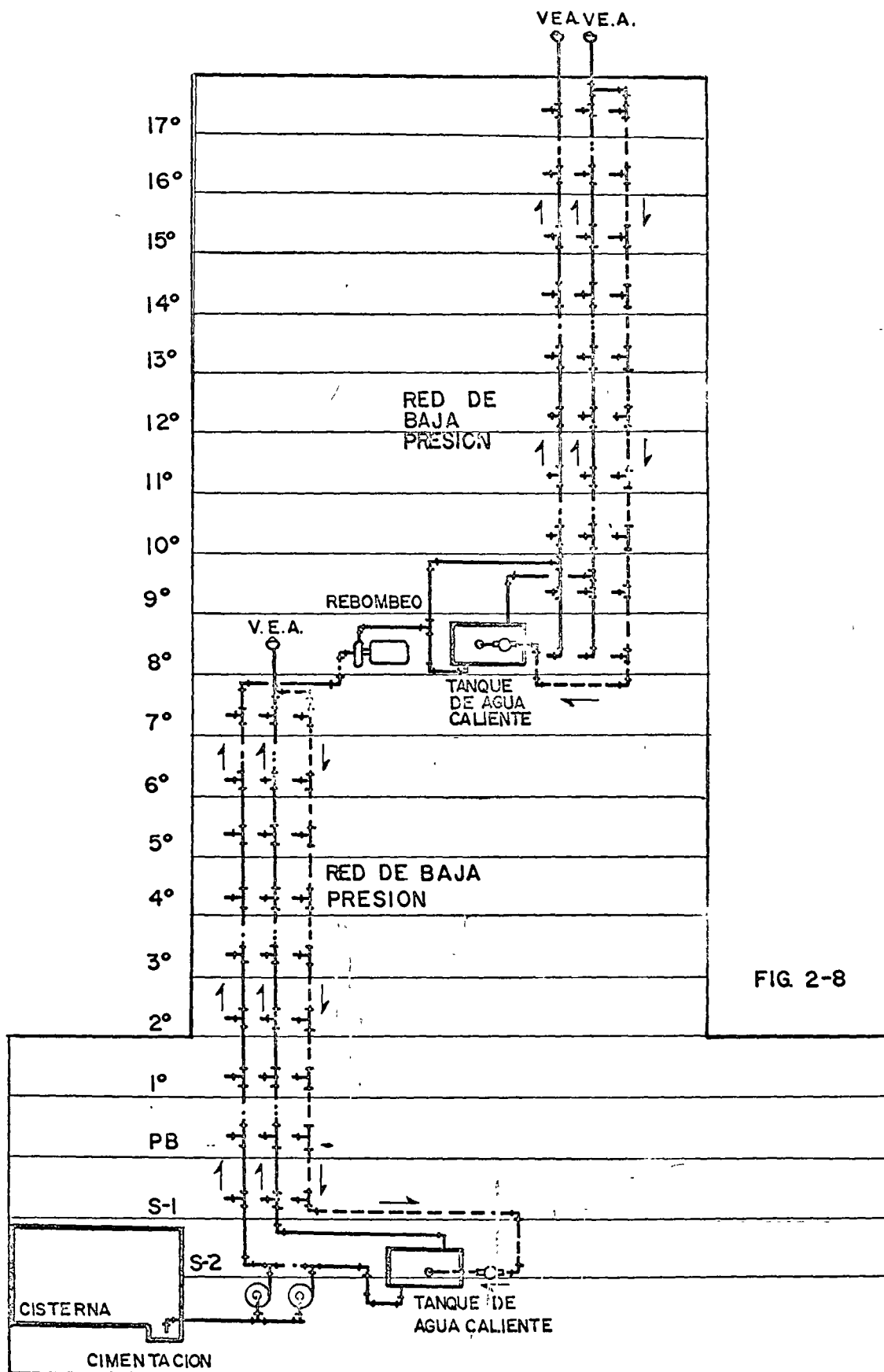


FIG. 2-8

tir racionalmente el espacio dejando la accesibilidad necesaria.

b). Para simplificar la coordinación de los espacios es conveniente ajustar el diseño a lo siguiente:

b.1.- Trazar las tuberías troncales, paralelas a la estructura y evitar los recorridos diagonales.

b.2.- Ordenar las tuberías agrupadas horizontalmente en un solo plano, cambiando de nivel unicamente los planos donde se alojarán los ramales secundarios.

b.3.- Diseñar los ramaleos lo más cercano a los muros donde se harán las alimentaciones, dejando libres las partes centrales de los cuartos.

b.4.- Evitar los ramaleos radiales.

c). El procedimiento más efectivo de coordinación de espacios es la sobreposición de las soluciones proporcionadas por otros proyectos de instalaciones y marcar las características sobresalientes de la estructura.

1.4 Comunicación.- La comunicación con el arquitecto y con otros instaladores deberá hacerse con juntas de coordinación, llevando por escrito los problemas que se encuentran durante el diseño. En la junta de coordinación se hará el intercambio de datos.

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

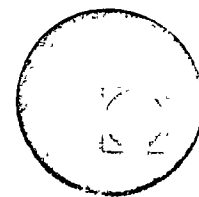
... ..

... ..

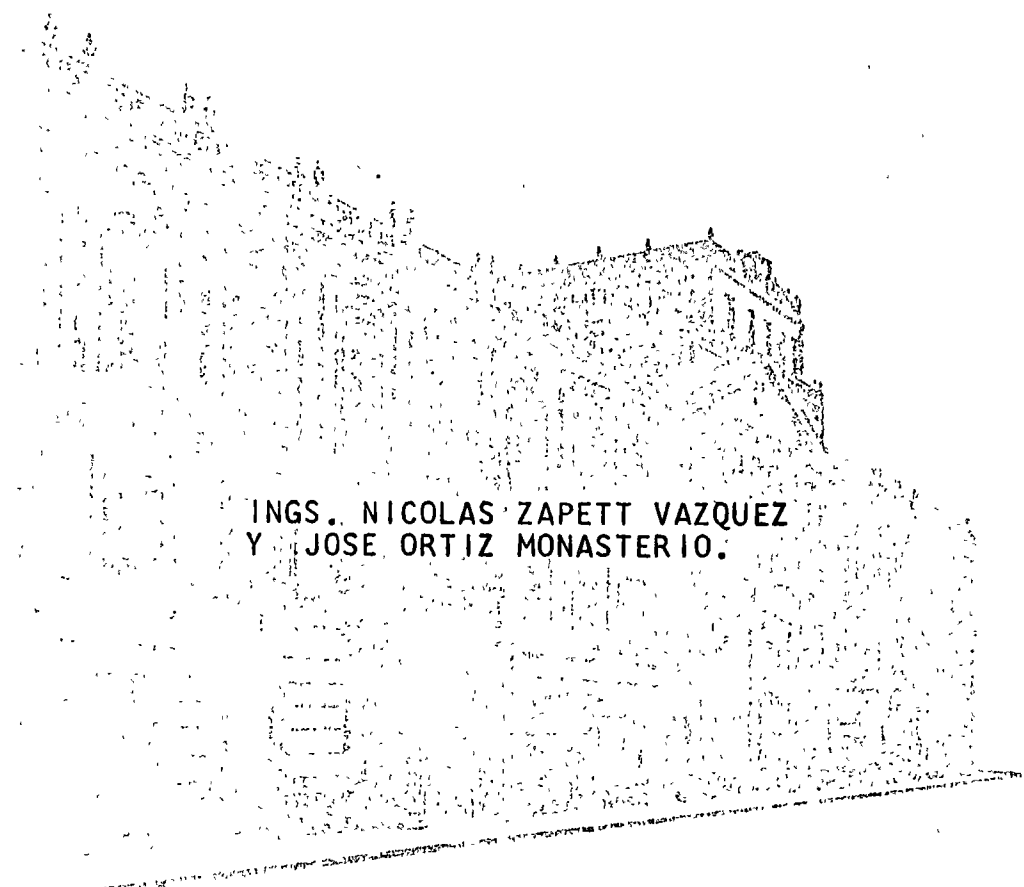
... ..



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y ESPECIALES



INGS. NICOLAS ZAPETT VAZQUEZ
Y JOSE ORTIZ MONASTERIO.

Ing. José Ortiz Monasterio.

Ing. Nicolás Zapett Vázquez.

2.- CALCULO DEL SISTEMA AGUA FRIA-CALIENTE-RETORNO

a). Las redes de agua fría y caliente, incluyendo su retorno, forman un solo sistema. Una ramal principal del agua fría se hace pasar por un intercambiador de calor o una caldera para modificar su temperatura. (fig. 2.9).

b). En edificios muy grandes con servicios independientes de finidos, las redes pueden iniciarse en cabezales que permiten dividir el sistema principal en otros secundarios.

2.1 Determinación del gasto.

a). Método de Hunter.- La determinación del gasto es un problema complicado, debido a la variedad de aparatos sanitarios que deben alimentarse con demandas diferentes y con frecuencia de uso totalmente irregular. El Dr. Roy B. Hunter, desarrolló un método de probabilidades en el que se toman en cuenta factores que afectan el diseño y que fueron ignorados en otros métodos empíricos.

El Método de Hunter se presenta en una forma muy simplificada que consiste en prefijar unidades de gasto a cada uno de los aparatos sanitarios como aparece en la tabla puesta a continuación.

Las unidades de gasto comunmente se conocen como "unidades mueble", resultante de la traducción literal del inglés "fixture unit". En otros paises de habla hispana, se les denomina de diferente forma, según el uso de lenguaje.

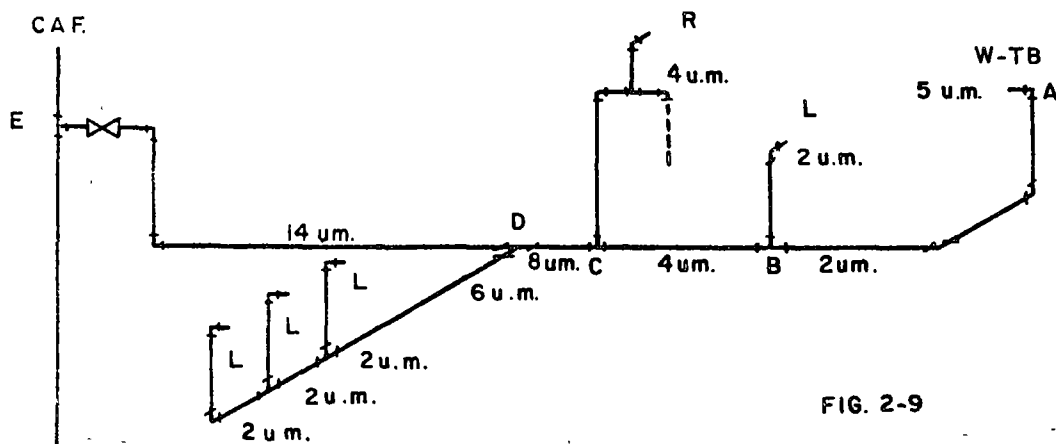


FIG. 2-9

TABLA 18.3.5 CARGAS DE DEMANDA EN UNIDADES MUEBLE

CARGA DEMANDA EN U.M.

	PUBLICO	PRIVADO	DIAMETRO
Inodoro de Fluxómetro	10	6	25
Inodoro de tanque bajo	5	3	13
Urinario de pedestal.	10		25
Urinario de muro con Fluxómetro.	5		19
Urinario de muro con llave de paso.	3		13
Lavabo	2	1	13
Tina-Regadera	4	2	13
Regadera con llaves de empotrar	2	2	13
Regadera con llave mezcladora.		2	13
Fregadero	4	2	13
Grupo de baño		6	
Lavadero		3	13
Vertedero	3		13

1. Para alimentaciones que requieran demandas continuas, estímesese por separado el suministro continuo y agréguese a la demanda total de los muebles.

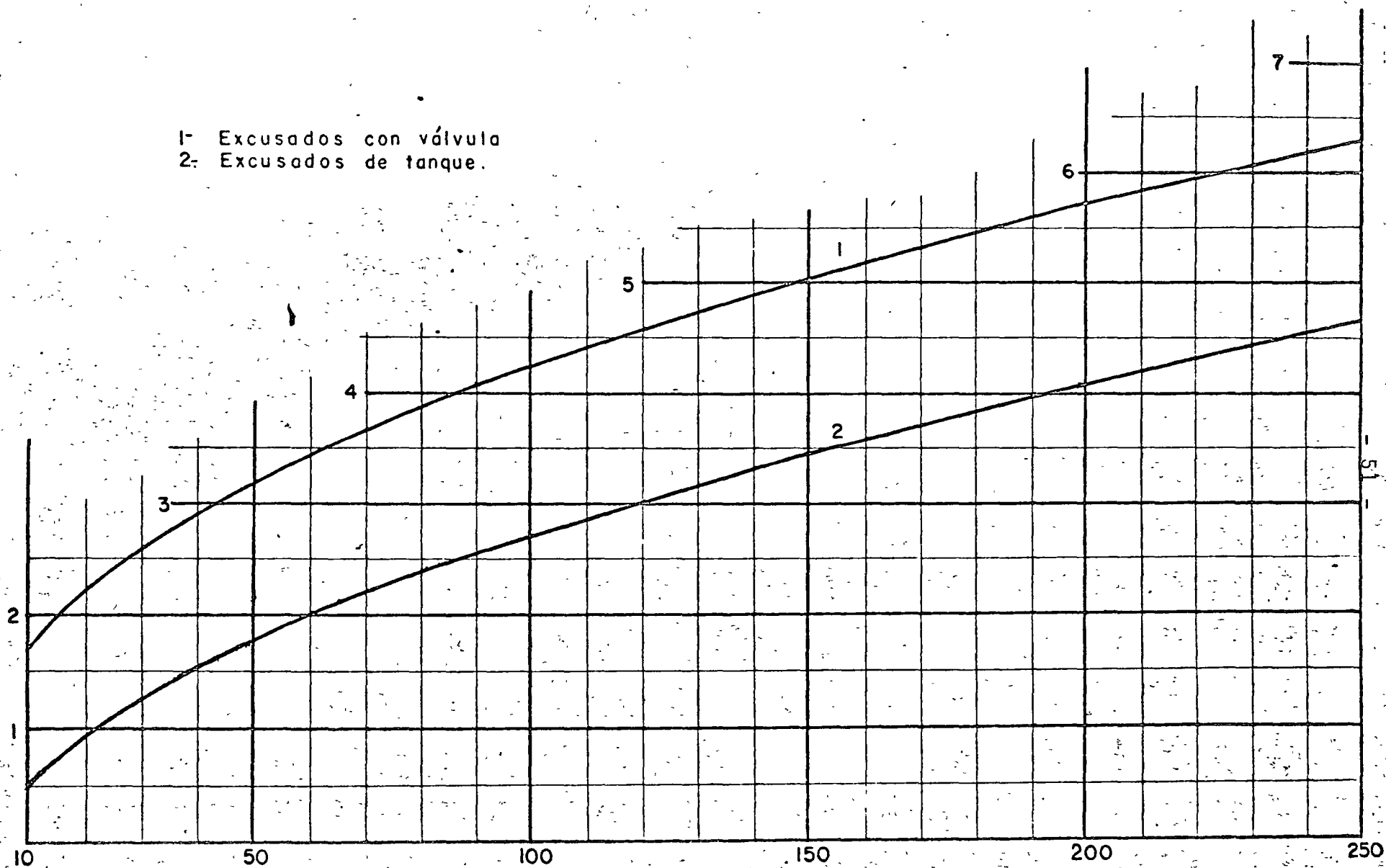
2. Para los muebles no enlistados pueden suponerse su demanda considerando la semejanza de consumos y gastos con los ya considerados.

3. Las U.M. se dan para la demanda total. Para los muebles alimentados con agua fría y caliente pueden tomarse $3/4$ de las demandas enlistadas como carga máxima de cada servicio.

(Tomado de NATIONAL PLUMBING CODE).

GASTO EN LITROS POR SEGUNDO

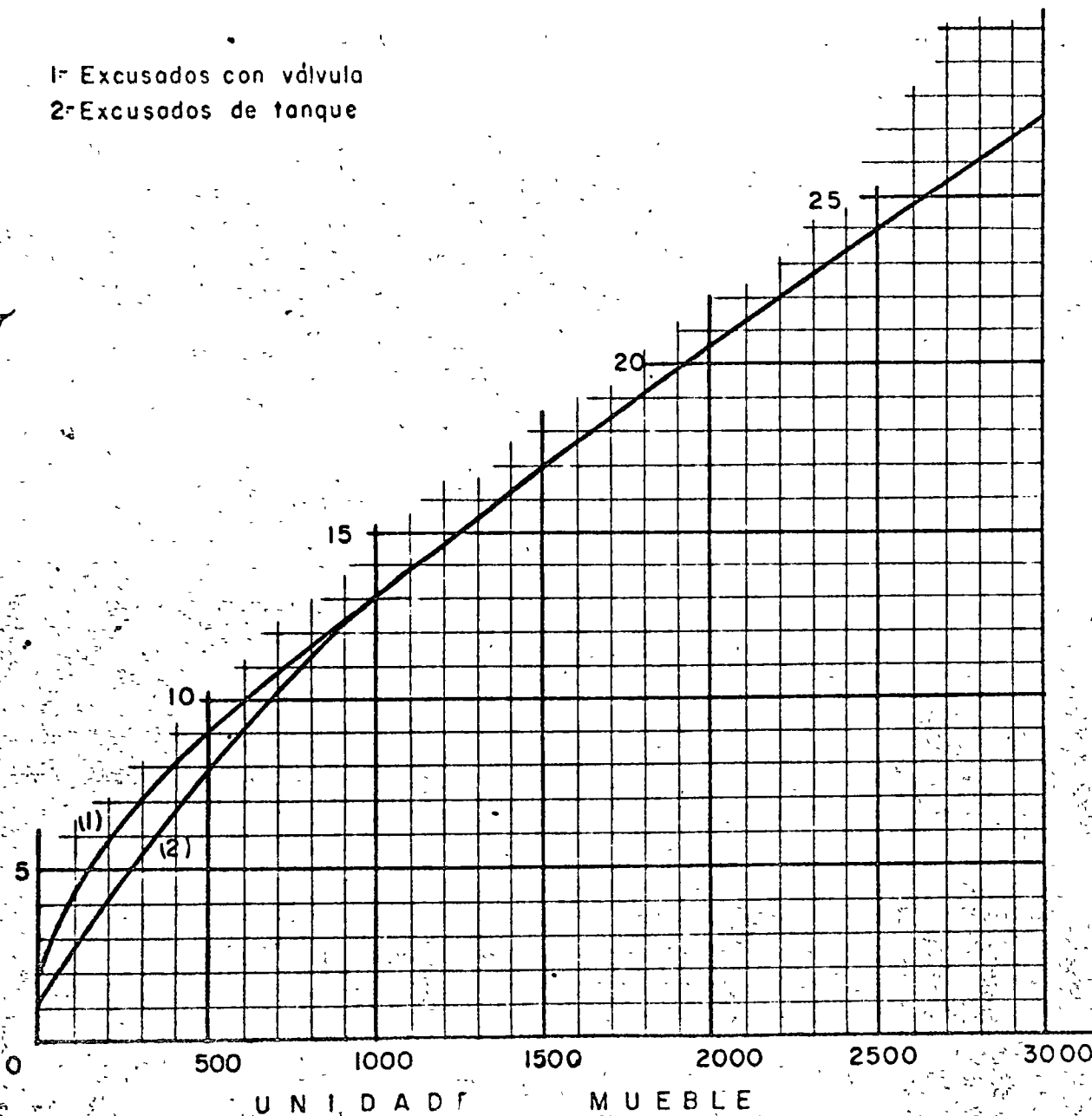
- 1- Excusados con válvula
2- Excusados de tanque.



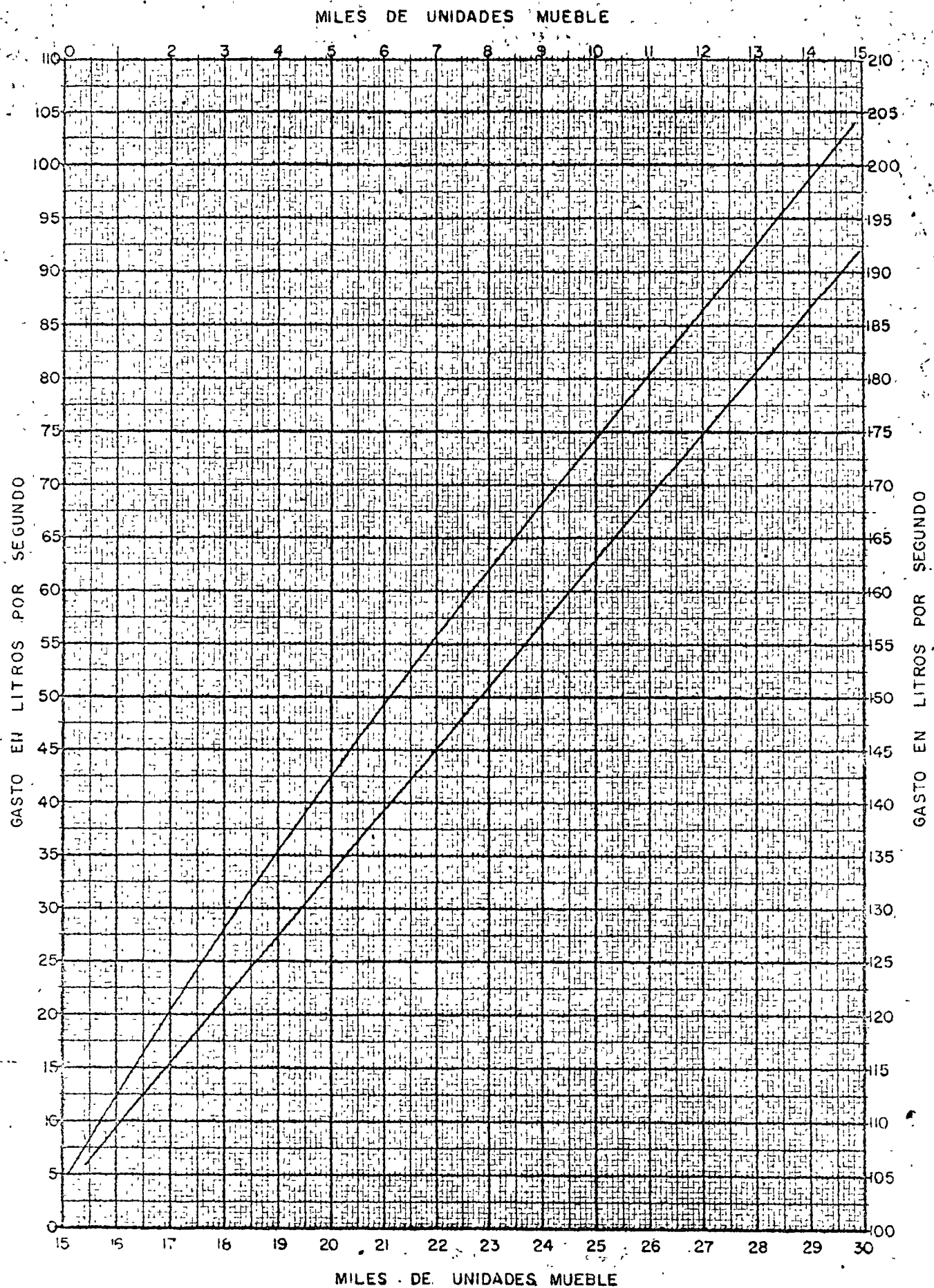
UNIDADES MUEBLE

GASTO EN LITROS POR SEGUNDO

- 1- Excusados con válvula
2- Excusados de tanque



CURVA DE PROBABILIDAD HUNTER



Gastos Probables en Litros por Segundo en Función
del Número de Unidades Mueble "Método de Hunter".

Número de Unidades Mueble			Número de Unidades Mueble			Número de Unidades Mueble		
<u>Gasto probable</u>			<u>Gasto probable</u>			<u>Gasto probable</u>		
Tanque Válvula			Tanque Válvula			Tanque Válvula		
1	0.10		80	2,40	3,91	255	4,71	6,43
2	0.17		85	2,48	4,00	260	4,78	6,48
3	0.24		90	2,57	4,10	265	4,86	6,54
4	0.31		95	2,68	4,20	270	4,93	6,60
5	0.38	1.51	100	2,78	4,29	275	5,00	6,66
6	0.42	1.56	105	2,88	4,36	280	5,07	6,71
7	0.46	1.61	110	2,97	4,42	285	5,15	6,76
8	0.49	1.67	115	3,06	4,52	290	5,22	6,83
9	0.53	1.72	120	3,15	4,61	295	5,29	6,89
10	0.57	1.77	125	3,22	4,71	300	5,36	6,94
12	0.63	1.86	130	3,28	4,80	320	5,61	7,13
14	0.70	1.95	135	3,35	4,86	340	5,86	7,32
16	0.76	2.03	140	3,41	4,92	360	6,12	7,52
18	0.83	2,12	145	3,48	5,02	380	6,37	7,71
20	0.89	2.21	150	3,54	5,11	400	6,62	7,90
22	0.96	2.29	155	3,60	5,18	420	6,87	8,09
24	1.04	2,36	160	3,66	5,24	440	7,11	8,28
26	1.11	2.44	165	3,73	5,30	460	7,36	8,47
28	1,19	2.51	170	3,79	5,36	480	7,60	8,66
30	1,26	2.59	175	3,85	5,41	500	7,85	8,85
32	1,31	2,65	180	3,91	5,42	520	8,08	9,02
34	1,36	2,71	185	3,98	5,55	540	8,32	9,20
36	1,42	2,78	190	4,04	5,58	560	8,55	9,37
38	1,46	2,84	195	4,10	5,60	580	8,79	9,55
40	1.52	2,90	200	4,15	5,63	600	9,02	9,72
42	1,58	2,96	205	4,23	5,70	620	9,24	9,89
44	1,63	3,03	210	4,29	5,76	640	9,46	10,05
46	1,69	3,09	215	4,34	5,80	680	9,88	10,36
48	1,74	3,16	220	4,39	5,84	700	10,10	10,55
50	1,80	3,22	225	4,42	5,92	720	10,32	10,74
55	1,94	3,35	230	4,45	6,00	740	10,54	10,96
60	2,08	3,47	235	4,50	6,10	760	10,76	11,13
65	2,18	3,57	240	4,54	6,20	780	10,98	11,31
70	2,27	3,66	245	4,59	6,31	800	11,20	11,50
75	2,34	3,78	250	4,64	6,37	820	11,40	11,66

Gastos Probables en Litros por Segundo en Función
del Número de Unidades Mueble "Método de Hunter".

Número de Unidades Mueble	Gasto probable		Número de Unidades Mueble	Gasto probable		Número de Unidades	Gasto probable	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
840	11,60	11,82	2350	23,00	23,00	4100	34,90	34,90
860	11,80	11,98	2400	23,40	23,40	4500	39,50	39,50
880	12,00	12,14	2450	23,70	23,70	5000	43,50	43,50
900	12,20	12,30	2500	24,00	24,00	5500	46,30	46,30
920	12,37	12,46	2550	24,40	24,40	6000	49,00	49,00
940	12,55	12,62	2600	24,70	24,70	6500	52,60	52,60
960	12,72	12,78	2650	25,10	25,10	7000	56,00	56,00
980	12,90	12,94	2700	25,50	25,50	7500	59,00	59,00
1000	13,07	13,10	2750	25,80	25,80	8000	63,00	63,00
1050	13,49	13,50	2800	26,10	26,10	8500	65,50	65,50
1100	13,90	13,90	2850	26,40	26,40	9000	68,50	68,50
1150	14,38	14,38	2900	26,70	26,70	9500	71,50	71,50
1200	14,85	14,85	2950	27,00	27,00	10000	74,40	74,40
1250	15,18	15,18	3000	27,30	27,30	10500	77,50	77,50
1300	15,50	15,50	3050	27,60	27,60	11000	80,50	80,50
1350	15,90	15,90	3100	28,00	28,00	11500	83,50	83,50
1400	16,20	16,20	3150	28,30	28,30	12000	86,50	86,50
1450	16,60	16,60	3200	28,70	28,70	12500	89,50	89,50
1500	17,00	17,00	3250	29,00	29,00	13000	92,50	92,50
1550	17,40	17,40	3300	29,30	29,30	13500	95,50	95,50
1600	17,70	17,70	3350	29,60	29,60	14000	98,50	98,50
1650	18,10	18,10	3400	30,30	30,30	14500	101,50	101,50
1700	18,50	18,50	3450	30,60	30,60	15000	104,50	104,50
1750	18,90	18,90	3500	30,90	30,90	15500	106,50	106,50
1800	19,20	19,20	3550	31,30	31,30	16000	109,50	109,50
1850	19,60	19,60	3600	31,60	31,60	16500	112,50	112,50
1900	19,90	19,90	3650	31,90	31,90	17000	115,50	115,50
1950	20,10	20,10	3700	32,30	32,30	17500	118,50	118,50
2000	20,40	20,40	3750	32,60	32,60	18000	121,50	121,50
2050	20,80	20,80	3800	32,90	32,90	18500	124,50	124,50
2100	21,20	21,20	3850	33,30	33,30	19000	127,50	127,50
2150	21,60	21,60	3900	33,60	33,60	19500	130,50	130,50
2200	21,90	21,90	3950	33,90	33,90	20000	133,50	133,50
2250	22,30	22,30	4000	34,30	34,30	25000	163,00	163,00
2300	22,60	22,60	4050	34,60	34,60	30000	194,00	194,00

REGISTRO DE DATOS

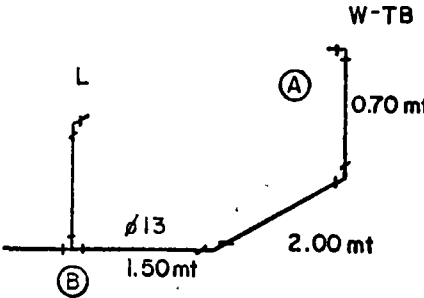
PUNTO	U. M.	U. M. Acumulados	Q
E	20		
		14	0.70
D	6		
		8	0.49
C	4		
		4	0.31
B	2		
		2	0.17
A	2		

2.2.- Determinación de la longitud.

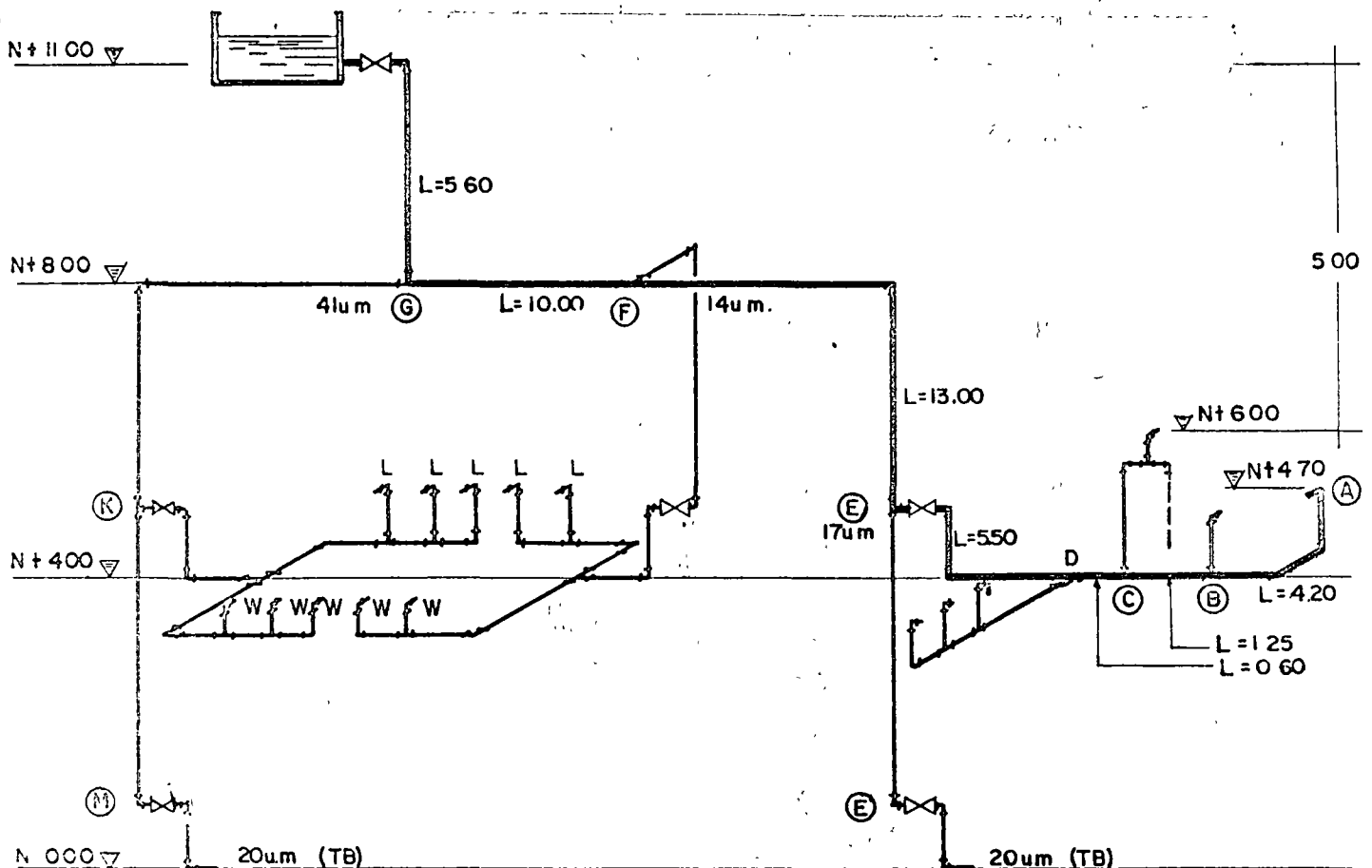
a). Cada conexión: codo, te, válvula, etc. equivale a cierta longitud del mismo diámetro.

DIAMETROS NOMINALES.		CODO STANDARD	CODO DE RADIO MEDIO.	CODO DE RADIO GRANDE	CODO DE 45°	TEE.	CURVA DE RETORNO	VALVULA DE COMPUERTA ABIERTA	VALVULA GLOBO ABIERTA	VALVULA ANGULO ABIERTA.
										
mm	PULG	L O N G I T U D E Q U I V A L E N T E								
13	1/2"	0.457	0.427	0.335	0.235	1.036	1.158	0.106	4.877	2.560
19	3/4"	0.671	0.548	0.427	0.305	1.372	1.524	0.143	6.705	3.658
25	1"	0.823	0.701	0.518	0.396	1.768	1.859	0.183	8.230	4.572
32	1 1/4"	1.128	0.914	0.732	0.488	2.377	2.591	0.244	11.278	5.486
30	1 1/2"	1.311	1.097	0.853	0.610	2.743	3.048	0.290	13.411	6.706
51	2"	1.676	1.402	1.067	0.762	3.353	3.962	0.366	17.374	8.534
64	2 1/2"	1.981	1.646	1.280	0.914	4.267	4.572	0.427	20.117	10.058
76	3"	2.469	2.073	1.554	1.158	5.182	5.486	0.518	25.908	12.802
89	3 1/2"	2.896	2.438	1.829	1.341	5.791	6.401	0.610	30.175	15.240
102	4"	3.353	2.774	2.134	1.524	6.706	7.315	0.701	33.528	17.678
114	4 1/2"	3.658	3.048	2.408	1.707	7.315	8.230	0.792	39.624	18.593
127	5"	4.267	3.658	2.713	1.859	8.230	9.449	0.804	42.672	21.336
152	6"	4.877	4.267	3.353	2.347	10.058	11.278	1.067	48.768	25.298
203	8"	6.401	5.486	4.267	3.048	13.106	14.935	1.372	67.056	33.528
254	10"	7.925	6.706	5.182	3.962	17.069	18.593	1.737	88.392	42.672
305	12"	9.754	7.925	6.096	4.572	20.117	22.250	2.042	103.632	51.816
356	14"	10.973	9.449	7.010	5.182	23.165	25.908	2.438	118.872	57.912
406	16"	12.802	10.668	8.230	5.791	26.518	30.480	2.743	131.054	67.056
457	18"	14.021	12.192	9.144	6.401	30.480	33.528	3.109	152.400	76.200
508	20"	15.850	13.106	10.363	7.010	33.528	36.576	3.658	170.688	85.344
559	22"	17.678	15.240	11.278	7.620	39.624	42.672	3.962	185.928	94.488
610	24"	19.202	16.154	12.192	8.534	42.672	45.720	4.267	207.264	103.632
762	30"	24.079	20.726	15.240	10.668	50.292	57.912	5.182	262.128	128.016
914	36"	28.651	24.079	18.288	13.106	60.960	67.056	6.096	304.800	152.400
1067	42"	36.576	28.956	21.946	15.240	73.152	79.248	7.010	365.760	182.880
1219	48"	41.148	33.528	24.994	17.678	83.820	91.440	7.925	426.720	207.264

a). Cálculo de la longitud equivalente.

CROQUIS DEL TRAMO AL QUE SE MIDE LA LONGITUD		A	AL	B	CONEXIONES	LG	Le
 Sanitario Mujeres Piso N 4.00 Col. A.F. no. 1	W-TB	UM	=	2	3 _C 90 x 13	0.46	1.38
		Q	=	0.17	1 T 19 x 13 x 13	1.04	1.04
		Ø	=	13			2.42
		v	=		Longitud medida		4.20
		L	=	4.20			
		Le	=	6.62			
					Le = L L _C		

b). Recorrido más desfavorable.- Es la distancia entre el origen de la red de distribución y el último mueble del sanitario más alejado y con mayor número de muebles en el nivel más elevado.



2.3 Pendiente Hidráulica.

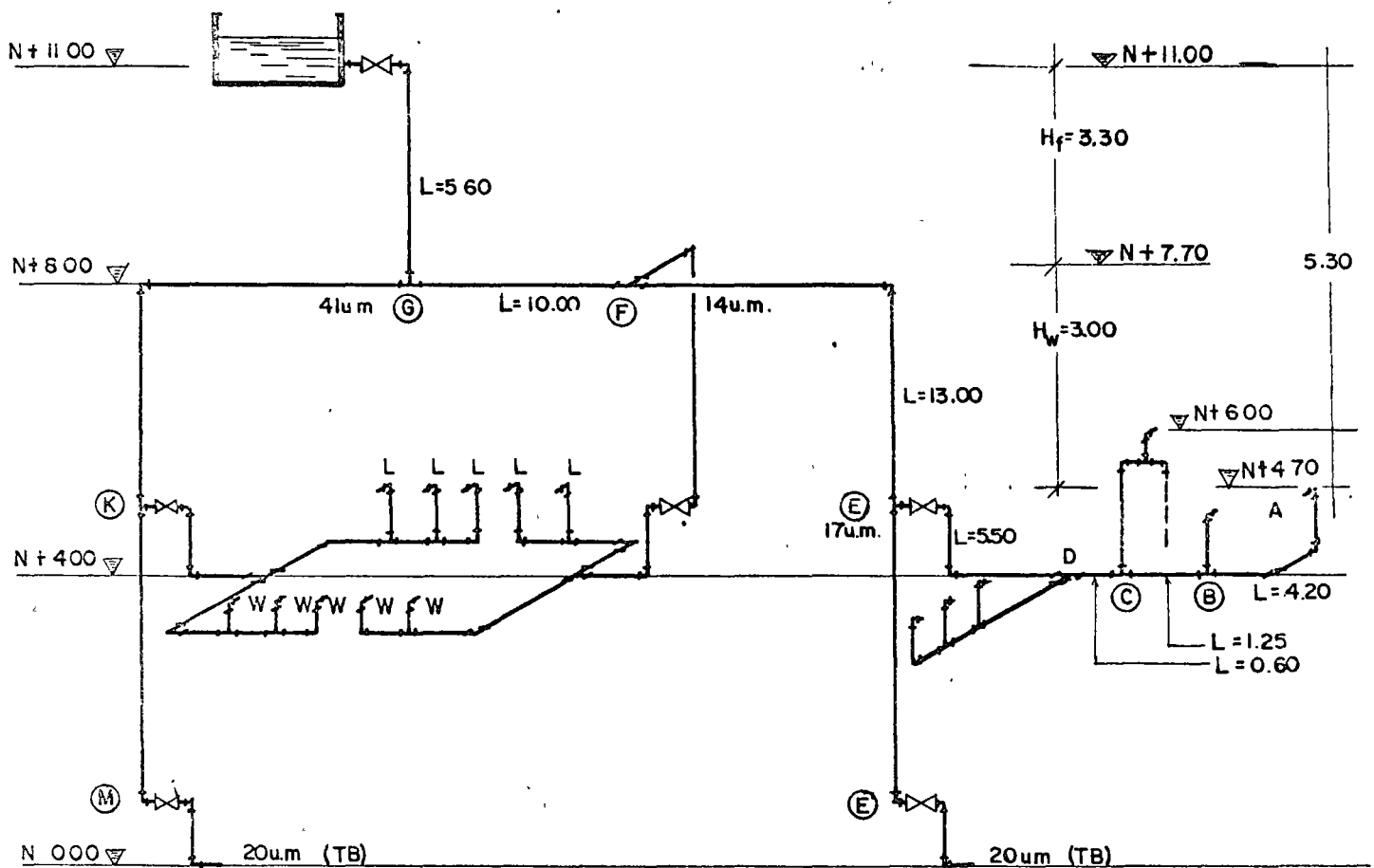
$$s = \frac{H_f}{L_e}$$

H_f = Carga de fricción, disponible.

L_e = Longitud equivalente.

a). Determinación de la carga de fricción, disponible.

DISTRIBUCION POR GRAVEDAD



$$H_f = 11 - (4.70 + 3.00) = 3.30$$

b). Longitud equivalente aproximada.- Cuando aún no se conocen los diámetros en los diferentes tramos del recorrido más desfavorable de la tubería, puede obtenerse un valor aproximado de la longitud equivalente total, multiplicando la longitud medida por un factor.

$$L_{ea} = F.L$$

$$1.10 \leq F \leq 5.00$$

VALORES APROXIMADOS DE F.

- Tuberías muy largas con pocas conexiones 1.10 m.
- Tuberías cortas con pocas co nexiones 2.00 m.
- Tuberías cortas con muchas co nexiones hasta 5.00 m.

En nuestro caso particular:

$$L = (5.60 + 10.00 + 13.00 + 11.55) = 40.15 \text{ m.}$$

$$F = 2$$

$$L_e = 40.15 \times 2 = 80.3$$

c). Pendiente hidráulica aproximada:

$$s = \frac{H_f}{L_{ea}} = \frac{3.30}{80.00} = 0.04$$

2.4 Límites de velocidad.

a). Velocidad mínima: 0.70 m/seg.

b). Velocidad máxima: 2.50 m/seg.

PERDIDA DE CARGA POR FRICCION

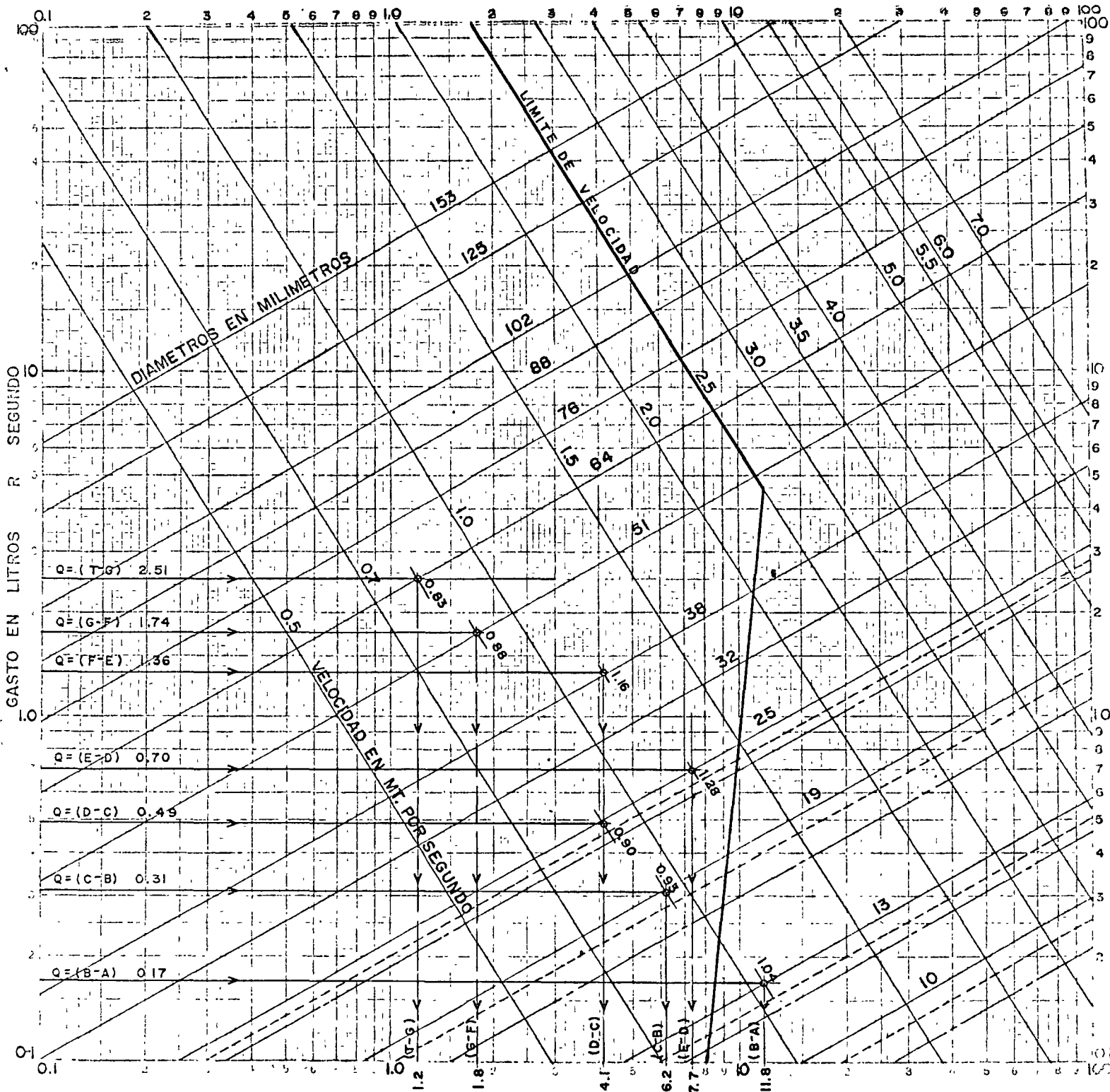
TUBERIA LISA COBRE TIPO "M"

$$h = 3.11 \frac{v^{1.75}}{d^{1.25}}$$

h = m/m
v = m/seg. d = mm

PAG. - 60 -

TIPO "M" —————
TIPO "L" - - - - -
TIPO "K" ————



PERDIDA DE CARGA EN METROS DE AGUA POR 100 mt DE TUBERIA.

HICSA

HOJA DE CALCULO

OBRA _____ LOCALIZACION _____	INSTALACION. <u>Agua Fría</u> MATERIAL. <u>Cobre tipo "M"</u>
----------------------------------	--

	A	AL	B	CONEXIONES	LC	Lo	
	UM = 2			3c90x13 IT 19x13x13 4.20 <u>2.42</u> 6.62	0.46	1.38	
	Q = 0.17						1.04 1.04 2.42
	$\phi = 13$						
	v = 1.04						
	L = 4.20						
	Le = 5.62						
	hf = 0.118						
	Hf = 0.66						
	UM = 4			IT 25x19x13 1.25 <u>1.77</u> 3.02	1.77		
	Q = 0.31						
	$\phi = 19$						
	v = 0.93						
	L = 1.25						
	Le = 3.02						
	hf = 0.062						
	Hf = 0.19						
	UM = 8			IT 25x25x19 1.77 <u>0.60</u> 2.37	1.77		
	Q = 0.49						
	$\phi = 25$						
	v = 0.90						
	L = 0.60						
	Le = 2.37						
	hf = 0.041						
	Hf = 0.10						

HICSSA

HIDROMECAICA INSTALACIONES Y CONSTRUCCIONES

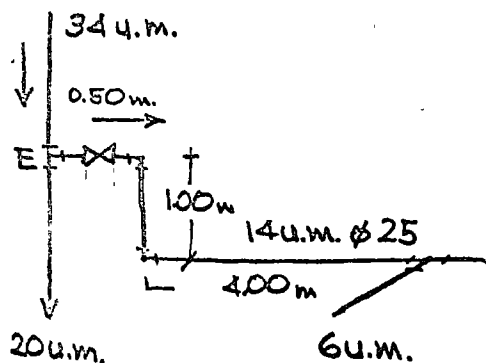
HOJA DE CALCULO

OBRA _____

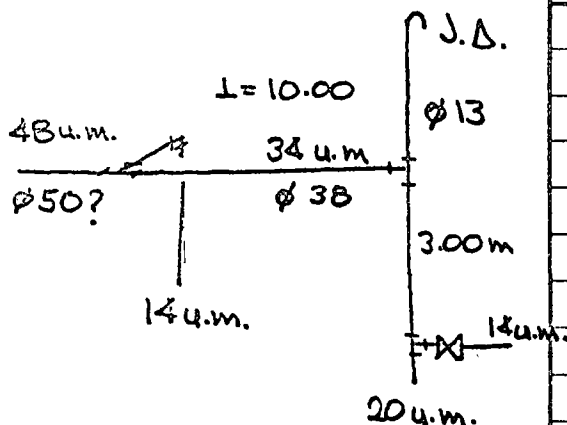
INSTALACION Agua Fría

LOCALIZACION _____

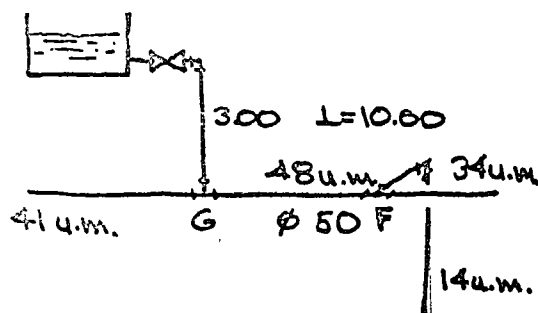
MATERIAL. Cobre tipo "M"



D	AL	E	CONEXIONES	LC	Lo.
UM	-	14	1 14 25	0.18	0.18
Q	=	0.70	2c 90°x25	0.82	1.62
Ø	=	25	5.50		
v	=	1.28	<u>2.80</u>		
L	=	5.50	8.30		
Le	=	8.30			
hf	=	0.077			
Hf	=	0.64			



E	AL	F			
UM = 34			TT 50x38x25 1c90x38	3.96	
Q = 1.36				1.31	
Ø = 38				5.27	
v = 1.07					
L = 13.00			13.00		
Le = 18.27			5.27		
			<u>18.27</u>		
hf = 0.037					
Hf = 0.67					



F	AL	G		
UM = 48			IT 50	3.35
$\phi = 1.74$				
$\phi = 50$				
$v = 0.88$			10.00	
			<u>3.35</u>	
L = 10			13.35	
Le = 13.35				
hf = 0.018				
Hf = 0.24				

2.6.- Análisis de Carga.

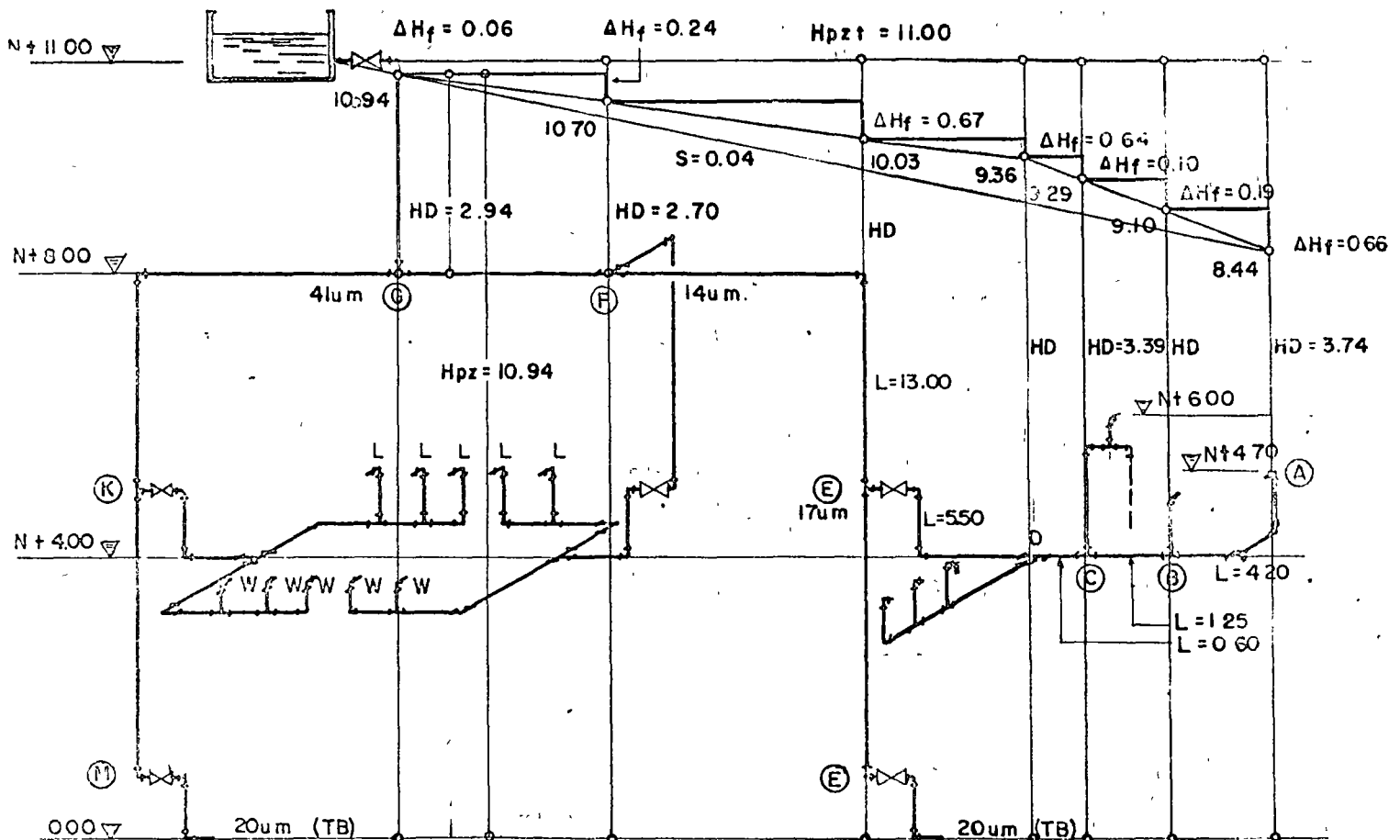
a). Pérdida unitaria por fricción $h_f/100$.- Se lee en el nomograma correspondiendo al gasto y el diámetro seleccionado como ya se indicó.

b). Pérdida de carga en el tramo. = Se obtiene multiplicando la pérdida unitaria por la longitud equivalente determinada para cada tramo.

$$\Delta h_f = L_e h_f / 100$$

c). Altura o carga piezométrica. Es la altura que alcanza la columna de agua en cada punto de la red, tomando como referencia un plano que pasa por el punto inferior de la red o el nivel más bajo del edificio.

DISTRIBUCION POR GRAVEDAD



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

OBRA
UBICACION
PROPIETARIO

CALCULO	:	_____
REVISOR	:	_____
FECHA	:	_____

HOJA _____
DE _____

1651

[illegible]

OSRA	SERVICIO	CALCULO	HOJA
UBICACION	MATERIAL	REVISOR	DE
PROPIETARIO	FORMULA	FECHA	

[illegible]

2.7 Red de agua caliente.- La red de alimentación de agua caliente se calculará siguiendo la misma secuela establecida para las tuberías de agua fría.

Aún cuando se recomienda tener las tres cuartas partes de los pesos de demanda en unidades mueble (tabla 18.3.5) cuando se tengan alimentaciones de agua fría y caliente para las instalaciones de hospitales, tomaremos las unidades mueble completas en ambas alimentaciones con lo cual se tendrá una previsión para futuras ampliaciones y modificaciones de los servicios.

2.8 Red de retorno de agua caliente.-

a). Esta red tiene por objeto mantener una temperatura adecuada en todos los puntos del servicio de agua caliente para evitar el desperdicio que se tendrá al dejar escurrir el agua fría acumulada en algunos tramos de la red.

b). Para obtener una circulación económica, debe diseñarse la red de retorno con una diferencial de temperatura adecuada. Se recomienda una diferencial de 20° C., si la circulación es natural, y de 10° C en caso de circulación con bomba.

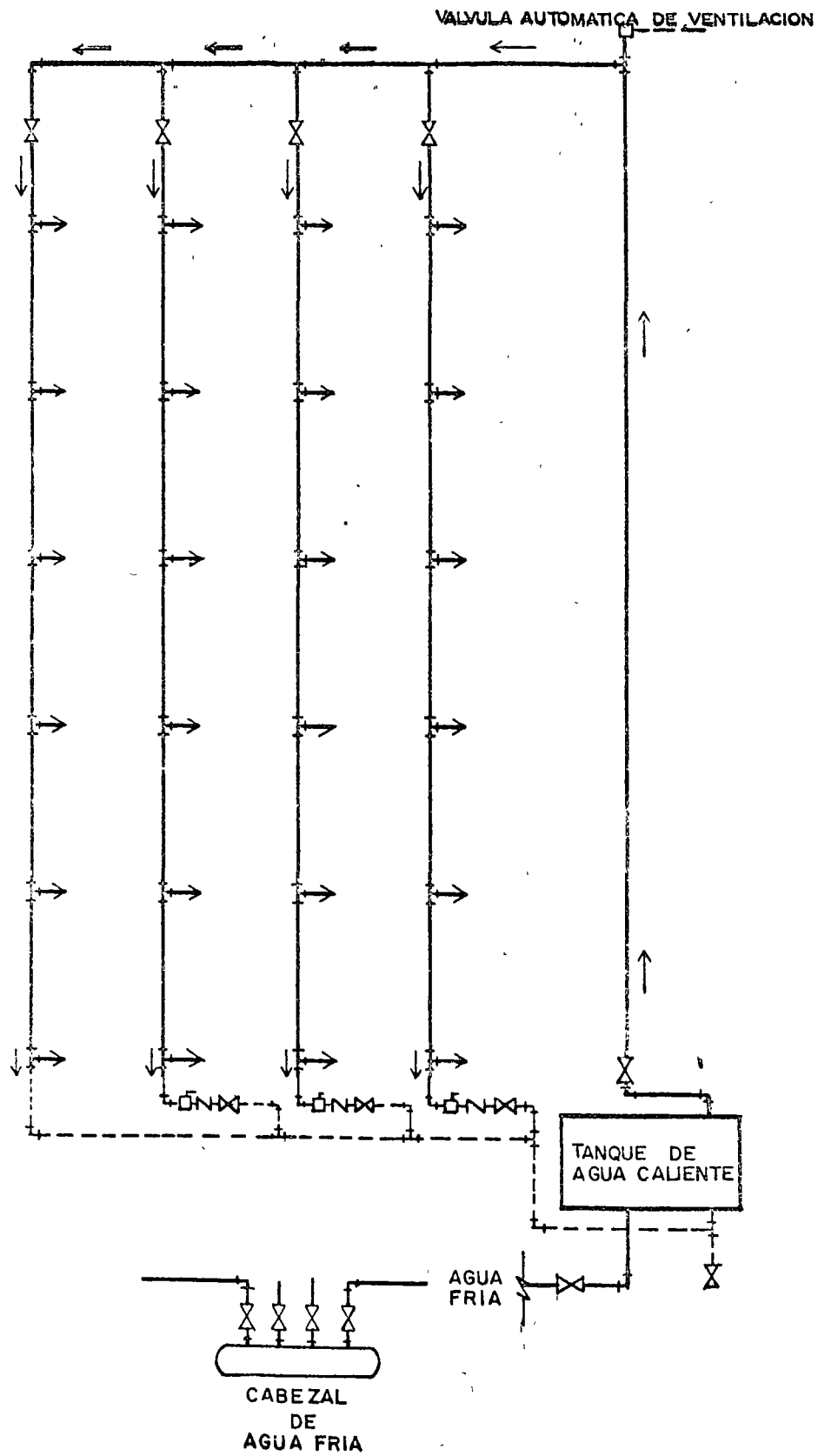
c). Para la determinación del gasto, deben hacerse consideraciones en cuanto a las pérdidas de calor correspondientes al flujo.

$$H_C = Q (t_2 - t_1)$$

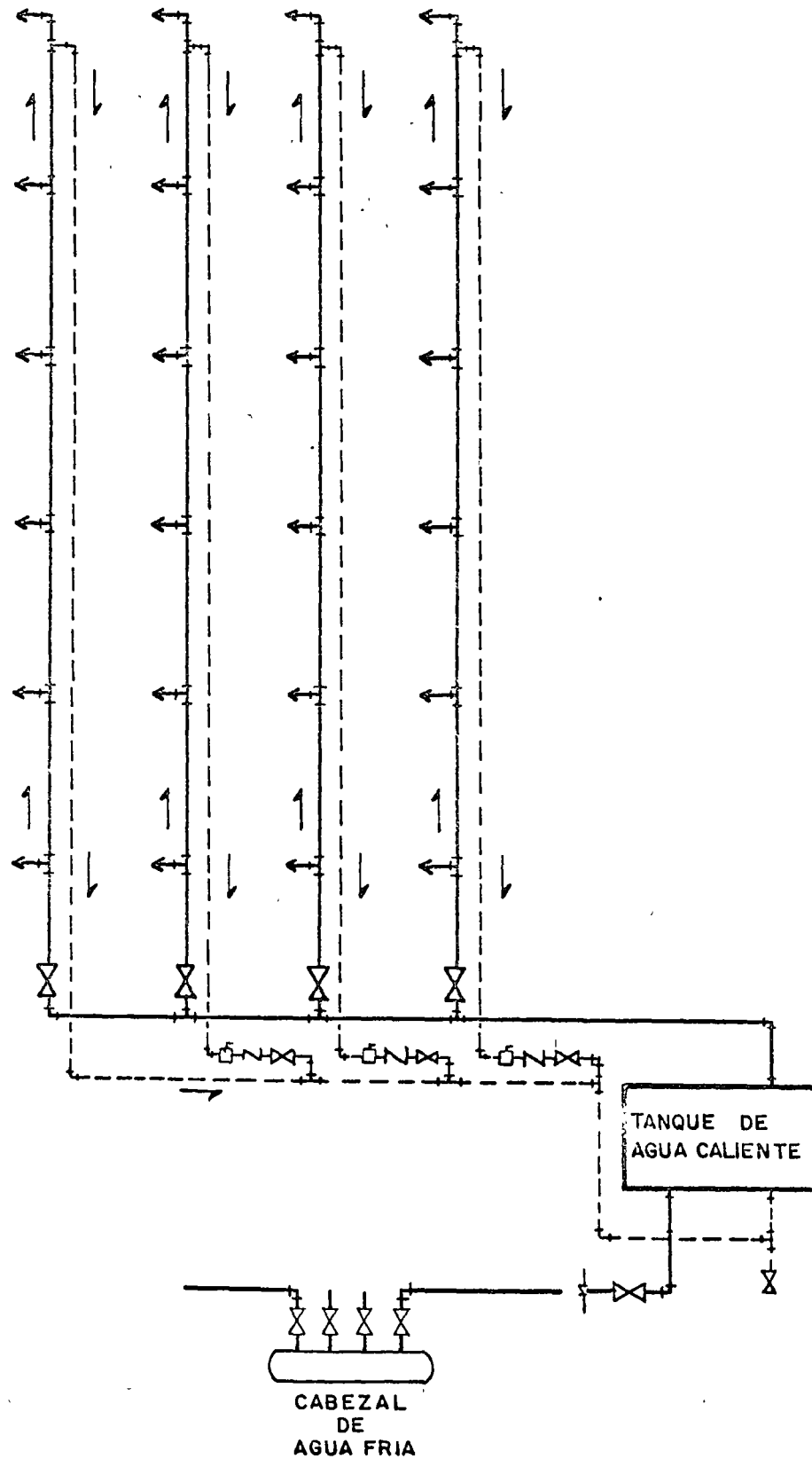
A quienes se interesen por este procedimiento, se recomienda consultar el libro "Diseño Estándar en Plomería" de Louis S. Nielsen.

Para la determinación del gasto, hemos encontrado práctico considerar el 10 % del gasto de agua caliente en los puntos donde se efectúa el retorno.

RED DE AGUA CALIENTE A PRESION, ALIMENTACION DESCENDENTE, RETORNO EN LA BASE DE LAS COLUMNAS.



RED DE AGUA CALIENTE A PRESION,
ALIMENTACION ASCENDENTE, RETORNO DESCENDENTE..



CURSO INTENSIVO DE INSTALACIONES PARA HOSPITALES

PERDIDAS DE CARGA

ING. JOSE ORTIZ MONASTERIO

ING. NICOLAS ZAPETT VAZQUEZ

MEXICO, D.F.

1973

PERDIDA DE CARGA POR FRICCION

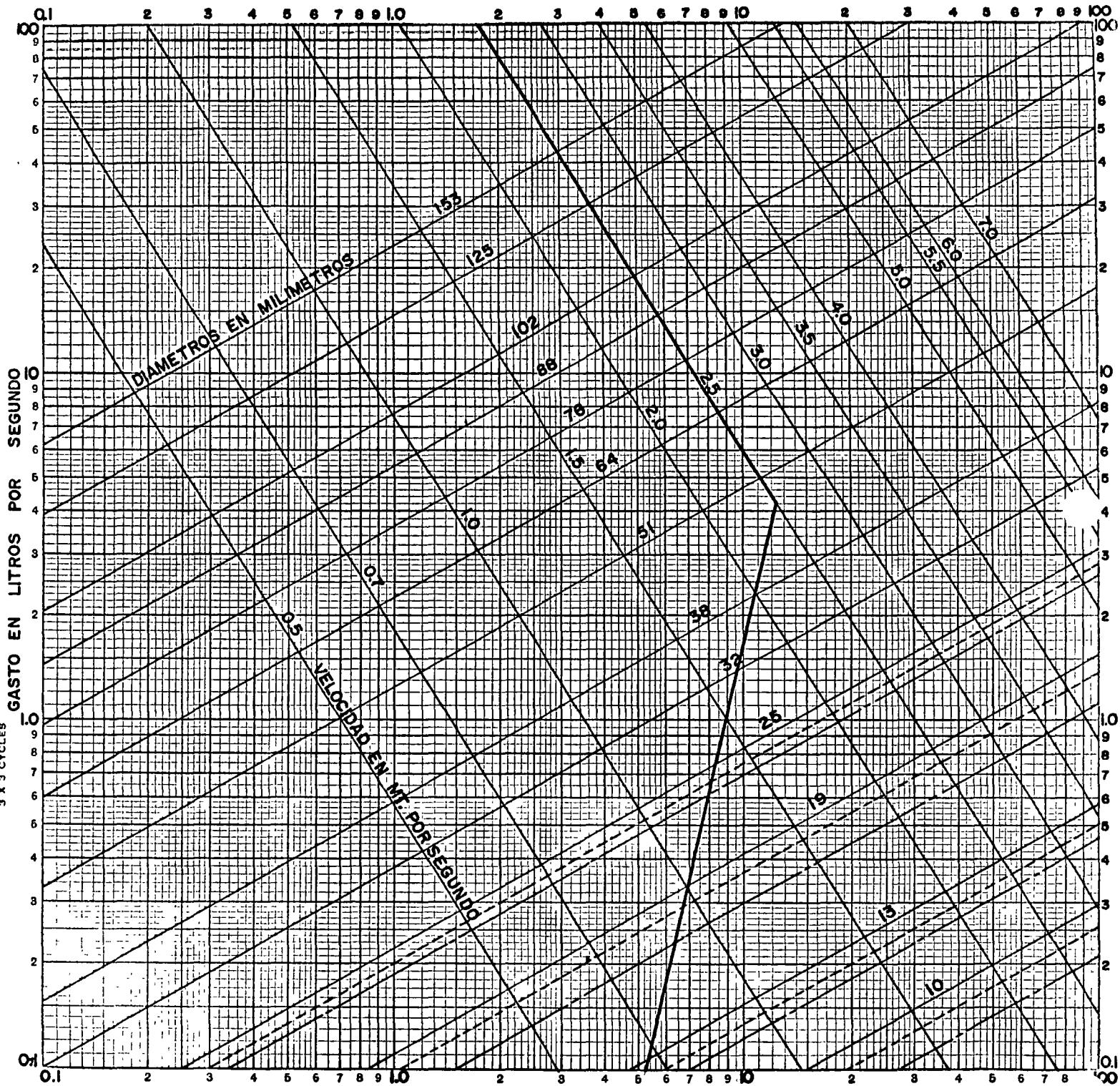
TUBERIA LISA COBRE TIPO "M"

$$h = 3.11 \frac{v^{1.75}}{d^{1.25}}$$

$h = m/m$

$v = m/seg. \quad d = mm$

TIPO "M" _____
 TIPO "L" - - - - -
 TIPO "K" _____



PERDIDA DE CARGA EN METROS DE AGUA POR 100 m DE TUBERIA.

**PERDIDAS DE CARGA EN TUBERIAS
DE COBRE TIPO M**

$$hf = 3.11 \frac{v^{1.75}}{d^{1.25}}$$

UM		Q ° lps	ø mm.	v m/seg.	hf m/m
FLX	TB				
	1	0.10	10	0.98	0.145
	1	0.10	13	0.61	0.046
		0.10			
		0.12	13	0.78	0.065
		0.12	19	0.30	0.012
		0.12			
		0.14	13	0.85	0.083
		0.14	19	0.40	0.015
		0.14			
		0.16	13	0.90	0.106
		0.16	19	0.50	0.020
		0.16			
	2	0.17	13	1.04	0.118
	2	0.17	19	0.52	0.022
		0.17			
		0.18	19	0.54	0.086
		0.18			
		0.18			
		0.20	19	0.60	0.029
		0.20			
		0.20			
		0.22	19	0.66	0.034
		0.22			
		0.22			
	3	0.24	19	0.72	0.040
		0.24			
		0.24			

U M		Q	ø	v	hf
FLX	TB	lbs	mm.	m/seg.	m/m.
		0.26 0.26 0.26	19	0.78	0.046
		0.28 0.28 0.28	19 25	0.84 0.51	0.052 0.016
		0.30 0.30 0.30	19 25	0.90 0.54	0.059 0.018
	4	0.31	19	0.93	0.062
	4	0.31 0.31	25	0.58	0.018
		0.32 0.32 0.32	19 25	0.96 0.59	0.066 0.019
		0.34 0.34 0.34	19 25	1.02 0.62	0.073 0.022
		0.36 0.36 0.36	19 25	1.08 0.66	0.081 0.024
	5	0.38	19	1.14	0.089
	5	0.38 0.38	25	0.69	0.026
		0.40 0.40 0.40	19	1.24	0.093
	6	0.42	19	1.29	0.106
	6	0.42	25	0.80	0.032
	6	0.42	32	0.50	0.012
		0.44 0.44 0.44	19 25 32	1.35 0.83 0.54	0.116 0.034 0.014
	7	0.46	19	1.41	0.125
	7	0.46	25	0.86	0.037
	7	0.46	32	0.55	0.014

U M		Q	ϕ	v	hf
FLX	TB	lps	mm.	m/seg.	m/m.
		0.48	19	1.46	0.133
		0.48	25	0.89	0.040
		0.48	32	0.59	0.016
	8	0.49	25	0.90	0.041
	8	0.49	32	0.60	0.016
		0.49			
		0.50	25	0.93	0.043
		0.50	32	0.62	0.017
		0.50			
		0.52	25	0.95	0.045
		0.52	32	0.65	0.018
		0.52			
	9	0.53	25	0.95	0.047
	9	0.53	32	0.64	0.018
		0.53			
		0.54	25	0.96	0.048
		0.54	32	0.65	0.018
		0.54			
		0.56	25	1.02	0.052
		0.56	32	0.70	0.021
		0.56			
	10	0.57	25	1.03	0.053
	10	0.57	32	0.71	0.022
		0.57			
		0.58	25	1.05	0.054
		0.58	32	0.72	0.022
		0.58			
		0.60	25	1.10	0.058
		0.60	32	0.34	0.023
		0.60			
	12	0.63	25	1.12	0.062
	12	0.63	32	0.76	0.024
	12	0.63	38	0.54	0.012
		0.65	25	1.18	0.066
		0.65	32	0.80	0.027
		0.65	38	0.61	0.012

U M		Q	ø	v	hf
FLX	TB	lbs	mm.	m/seg.	m/m.
	14	0.70	25	1.28	0.077
	14	0.70	32	0.87	0.030
	14	0.70	38	0.62	0.014
		0.75	25	1.37	0.087
		0.75	32	0.93	0.034
		0.75	38	0.65	0.015
	16	0.76	25	1.35	0.088
	16	0.76	32	0.94	0.035
	16	0.76	38	0.66	0.016
		0.80	25	1.45	0.096
		0.80	32	0.98	0.038
		0.80	38	0.70	0.017
	18	0.83	25	1.50	0.101
	18	0.83	32	1.02	0.040
	18	0.83	38	0.72	0.018
		0.85	25	1.55	0.108
		0.85	32	1.04	0.042
		0.85	38	0.74	0.019
	20	0.89	25	1.59	0.112
	20	0.89	32	1.08	0.045
	20	0.89	38	0.76	0.020
		0.90	25	1.62	0.115
		0.90	32	1.10	0.046
		0.90	38	0.78	0.021
		0.95	32	1.15	0.052
		0.95	38	0.83	0.023
		0.95			
	22	0.96	32	1.18	0.053
	22	0.96	38	0.84	0.024
		0.96			
		1.00	32	1.22	0.056
		1.00	38	0.87	0.025
		1.00	51	0.50	0.007
	24	1.04	32	1.25	0.060
	24	1.04	38	0.90	0.026
	24	1.04	51	0.52	0.008

U M		Q	ϕ	v	hf
FLX	TB	lbs	mm.	m/seg.	m/m.
		1.10	32	1.33	0.066
		1.10	38	0.95	0.029
		1.10	51	0.54	0.008
	26	1.11	32	1.35	0.068
	26	1.11	38	0.97	0.030
	26	1.11	51	0.56	0.008
		1.15	32	1.38	0.070
		1.15	38	1.00	0.031
		1.15	51	0.05	0.009
	28	1.19	32	1.44	0.075
	28	1.19	38	1.02	0.032
	28	1.19	51	0.59	0.009
		1.20	32	1.48	0.078
		1.20	38	1.04	0.035
		1.20	51	0.60	0.009
	30	1.26	32	1.50	0.080
	30	1.26	38	1.07	0.037
	30	1.26	51	0.63	0.010
		1.30	32	1.57	0.086
		1.30	38	1.12	0.039
		1.30	51	0.65	0.010
	32	1.31	32	1.60	0.090
	32	1.31	38	1.13	0.040
	32	1.31	51	0.66	0.010
	34	1.36	32	1.65	0.096
	34	1.36	38	1.16	0.041
	34	1.36	51	0.69	0.012
		1.40	32	1.70	0.100
		1.40	38	1.21	0.046
		1.40	51	0.71	0.013
	36	1.42	32	1.70	0.100
	36	1.42	38	1.23	0.047
	36	1.42	51	0.73	0.013
	38	1.46	32	1.78	0.110
	38	1.46	38	1.25	0.048
	38	1.46	51	0.74	0.014

U M		Q	φ	v	hf
FLX	TB	lbs	mm.	m/seg.	m/m.
5		1.50	32	1.83	0.115
5		1.50	38	1.29	0.051
5		1.50	51	0.76	0.014
	40	1.52	32	1.85	0.117
	40	1.52	38	1.31	0.052
	40	1.52	51	0.07	0.014
6	42	1.58	32	1.90	0.120
6	42	1.58	38	1.37	0.056
6	42	1.58	51		
		1.60	32	1.92	0.125
		1.60	38	1.39	0.057
		1.60	51	0.81	0.016
7		1.61	32	1.93	0.130
7		1.61	38	1.40	0.057
7		1.61	51	0.82	0.016
	44	1.63	32	1.99	0.135
	44	1.63	38	1.42	0.059
	44	1.63	51	0.82	0.016
8		1.67	32	2.01	0.136
8		1.67	38	1.45	0.062
8		1.67	51	0.85	0.017
	46	1.69	32	2.02	0.137
	46	1.69	38	1.46	0.063
	46	1.69	51	0.86	0.017
		1.70	32	2.05	0.140
		1.70	38	1.48	0.064
		1.70	51	0.87	0.018
9		1.72	32	2.08	0.143
9		1.72	38	1.50	0.065
9		1.72	51	0.88	0.018
	48	1.74	32	2.10	0.145
	48	1.74	38	1.52	0.066
	48	1.74	51	0.89	0.019
10		1.77	32	2.12	0.149
10		1.77	38	1.54	0.068
10		1.77	51	0.90	0.019

U M		Q	ϕ	v	hf
FLX	TB	lbs	mm.	m/seg.	m/m.
12	50	1.80	38	1.56	0.070
	50	1.80	51	0.92	0.020
	50	1.80	63	0.57	0.006
		1.86	38	1.60	0.074
		1.86	51	0.94	0.021
		1.86	63	0.05	0.067
		1.90	38	1.65	0.078
		1.90	51	0.97	0.022
		1.90	63	0.61	0.007
14	55	1.94	38	1.67	0.079
	55	1.94	51	0.98	0.022
	55	1.94	63	0.63	0.007
		1.95	38	1.68	0.080
		1.95	51	0.98	0.022
		1.95	63	0.63	0.007
		2.00	38	1.73	0.084
		2.00	51	1.00	0.023
		2.00	63	0.64	0.008
16		2.03	38	1.74	0.086
		2.03	51	1.02	0.024
		2.03	63	0.66	0.008
	60	2.08	38	1.85	0.088
	60	2.08	50	1.06	0.025
	60	2.08	63	0.65	0.008
		2.10	38	1.86	0.090
		2.10	51	1.06	0.025
		2.10	63	0.68	0.008
18		2.12	38	1.87	0.092
		2.12	51	1.08	0.025
		2.12	63	0.66	0.009
	65	2.18	38	1.91	0.095
	65	2.18	51	1.11	0.027
	65	2.18	63	0.67	0.009
	65	2.20	38	1.95	0.098
		2.20	51	1.12	0.027
		2.20	63	0.68	0.009

U M		Q	ϕ	v	hf
FLX	TB	lps	mm.	m/seg.	m/m.
22	70	2.27	38	1.96	0.104
	70	2.27	51	1.16	0.029
	70	2.27	63	0.73	0.010
		2.29	38	1.97	0.108
		2.29	51	1.16	0.029
		2.29	63	0.74	0.010
		2.30	38	2.00	0.109
		2.30	51	1.19	0.029
		2.30	63	0.74	0.010
24	75	2.34	38	2.03	0.110
	75	2.34	51	1.20	0.030
	75	2.34	63	0.76	0.010
		2.36	38	2.04	0.111
		2.36	51	1.22	0.031
		2.36	63	0.77	0.010
	80	2.40	38	2.06	0.115
	80	2.40	51	1.24	0.032
	80	2.40	63	0.78	0.011
26		2.44	38	2.08	0.117
		2.44	51	1.25	0.033
		2.44	63	0.79	0.011
	85	2.48	38	2.12	0.120
	85	2.48	51	1.27	0.034
	85	2.48	63	0.81	0.011
		2.50	38	2.20	0.129
		2.50	51	1.28	0.034
		2.50	63	0.82	0.117
28		2.51	50	1.28	0.035
		2.51	63	0.83	0.012
		2.51	75	0.56	0.005
	90	2.57	50	1.30	0.036
	90	2.57	63	0.84	0.012
	90	2.57	75	0.58	0.005
		2.59	50	1.33	0.034
		2.59	63	0.85	0.012
		2.59	75	0.58	0.005
30		2.59	50	1.33	0.034
30		2.59	63	0.85	0.012
30		2.59	75	0.58	0.005

U M		Q	φ	v	hf
FLX	TB	lps	mm.	m/seg.	m/m.
32		2.60	50	1.34	0.034
		2.60	63	0.85	0.012
		2.60	75	0.58	0.005
		2.65	50	1.35	0.035
		2.65	63	0.86	0.013
		2.65	75	0.59	0.005
32	95	2.68	50	1.36	0.037
	95	2.68	63	0.87	0.013
	95	2.68	75	0.60	0.005
		2.70	50	1.38	0.039
		2.70	63	0.88	0.013
		2.70	75	0.61	0.005
		2.71	50	1.38	0.039
		2.71	63	1.38	0.013
		2.71	75	0.61	0.005
34		2.75	50	1.41	0.040
		2.75	63	0.89	0.014
		2.75	75	0.62	0.006
	100	2.78	50	1.43	0.041
		2.78	63	0.91	0.014
		2.78	75	0.63	0.006
		2.80	50	1.44	0.042
		2.80	63	0.92	0.0146
		2.80	75	0.63	0.006
38		2.84	50	1.45	0.042
		2.84	63	0.93	0.015
		2.84	75	0.64	0.006
	105	2.88	50	1.46	0.043
		2.88	63	0.96	0.016
		2.88	75	0.65	0.006
		2.90	50	1.48	0.044
		2.90	63	0.97	0.016
		2.90	75	0.65	0.006
42		2.96	50	1.49	0.045
		2.96	63	0.97	0.016
		2.96	75	0.67	0.006

U M		Q	ø	v	hf
FLX	TB	lbs	mm.	m/seg.	m/m.
	110	2.97	50	1.51	0.046
	110	2.97	63	0.97	0.016
	110	2.97	75	0.67	0.006
		3.00	50	1.55	0.047
		3.00	63	0.98	0.016
		3.00	75	0.68	0.006
44		3.03	50	1.56	0.048
44		3.03	63	0.98	0.016
44		3.03	75	0.68	0.006
	115	3.06	50	1.57	0.048
	115	3.06	63	0.98	0.016
	115	3.06	75		
46		3.09	50	1.59	0.049
46		3.09	63	0.98	0.016
46		3.09	75		
	120	3.15	50	1.63	0.051
	120	3.15	63	1.00	0.017
	120	3.15	75		
48		3.16	50	1.63	0.051
48		3.16	63	1.00	0.017
48		3.16	75		
		3.20	50	1.65	0.052
		3.20	63	1.02	0.017
		3.20	75		
50	125	3.22	50	1.66	0.053
50	125	3.22	63	1.02	0.018
50	125	3.22	75		
	130	3.28	50	1.68	0.054
	130	3.28	63	1.04	0.018
	130	3.28	75		
55	135	3.35	50	1.73	0.056
55	135	3.35	63	1.06	0.019
55	135	3.35	75		
		3.40	50	1.75	0.058
		3.40	63	1.08	0.019
		3.40	75	0.82	0.010

U M		Q	ø	v	hf
FLX	TB	lps	mm.	m/seg.	m/m.
60 60 60 65 65 65 70 70 70 75 75 75 75	140	3.41	50	1.75	0.058
	140	3.41	63	1.08	0.020
	140	3.41	75	0.83	0.010
		3.47	50	1.77	0.059
		3.47	63	1.10	0.020
		3.47	75	0.84	0.106
	145	3.48	50	1.77	0.059
	145	3.48	63	1.10	0.020
	145	3.48	75	0.84	0.010
		3.50	50	1.80	0.060
		3.50	63	1.11	0.208
		3.50	75	0.84	0.010
	150	3.54	50	1.83	0.063
	150	3.54	63	1.73	0.021
	150	3.54	75	0.85	0.011
		3.57	50	1.84	0.063
		3.57	63	1.13	0.021
		3.57	75	0.86	0.011
70 70 70 75 75 75 75	155	3.60	50	1.85	0.064
	155	3.60	63	1.14	0.022
	155	3.60	75	0.86	0.011
	160	3.66	50	1.87	0.065
	160	3.66	63	1.16	0.022
	160	3.66	75	0.88	0.011
	165	3.73	50	1.92	0.067
	165	3.73	63	1.18	0.023
	165	3.73	75	0.99	0.012
		3.78	50	1.94	0.069
		3.78	63	1.95	0.023
		3.78	75	0.91	0.012
	170	3.79	50	1.95	0.069
	170	3.79	63	1.20	0.023
	170	3.79	75	0.91	0.012
		3.80	50	1.95	0.070
		3.80	62	1.21	0.024
		3.80	75	0.91	0.012

U M		Q	ϕ	v	hf
FLX	TB	lps	mm.	m/seg.	m/m.
	175	3.85	50	1.98	0.071
	175	3.85	63	1.22	0.024
	175	3.85	75	0.97	0.012
80	180	3.91	50	2.02	0.073
80	180	3.91	63	1.25	0.025
80	180	3.91	75	0.99	0.013
	185	3.98	50	2.05	0.075
	185	3.98	63	1.25	0.025
	185	3.98	75	0.96	0.013
85		4.00	50	2.08	0.077
85		4.00	63	1.27	0.026
85		4.00	75	0.91	0.013
	190	4.04	50	2.09	0.078
	190	4.04	63	1.28	0.026
	190	4.04	75	0.97	0.013
90	195	4.10	50	2.10	0.080
90	195	4.10	63	1.30	0.027
90	195	4.10	75	0.98	0.014
	200	4.15	50	2.15	0.082
	200	4.15	63	1.33	0.028
	200	4.15	75	1.00	0.014
95		4.20	50	2.17	0.083
95		4.20	63	1.34	0.028
95		4.20	75	1.01	0.014
	205	4.23	50	2.19	0.084
	205	4.23	63	1.35	0.029
	205	4.23	75	1.02	0.015
100	210	4.29	50	2.21	0.086
100	210	4.29	63	1.36	0.029
100	210	4.29	75	1.03	0.015
	215	4.34	50	2.23	0.088
	215	4.34	63	1.38	0.030
	215	4.34	75	1.05	0.015
	220	4.39	50	2.28	0.090
	220	4.39	63	1.39	0.031
	220	4.39	75	1.05	0.016

U M		Q	ø	v	hf
FLX	TB	lbs	mm.	m/seg.	m/m.
110	225	4.42	50	2.29	0.091
110	225	4.42	63	1.41	0.031
110	225	4.42	75	1.06	0.016
	230	4.45	50	2.30	0.092
	230	4.45	63	1.41	0.031
	230	4.45	75	1.08	0.016
	235	4.50	50	2.32	0.093
	235	4.50	63	1.43	0.032
	235	4.50	75	1.08	0.016
	240	4.54	50	2.34	0.095
	240	4.54	63	1.44	0.033
	240	4.54	75	1.08	0.017
	245	4.59	50	2.36	0.096
	245	4.59	63	1.16	0.033
	245	4.59	75	1.10	0.017
120		4.61	50	2.39	0.098
120		4.61	63	1.17	0.034
120		4.61	75	1.11	0.017
	250	4.64	50	2.40	0.099
	250	4.64	63	1.18	0.034
	250	4.64	75	1.12	0.017
125	255	4.71	50	2.42	0.100
125	255	4.71	63	1.50	0.035
125	255	4.71	75	1.14	0.018
	260	4.78	50	2.46	0.104
	260	4.78	63	1.52	0.036
	260	4.78	75	1.15	0.018
130		4.80	50	2.50	0.106
130		4.80	63	1.53	0.036
130		4.80	75	1.16	0.018
135	265	4.86	50	2.51	0.108
135	265	4.86	63	1.54	0.037
135	265	4.86	75	1.17	0.019
140	270	4.93	50	2.52	0.110
140	270	4.93	63	1.57	0.038
140	270	4.93	75	1.19	0.019

U M		Q	ϕ	v	hf
FLX	TB				
145	275	5.00	50	2.55	0.113
145	275	5.00	63	1.58	0.040
145	275	5.00	75	1.21	0.020
	280	5.07	50	2.58	0.116
	280	5.07	63	1.61	0.041
	280	5.07	75	1.22	0.020
150		5.11	50	2.60	0.117
150		5.11	63	1.62	0.041
150		5.11	75	1.24	0.021
	285	5.15	50	2.62	0.119
	285	5.15	63	1.63	0.042
	285	5.15	75	1.24	0.021
	290	5.22	50	2.63	0.122
	290	5.22	63	1.66	0.043
	290	5.22	75	1.26	0.021
160		5.24	50	2.64	0.123
160		5.24	63	1.67	0.043
160		5.24	75	1.27	0.022
165	295	5.30	50	2.67	0.125
165	295	5.30	63	1.69	0.044
165	295	5.30	75	1.28	0.022
170	300	5.36	50	2.68	0.127
170	300	5.36	63	1.70	0.045
170	300	5.36	75	1.29	0.022
175		5.41	50	2.70	0.129
175		5.41	63	1.72	0.045
175		5.41	75	1.31	0.023
180		5.42	50	2.71	0.130
180		5.42	63	1.72	0.045
180		5.42	75	1.72	0.046
185		5.55	50	2.77	0.140
185		5.55	63	1.77	0.047
185		5.55	75	1.34	0.024
190		5.58	50	2.80	0.142
190		5.58	63	1.77	0.047
190		5.58	75	1.35	0.024

U M		Q	ϕ	v	hf
FLX	TB	lps	mm.	m/seg.	m/m.
195	320	5.60	50	2.82	0.143
195	320	5.60	63	1.78	0.047
195	320	5.60	75	1.35	0.024
200		5.63	50	2.83	0.144
200		5.63	63	1.79	0.048
200		5.63	75	1.36	0.024
205		5.70			
205		5.70	63	1.81	0.049
205		5.70	75	1.37	0.025
210		5.76			
210		5.76	63	1.83	0.050
210		5.76	75	1.38	0.025
215		5.80	50		
215		5.80	63	1.84	0.050
215		5.80	75	1.40	0.026
220		5.84	63	1.86	0.051
220		5.84	75	1.41	0.026
220		5.84	100	0.75	0.005
	340	5.86	63	1.87	0.052
	340	5.86	75	1.42	0.027
	340	5.85	100	0.75	0.005
225		5.92	63	1.88	0.052
225		5.92	75	1.43	0.027
225		5.92	100	0.87	0.006
230		6.00	63	1.91	0.053
230		6.00	75	1.44	0.027
230		6.00	100	0.79	0.006
235		6.10	63	1.93	0.056
235		6.10	75	1.47	0.028
235		6.10	100	0.79	0.006
	360	6.12	63	1.94	0.055
	360	6.12	75	1.47	0.028
		6.12	100	0.79	0.006
240		6.20	63	1.96	0.057
240		6.20	75	1.49	0.029
		6.20	100	0.81	0.006

U M		Q	ø	v	hf
FLX	TB	lbs	mm.	m/seg.	m/m.
245		6.31	63	1.98	0.058
245		6.31	75	1.51	0.030
		6.31	100	0.82	0.006
250	380	6.37	63	2.02	0.059
250	380	6.37	75	1.53	0.030
250	380	6.37	100	0.83	0.007
255		6.43	63	2.04	0.060
255		6.43	75	1.54	0.031
255		6.43	100	0.85	0.007
260		6.48	63	2.05	0.061
260		6.48	75	1.55	0.031
260		6.48	100	0.85	0.007
265		6.54	63	2.07	0.062
265		6.54	75	1.58	0.032
265		6.54	100	0.85	0.007
270		6.60	63	2.09	0.063
270		6.60	75	1.59	0.032
270		6.60	100	0.86	0.007
	400	6.62	63	2.10	0.040
	400	6.62	75	1.59	0.032
	400	6.62	100	0.86	0.007
275		6.67	63	2.10	0.064
275		6.67	75	1.61	0.033
275		6.67	100	0.88	0.007
280		6.71	63	2.11	0.064
280		6.71	75	1.61	0.033
280		6.71	100	0.88	0.006
285		6.76	63	2.15	0.066
285		6.76	75	1.62	0.034
285		6.76	100	0.88	0.006
290		6.83	63	2.17	0.067
290		6.83	75	1.64	0.035
290		6.83	100	0.90	0.008
	420	6.87	63	2.18	0.068
	420	6.87	75	1.65	0.035
	420	6.87	100	0.90	0.008

U M		Q	ø	v	hf
FLX	TB				
300		6.89	63	2.19	0.068
300		6.89	75	1.65	0.035
300		6.89	100	0.90	0.008
	440	6.94	63	2.22	0.069
	440	6.94	75	1.67	0.036
	440	6.94	100	0.90	0.008
320		7.11	63	2.25	0.072
320		7.11	75	1.71	0.037
320		7.11	100	0.92	0.008
340		7.13	63	2.27	0.073
340		7.13	75	1.71	0.037
340		7.13	100	0.92	0.008
	460	7.32	63	2.32	0.076
	460	7.32	75	1.76	0.039
	460	7.32	100	0.95	0.008
360		7.52	63	2.39	0.079
360		7.52	75	1.80	0.040
360		7.52	100	0.98	0.009
	480	7.60	63	2.41	0.081
	480	7.60	75	1.83	0.042
	480	7.60	100	0.99	0.009
380		7.71	63	2.44	0.083
380		7.71	75	1.85	0.042
380		7.71	100	1.00	0.009
	500	7.85	63	2.49	0.086
	500	7.85	75	1.88	0.044
	500	7.85	100	1.01	0.009
400		7.90	63	2.50	0.087
400		7.90	75	1.90	0.045
400		7.90	100	1.01	0.010
	520	8.08	63	2.56	0.090
	520	8.08	75	1.94	0.046
	520	8.08	100	1.05	0.010
420		8.09	63	2.56	0.090
420		8.09	75	1.94	0.046
420		8.09	100	1.05	0.010

U M		Q	φ	v	hf
FLX	TB	lps	mm.	m/seg.	m/m.
440		8.28	63	2.63	0.094
440		8.28	75	1.98	0.048
440		8.28	100	1.08	0.011
	540	8.32	63		
	540	8.32	75	1.85	0.040
	540	8.32	100	1.07	0.011
460		8.47	63	2.69	0.098
460		8.47	75	1.88	0.042
460		8.47	100	1.08	0.011
	560	8.55	64	2.71	0.099
	560	8.55	75	1.90	0.042
	560	8.55	100	1.09	0.015
480		8.66	63	2.75	0.102
480		8.66	75	1.92	0.043
480		8.66	100	1.11	0.011
	580	8.79	63	2.79	0.105
	580	8.79	75	1.95	0.044
	580	8.79	100	1.13	0.022
500		8.85	63	2.81	0.106
500		8.85	75	1.97	0.045
500		8.85	100	1.14	0.012
520	600	9.02	63	2.86	0.109
520	600	9.02	75	2.01	0.047
520	600	9.02	100	1.17	0.013
	620	9.24	75	2.06	0.049
	620	9.24	100	1.18	0.013
	620	9.24			
560		9.37	63		
560		9.37	75	2.08	0.050
560		9.37	100	1.20	0.013
	640	9.46	75	2.10	0.051
	640	9.46	100	1.21	0.013
	640	9.46			
580		9.55			
580		9.55	75	2.12	0.051
580		9.55	100	1.22	0.014

U M		Q	ø	v	hf
FLX	TB	lbs	mm.	m/seg.	m/m.
600		9.72	75	2.16	0.053
600		9.72	100	1.24	0.014
	680	9.88	75	2.19	0.054
	680	9.88	100	1.27	0.015
620		9.89	75	2.20	0.055
620		9.89	100	1.28	0.015
640		10.05	75	2.23	0.056
640		10.05	100	1.30	0.015
	700	10.10	75	2.25	0.057
	700	10.10	100	1.32	0.016
	720	10.32	75	2.29	0.059
	720	10.32	100	1.33	0.016
680		10.38	75	2.31	0.060
680		10.38	100	1.33	0.016
	740	10.54	75	2.34	0.061
	740	10.54	100	1.36	0.016
700		10.55	75	2.36	0.061
700		10.55	100	1.36	0.016
720		10.74	75	2.39	0.064
720		10.74	100	1.38	0.017
	760	10.76	75	2.39	0.064
	760	10.76	100	1.38	0.017
740		10.93	75	2.43	0.065
740		10.93	100	1.41	0.018
	780	10.98	75	2.44	0.066
	780	10.98	100	1.41	0.018
760		11.12	75	2.47	0.067
760		11.12	100	1.43	0.018
	800	11.20	75	2.49	0.068
	800	11.20	100	1.44	0.018
780		11.31	75	2.51	0.069
780		11.31	100	1.45	0.018

U M		Q	ϕ	v	hf
FLX	TB				
	820	11.40	75	2.53	0.070
	820	11.40	100	1.47	0.019
800		11.50	75	2.55	0.071
800		11.50	100	1.48	0.019
	840	11.60	75	2.58	0.073
	840	11.60	100	1.49	0.019
820		11.66	75	2.59	0.073
820		11.66	100	1.49	0.020
	860	11.80	75	2.62	0.075
	860	11.80	100	1.52	0.020
840		11.82	75	2.63	0.077
840		11.82	100	1.52	0.020
	880	12.00	75	2.67	0.077
	880	12.00	100	1.53	0.020
880		12.14	74	2.70	0.079
880		12.14	100	1.55	0.021
	900	12.20	75	2.71	0.079
	900	12.20	100	1.56	0.021
900		12.30	75	2.73	0.080
900		12.30	100	1.57	0.021
	940	12.55	75	2.79	0.083
	940	12.55	100	1.60	0.022
940		12.62	75	2.80	0.083
940		12.62	100	1.61	0.022
	960	12.72	75	2.83	0.086
	960	12.72	100	1.62	0.022
960		12.78	75	2.84	0.086
960		12.78	100	1.63	0.023
		12.85	75	2.86	0.087
		12.85	100	1.64	0.023
	980	12.90	75	2.87	0.088
	980	12.90	100	1.64	0.023

U M		Q	Ø	v	hf
FLX	TB	lbs	mm.	m/seg.	m/m.
980		12.94	75	2.88	0.088
980		12.94	100	1.65	0.023
		12.96	75	2.88	0.088
		12.96	100	1.65	0.023
		12.98	75	2.89	0.089
		12.98	100	1.65	0.023
		13.00	75	2.90	0.089
		13.00	100	1.66	0.023
	1000	13.07	75	2.91	0.090
	1000	13.07	100	1.66	0.023
1000		13.10	75	2.91	0.090
1000		13.10	100	1.67	0.024
	1050	13.49	75	3.00	0.095
	1050	13.49	100	1.72	0.025
1050		13.50	75		
1050		13.50	100	1.72	0.025
		13.60	75		
		13.60	100	1.73	0.025
		13.80	75		
		13.80	100	1.76	0.026
1100	1100	13.90	75		
1100	1100	13.90	100	1.77	0.026
		14.00	75		
		14.00	100	1.78	0.027
		14.10	75		
		14.10	100	1.80	0.027
		14.20	75		
		14.20	100	1.81	0.027
		14.30	75		
		14.30	100	1.82	0.028
1150	1150	14.38	75		
1150	1150	14.38	100	1.83	0.028

U M		Q	ϕ	v	hf
FLX	TB	lps	mm.	m/seg.	m/m.
1158		14.40	75		
1158		14.40	100	1.84	0.028
1166		14.50	75		
1166		14.50	100	1.85	0.028
1174		14.60	75		
1174		14.60	100	1.86	0.029
1182		14.70	75		
1182		14.70	100	1.87	0.029
1190		14.80	75		
1190		14.80	100	1.89	0.029
1200	1200	14.85	75		
1200	1200	14.85	100	1.89	0.030
		14.90	75		
		14.90	100	1.90	0.030
1210		15.00	75		
1210		15.00	100	1.91	0.030
1220		15.10	75		
1220		15.10	100	1.92	0.030
		15.18	75		
		15.18	100	1.94	0.031
1230		15.20	75		
1230		15.20	100	1.94	0.031
		15.30	75		
		15.30	100	1.95	0.031
1240		15.40	75		
1240		15.40	100	1.96	0.032
1250	1250	15.50	75		
1250	1250	15.50	100	1.97	0.032
1275		15.60	75		
1275		15.60	100	1.99	0.032
1300		15.70	75		
1300		15.70	100	2.00	0.033

U M		Q	ø	v.	hf
FLX	TB	lps	mm.	m/seg.	m/m.
1325		15.80	75		
1325		15.80	100	2.01	0.033
1350	1350	15.90	75		
1350	1350	15.90	100	2.03	0.034
1365		16.00	75		
1365		16.00	100	2.04	0.034
1380		16.10	75		
1380		16.10	100	2.05	0.034
1400	1400	16.20	75		
1400	1400	16.20	100	2.07	0.035
		16.30	75		
		16.30	100	2.08	0.035
		16.40	75		
		16.40	100	2.09	0.035
		16.50	75		
		16.50	100	2.10	0.036
1450	1450	16.60	75		
1450	1450	16.60	100	2.12	0.036
		16.70	75		
		16.70	100	2.13	0.036
		16.80	75		
		16.80	100	2.14	0.037
		17.00	75		
		17.00	100	2.17	0.038
1500	1500	17.00	75		
1500	1500	17.00	100	2.17	0.038
		17.10	75		
		17.10	100	2.18	0.038
		17.20	75		
		17.20	100	2.19	0.038
		17.30	75		
		17.30	100	2.21	0.039

U M		Q	ϕ	v	hf
FLX	TB				
1550	1550	17.40	75		
1550	1550	17.40	100	2.22	0.039
		17.50	75		
		17.50	100	2.23	0.040
		17.60	75		
		17.60	100	2.24	0.040
1600	1600	17.70	75		
1600	1600	17.70	100	2.26	0.041
		17.80	75		
		17.80	100	2.27	0.041
		17.90	75		
		17.90	100	2.28	0.041
		18.00	75		
		18.00	100	2.30	0.042
1650	1650	18.10	75		
1650	1650	18.10	100	2.31	0.042
		18.20	75		
		18.20	100	2.32	0.042
		18.30	75		
		18.30	100	2.33	0.043
		18.40	75		
		18.40	100	2.34	0.043
1700	1700	18.50	75		
1700	1700	18.50	100	2.36	0.044
		18.60	75		
		18.60	100	2.37	0.044
		18.70	75		
		18.70	100	2.38	0.044
		18.80	75		
		18.80	100	2.40	0.045
1750	1750	18.90	75		
1750	1750	18.90	100	2.41	0.045

150 mm. ϕ acero, ced. 40

U M		Q	ϕ	v	hf
FLX	TB	lbs	mm.	m/seg.	m/m.
		19.00	100	2.42	0.046
		19.00	150	1.03	0.011
1800	1800	19.20	100	2.45	0.047
1800	1800	19.20	150	1.04	0.012
		19.30	100	2.46	0.047
		19.30	150	1.05	0.012
		19.40	100	2.47	0.047
		19.40	150	1.05	0.012
		19.50	100	2.49	0.048
		19.50	150	1.06	0.012
1850	1850	19.60	100	2.50	0.048
1850	1850	19.60	150	1.06	0.012
		19.70	100	2.51	0.049
		19.70	150	1.07	0.012
		19.80	100	2.52	0.049
		19.80	150	1.07	0.012
1900	1900	19.90	100	2.54	0.050
1900	1900	19.90	150	1.08	0.012
		20.00	100	2.55	0.050
		20.00	150	1.08	0.013
1950	1950	20.10	100	2.56	0.051
1950	1950	20.10	150	1.09	0.013
2000	2000	20.40	100	2.58	0.051
2000	2000	20.40	150	1.11	0.013
2050	2050	20.80	100	2.65	0.054
2050	2050	20.80	150	1.13	0.014
		21.00	100	2.68	0.055
		21.00	150	1.14	0.014

U M		Q	ø	v	hf
FLX	TB	lps	mm.	m/seg.	m/m.
	2100	21.20	100	2.62	0.110
	2100	21.20	150	1.15	0.014
	2100	21.20	200	0.66	0.003
	2150	21.60	100	2.67	0.114
	2150	21.60	150	1.17	0.015
	2150	21.60	200	0.68	0.003
	2200	21.90	100	2.71	0.117
	2200	21.90	150	1.19	0.015
	2200	21.90	200	0.68	0.003
	2250	22.30	100	2.76	0.121
	2250	22.30	150	1.21	0.016
	2250	22.30	200	0.70	0.004
	2300	22.60	100	2.79	0.124
	2300	22.60	150	1.23	0.016
	2300	22.60	200	0.71	0.004
	2350	23.00	100	2.85	0.129
	2350	23.00	150	1.25	0.017
	2350	23.00	200	0.72	0.004
	2400	23.40	100	2.89	0.133
	2400	23.40	150	1.27	0.017
	2400	23.40	200	0.73	0.004
	2450	23.70	100	2.93	0.136
	2450	23.70	150	1.29	0.018
	2450	23.70	200	0.74	0.004
	2500	24.00	100	2.97	0.140
	2500	24.00	150	1.30	0.018
	2500	24.00	200	0.75	0.004
	2550	24.40	100	3.01	0.144
	2550	24.40	150	1.32	0.019
	2550	24.40	200	0.76	0.004
	2600	24.70	125		
	2600	24.70	150	1.34	0.019
	2600	24.70	200	0.77	0.005
	2650	25.10	125		
	2650	25.10	150	1.36	0.020
	2650	25.10	200	0.78	0.005

U M		Q	ø	v	hf
FLX	TB	lps	mm.	m/seg.	m/m.
	2700	25.50	125		
	2700	25.50	150	1.38	0.020
	2700	25.50	200	0.79	0.005
	2750	25.80	125		
	2750	25.80	150	1.40	0.021
	2750	25.80	200	0.81	0.005
	2800	26.10	125		
	2800	26.10	150	1.42	0.023
	2800	26.10	200	0.82	0.005
	2850	26.40	125		
	2850	26.40	150	1.43	0.022
	2850	26.40	200	0.83	0.005
	2900	26.70	125		
	2900	26.70	150	1.45	0.022
	2900	26.70	200	0.84	0.005
	2950	27.00	125		
	2950	27.00	150	1.47	0.023
	2950	27.00	200	0.85	0.006
	3000	27.30	125		
	3000	27.30	150	1.48	0.023
	3000	27.30	200	0.86	0.006
	3050	27.60	125		
	3050	27.60	150	1.50	0.024
	3050	27.60	200	0.86	0.006
	3100	28.00	125		
	3100	28.00	150	1.52	0.024
	3100	28.00	200	0.88	0.006
	3150	28.30	125		
	3150	28.30	150	1.54	0.025
	3150	28.30	200	0.89	0.006
	3200	28.70	125		
	3200	28.70	150	1.56	0.026
	3200	28.70	200	0.90	0.006
	3250	29.00	125		
	3250	29.00	150	1.57	0.026
	3250	29.00	200	0.91	0.006

U M		Q	ϕ	v	hf
FLX	TB	lbs	mm.	m/seg.	m/m.
	3300	29.30	125		
	3300	29.30	150	1.59	0.027
	3300	29.30	200	0.92	0.007
	3350	29.60	125		
	3350	29.60	150	1.61	0.027
	3350	29.60	200	0.09	0.007
	3400	30.30	125		
	3400	30.30	150	1.64	0.028
	3400	30.30	200	0.94	0.007
	3450	30.60	125		
	3450	30.60	150	1.66	0.029
	3450	30.60	200	0.95	0.007
	3500	30.90	125		
	3500	30.90	150	1.67	0.029
	3500	30.90	200	0.96	0.007
	3550	31.30	125		
	3550	31.30	150	1.70	0.030
	3550	31.30	200	0.98	0.007
	3600	31.60	125		
	3600	31.60	150	1.71	0.031
	3600	31.60	200	0.99	0.008
	3650	31.90	125		
	3650	31.90	150	1.73	0.031
	3650	31.90	200	1.00	0.008
	3700	32.30	125		
	3700	32.30	150	1.75	0.032
	3700	32.30	200		
	3750	32.60	125		
	3750	32.60	150	1.77	0.033
	3750	32.60	200		
	3800	32.90	125		
	3800	32.90	150	1.78	0.033
	3800	32.90	200		
	3850	33.30	125		
	3850	33.30	150	1.80	0.034
	3850	33.30	200		

U M		Q	ø	v	hf
FLX	TB	lbs	mm.	m/seg.	m/m.
	3900	33.60	125		
	3900	33.60	150	1.82	0.035
	3900	33.60	200		
	4000	34.30	125		
	4000	34.30	150	1.86	0.036
	4000	34.30	200		
	4050	34.60	125		
	4050	34.60	150	1.88	0.037
	4050	34.60	200		
	4100	34.90	125		
	4100	34.90	150	1.89	0.037
	4100	34.90	200		
	4150	35.55	125		
	4150	35.55	150	1.92	0.039
	4150	35.55	200		
	4200	36.10	125		
	4200	36.10	150	1.96	0.040
	4200	36.10	200		
	4250	36.65	125		
	4250	36.65	150	1.99	0.041
	4250	36.65	200		
	4300	37.25	125		
	4300	37.25	150	2.02	0.043
	4300	37.25	200		
	4350	37.80	125		
	4350	37.80	150	2.05	0.044
	4350	37.80	200		
	4400	38.40	125		
	4400	38.40	150	2.08	0.045
	4400	38.40	200		
	4450	38.95	125		
	4450	38.95	150	2.11	0.046
	4450	38.95	200		
	4500	39.50	125		
	4500	39.50	150	2.14	0.048
	4500	39.50	200		

U M		Q	ø	v	hf
FLX	TB	lbs	mm.	m/seg.	m/m.
	4550	39.60	125		
	4550	39.60	150	2.15	0.048
	4550	39.60	200		
	4600	40.20	125		
	4600	40.20	150	2.18	0.049
	4600	40.20	200		
	4650	40.60	125		
	4650	40.60	150	2.20	0.050
	4650	40.60	200		
	4700	41.10	125		
	4700	41.10	150	2.23	0.052
	4700	41.10	200		
	4750	41.50	125		
	4750	41.50	150	2.25	0.052
	4750	41.50	200		
	4800	41.90	125		
	4800	41.90	150	2.27	0.053
	4800	41.90	200		
	4850	42.30	125		
	4850	42.30	150	2.29	0.054
	4850	42.30	200		
	4900	42.70	125		
	4900	42.70	150	2.31	0.055
	4900	42.70	200		
	4950	43.15	125		
	4950	43.15	150	2.34	0.057
	4950	43.15	200		
	5000	43.50	125		
	5000	43.50	150	2.36	0.057
	5000	43.50	200		
	5100	44.10	125		
	5100	44.10	150	2.39	0.059
	5100	44.10	200		
	5200	44.60	125		
	5200	44.60	150	2.42	0.060
	5200	44.60	200		

U M		Q	ø	v	hf
FLX	TB	lps	mm.	m/seg.	m/m.
	5300	45.20	125		
	5300	45.20	150	2.45	0.062
	5300	45.20	200		
	5400	45.80	125		
	5400	45.80	150	2.48	0.063
	5400	45.80	200		
	5500	46.30	125		
	5500	46.30	150	2.51	0.065
	5500	46.30	200		
	5600	46.90	125		
	5600	46.90	150	2.54	0.066
	5600	46.90	200		

PERDIDAS DE CARGA EN CONEXIONES

$$h_f = K v^2 / 2g$$

VALORES DE K

 CODO ROSCADO DE 45°						
Ø	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"
K	0.	0.39	0.38	0.35	0.34	0.33
Ø	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"
K	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27

 CODO ROSCADO DE 90°						
Ø	1/4"	3/8"	1/2"	3/8"	1"	1 1/4"
K	2.5	2.1	1.7	1.4	1.4	1.3
Ø	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"
K	1.2	0.98	0.88	0.79	0.74	0.68

 TE ROSCADA FLUJO LINEAL						
Ø	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"
K	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Ø	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"
K	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

 TE ROSCADA FLUJO LATERAL						
Ø	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"
K	2.68	2.5	2.4	2.0	1.8	1.7
Ø	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"
K	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.1

 CODO BRIDADO DE 45°						
Ø	3"	4"	5"	6"	8"	10"
K	0.19	0.18	0.175	0.175	0.17	0.165
Ø	12"	14"	16"	18"	20"	
K	0.16	0.155	0.150	0.150	0.145	

 CODO BRIDADO DE 90°						
Ø	3"	4"	5"	6"	8"	10"
K	0.34	0.31		0.28	0.26	0.25
Ø	12"	14"	16"	18"	20"	
K	0.24	0.235	0.230	0.225	0.22	

 TE BRIDADA FLUJO LINEAL						
Ø	3"	4"	5"	6"	8"	10"
K	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
Ø	12"	14"	16"	18"	20"	
K	0.9	0.8	0.75	0.74	0.70	

 TE BRIDADA FLUJO LATERAL						
Ø	3"	4"	5"	6"	8"	10"
K	0.71	0.68	0.60	0.60	0.57	0.52
Ø	12"	14"	16"	18"	20"	
K	0.50	0.48	0.46	0.45	0.42	

 VALVULA DE COMPUERTA ROSCADA						
Ø	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"
K	0.38	0.34	0.32	0.26	0.24	0.21
Ø	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"
K	0.19	0.17	0.14	0.11	0.11	0.12

 VALVULA DE GLOBO ROSCADA						
Ø	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"
K		20	14	9.5	8.5	7.8
Ø	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"
K	7.2	6.8	6.5	6	5.9	5.8

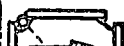
PERDIDAS DE CARGA EN CONEXIONES

$$h_f = K v^2 / 2g$$

VALORES DE K

							
VALVULA DE GLOBO BRIDADA							
Ø	2	1/2	3	4	5	6	8
K	7.8		7	6.2	6	5.9	5.7
Ø	10		12	14	16	18	20
K	5.5		5.5	5.5	5.5	5.5	5.5

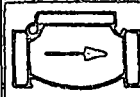
 VALVULA DE COMPUERTA BRIDADA						
Ø	3	4	5	6	8	10
K	0.23	0.16	0.13	0.11	0.075	0.060
Ø	12	14	16	18	20	
K	0.050	0.042	0.033	0.030	0.028	



VALVULA DE RETENCION

BRIDADA

Ø	2	1/2	3	4	5	6	8
K	2		2	2	2	2	2
Ø	10		12	14	16	18	20
K	2		2	2	2	2	2

 VALVULA DE RETENCION ROSCADA						
Ø	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4
K			5.5	3.7	2.9	2.6
Ø	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4
K	2.4	2.2	2.1	2	2	2



VALVULA

ANGULAR

BRIDADA

Ø	2 1/2	3	4	5	6	8
K	2.3	2.1	2	2	2	2
Ø	10	12	14	16	18	20
K	2	2	2	2	2	2

 VALVULA ANGULAR ROSCADA						
Ø	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4
K				6.2	4.6	3.8
Ø	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4
K	2.8	2.1	1.6	1.4	1.2	1

COPLES Y UNIONES						
Ø	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
K	.13	.1	.081	.071	.065	.052
Ø	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6
K	.046	.040	.038	.030		

REDUCCIONES						
Ø	3/4-1/2	1-3/4	1-1/2	1 1/4-1	1 1/4-3/4	1 1/4-1/2
K	0.28	0.23	0.36	0.13	0.29	0.40
Ø	1 1/2-1 1/4	1 1/2-1	1 1/2-3/4	1 1/2-1/2	2-1 1/2	2-1 1/4
K	0.13	0.28	0.36	0.43	0.23	0.29

REDUCCIONES						
Ø	2-1	2-3/4	2-1/2	2 1/2-2	2 1/2-1 1/2	2 1/2-1 1/4
K	0.36	0.41	0.45	0.13	0.29	0.36
Ø	2 1/2-1 1/2	2 1/2-3/4	2 1/2-1/2	3-2 1/2	3-2	3-1 1/2
K	0.40	0.43	0.45	0.13	0.28	0.36

REDUCCIONES						
Ø	3-1 1/4	3-1	3-3/4	3-1/2	4-3	4-2 1/2
K	0.38	0.43	0.45	0.45	0.23	0.29
Ø	4-2	4-1 1/2	4-1 1/4	4-1	4-3/4	4-1/2
K	0.36	0.41	0.42	0.45	0.45	0.45

CARGA DE VELOCIDAD

$$h_v = v^2/2g$$

$$1/2g = 0.05097$$

v	h_v	v	h_v	v	h_v
0.50	0.0127	0.80	0.0326	1.10	0.0617
0.51	0.0132	0.81	0.0334	1.11	0.0622
0.52	0.0137	0.82	0.0342	1.12	0.0639
0.53	0.0141	0.83	0.0351	1.13	0.0650
0.54	0.0148	0.84	0.0359	1.14	0.0662
0.55	0.0154	0.85	0.0368	1.15	0.0674
0.56	0.0159	0.86	0.0376	1.16	0.0685
0.57	0.0165	0.87	0.0385	1.17	0.0697
0.58	0.0171	0.88	0.0394	1.18	0.0712
0.59	0.0177	0.89	0.0403	1.19	0.0721
0.60	0.0183	0.90	0.0412	1.20	0.0733
0.61	0.0189	0.91	0.0422	1.21	0.0746
0.62	0.0195	0.92	0.0431	1.22	0.0758
0.63	0.0202	0.93	0.0440	1.23	0.0771
0.64	0.0208	0.94	0.0450	1.24	0.0783
0.65	0.0215	0.95	0.0460	1.25	0.0796
0.66	0.0222	0.96	0.0469	1.26	0.0809
0.67	0.0228	0.97	0.0479	1.27	0.0821
0.68	0.0235	0.98	0.0489	1.28	0.0835
0.69	0.0242	0.99	0.0499	1.29	0.0848
0.70	0.0249	1.00	0.0509	1.30	0.0861
0.71	0.0256	1.01	0.0519	1.31	0.0874
0.72	0.0264	1.02	0.0530	1.32	0.0888
0.73	0.0271	1.03	0.0540	1.33	0.0901
0.74	0.0279	1.04	0.0551	1.34	0.0915
0.75	0.0286	1.05	0.0561	1.35	0.0928
0.76	0.0294	1.06	0.0572	1.36	0.0942
0.77	0.0302	1.07	0.0583	1.37	0.0956
0.78	0.0310	1.08	0.0594	1.38	0.0970
0.79	0.0318	1.09	0.0605	1.39	0.0984

CARGA DE VELOCIDAD

$$h_v = v^2/2g$$

$$1/2g = 0.05097$$

v	h_v	v	h_v	v	h_v
1.40	0.0990	1.70	0.1473	2.00	0.2038
1.41	0.1013	1.71	0.1490	2.01	0.2059
1.42	0.1027	1.72	0.1507	2.02	0.2079
1.43	0.1042	1.73	0.1525	2.03	0.2100
1.44	0.1056	1.74	0.1543	2.04	0.2121
1.45	0.1071	1.75	0.1560	2.05	0.2142
1.46	0.1076	1.76	0.1578	2.06	0.2162
1.47	0.1101	1.77	0.1596	2.07	0.2184
1.48	0.1116	1.78	0.1614	2.08	0.2205
1.49	0.1131	1.79	0.1633	2.09	0.2226
1.50	0.1146	1.80	0.1651	2.10	0.2247
1.51	0.1162	1.81	0.1669	2.11	0.2269
1.52	0.1177	1.82	0.1688	2.12	0.2290
1.53	0.1193	1.83	0.1706	2.13	0.2312
1.54	0.1208	1.84	0.1725	2.14	0.2334
1.55	0.1224	1.85	0.1744	2.15	0.2356
1.56	0.1240	1.86	0.1763	2.16	0.2378
1.57	0.1256	1.87	0.1782	2.17	0.2400
1.58	0.1272	1.88	0.1801	2.18	0.2422
1.59	0.1288	1.89	0.1820	2.19	0.2444
1.60	0.1304	1.90	0.1840	2.20	0.2466
1.61	0.1321	1.91	0.1859	2.21	0.2489
1.62	0.1337	1.92	0.1878	2.22	0.2512
1.63	0.1354	1.93	0.1898	2.23	0.2534
1.64	0.1370	1.94	0.1918	2.24	0.2557
1.65	0.1387	1.95	0.1938	2.25	0.2580
1.66	0.1404	1.96	0.1958	2.26	0.2603
1.67	0.1421	1.97	0.1978	2.27	0.2626
1.68	0.1438	1.98	0.1998	2.28	0.2649
1.69	0.1455	1.99	0.2018	2.29	0.2672

CARGA DE VELOCIDAD

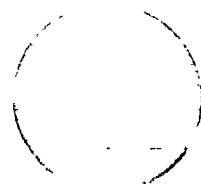
$$h_v = v^2/2g$$

$$1/2g = 0.05097$$

v	h_v	v	h_v	v	h_v
2.30	0.2696	2.60	0.3445	2.90	0.4286
2.31	0.2719	2.61	0.3472	2.91	0.4316
2.32	0.2743	2.62	0.3498	2.92	0.4345
2.33	0.2767	2.63	0.3525	2.93	0.4375
2.34	0.2790	2.64	0.3552	2.94	0.4405
2.35	0.2814	2.65	0.3579	2.95	0.4435
2.36	0.2838	2.66	0.3606	2.96	0.4465
2.37	0.2862	2.67	0.3633	2.97	0.4496
2.38	0.2887	2.68	0.3660	2.98	0.4526
2.39	0.2911	2.69	0.3688	2.99	0.4556
2.40	0.2935	2.70	0.3715	3.00	0.4587
2.41	0.2960	2.71	0.3743	3.01	0.4617
2.42	0.2985	2.72	0.3770	3.02	0.4648
2.43	0.3009	2.73	0.3798	3.03	0.4679
2.44	0.3034	2.74	0.3826	3.04	0.4710
2.45	0.3059	2.75	0.3854	3.05	0.4741
2.46	0.3084	2.76	0.3882	3.06	0.4772
2.47	0.3109	2.77	0.3910	3.07	0.4803
2.48	0.3134	2.78	0.3939	3.08	0.4835
2.49	0.3160	2.79	0.3967	3.09	0.4866
2.50	0.3185	2.80	0.3996	3.10	0.4898
2.51	0.3211	2.81	0.4024	3.11	0.4929
2.52	0.3236	2.82	0.4053	3.12	0.4961
2.53	0.3262	2.83	0.4082	3.13	0.4993
2.54	0.3288	2.84	0.4111	3.14	0.5025
2.55	0.3314	2.85	0.4140	3.15	0.5057
2.56	0.3340	2.86	0.4169	3.16	0.5089
2.57	0.3360	2.87	0.4198	3.17	0.5121
2.58	0.3392	2.88	0.4227	3.18	0.5154
2.59	0.3419	2.89	0.4257	3.19	0.5186



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



INSTALACIONES PARA HOSPITALES

ING. NICOLAS ZAPETT VAZQUEZ
ING. JOSE ORTIZ MONASTERIO

III.- AGUAS NEGRAS-VENTILACION Y AGUAS PLUVIALES

1.- Descripción del Sistema de Aguas Negras-Ventilación.

La eliminación de las aguas negras debe hacerse utilizando tu
berías y accesorios que ofrezcan la máxima seguridad.

El sistema de eliminación de las aguas negras consiste en una
o varias redes de tuberías que trabajan por gravedad y con un tiran
te a medio tubo. Los recorridos verticales o bajadas de aguas ne
gras deben trabajar a 1/3 de llenado.

DEL NATIONAL PLUMBING CODE

11.3 Instalación de tuberías de drenaje.

11.3.1 Las tuberías horizontales para drenaje deben instalarse con
una pendiente uniforme pero nunca pendientes menores que las per
mitidas en los párrafos siguientes:

11.3.2 Tuberías pequeñas.- Las tuberías horizontales de drenaje de
3" (75 mm.) de diámetro y menores deben instalarse con una pendien
te no menor de 1/4 de pulgada por pie (2%).

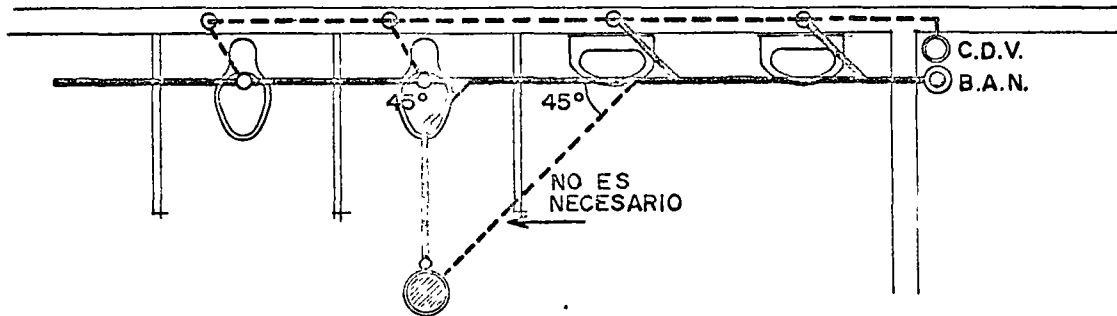
11.3.3 Tuberías grandes.- Las tuberías horizontales de drenajes
mayores de 3" (75 mm) de diámetro deben instalarse con una pendien
te no menor de 1/8 de pulgada por pie (1%).

11.3.4 Velocidad mínima.- Cuando las condiciones no permiten que
los drenajes principales sean colocados con una pendiente igual que
la especificada, entonces puede permitirse una pendiente menor, a
condición de que la velocidad calculada no sea inferior a 2 pies por
segundo (60 cm. por segundo).

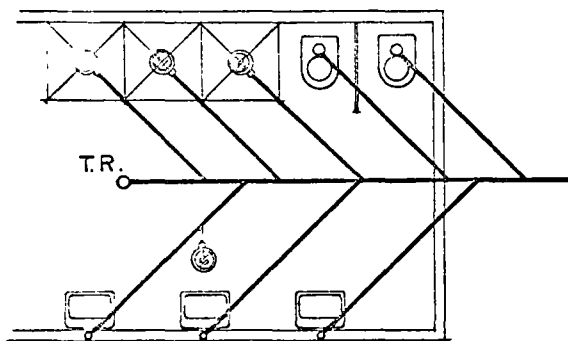
El flujo del agua en tuberías parcialmente llenas, puede verse a
fectado por el movimiento del aire, principalmente en las descargas
de los muebles sanitarios, donde el régimen de escurrimiento llega
a ser de avenida o sea que momentáneamente la sección trabaja a tu
bo lleno, lo mismo puede suceder en las bajadas y donde se unen
dos ramales principales.

Para regularizar el flujo del agua y del aire se requiere completar
el sistema con una red adicional que permita obtener cierto equilibrio
entre las presiones y depresiones que pueden presentarse; esta red
constituye el sistema de ventilación.

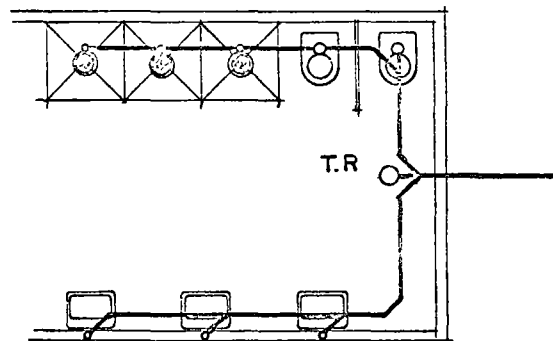
La conexión entre tuberías horizontales de drenaje debe hacerse a 45° . Esto no obliga a que el ángulo de incidencia se inicie en el lugar del desagüe.



El ramaleo de las tuberías de desagüe debe simplificarse hasta donde lo permitan las condiciones de la estructura y la coordinación con otras instalaciones. Deben evitarse los recorridos diagonales en longitudes largas y las tuberías al centro de sanitarios.



NO



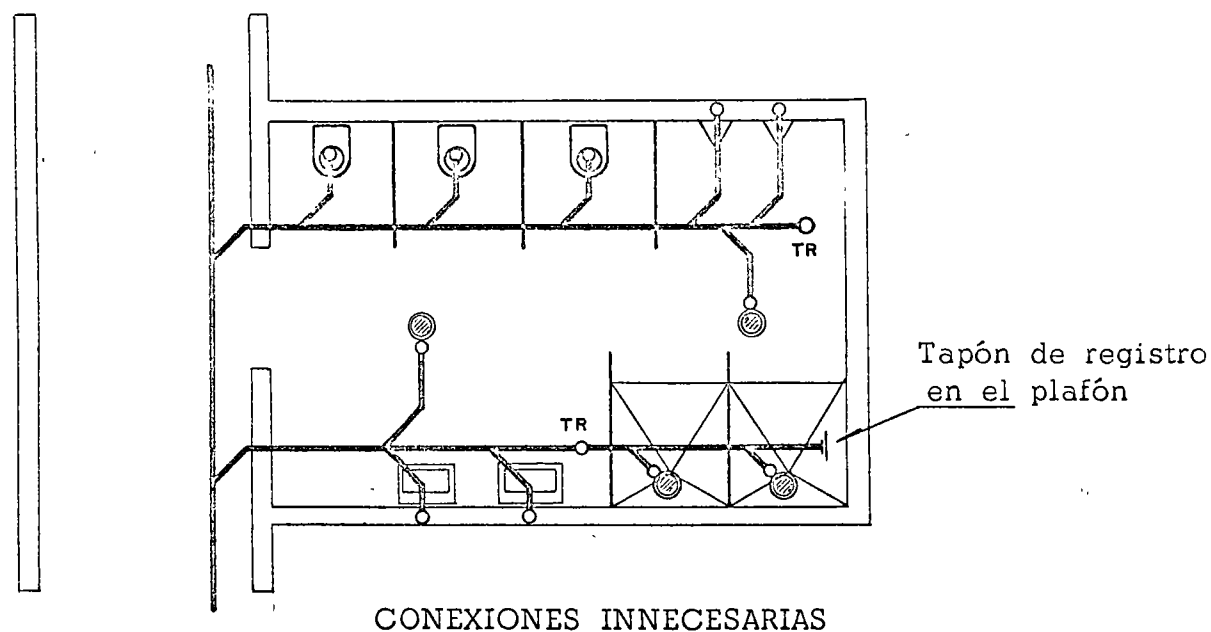
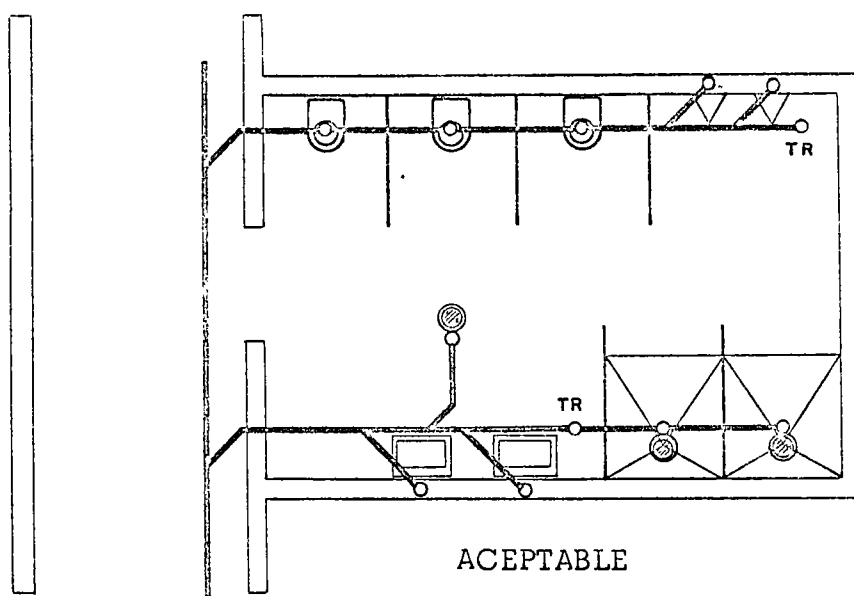
ACEPTABLE

Las tuberías de ventilación no deberán trabajar como drenaje, salvo en los casos de ventilación húmeda en que el drenaje es el que se hace trabajar eventualmente como ventilación.

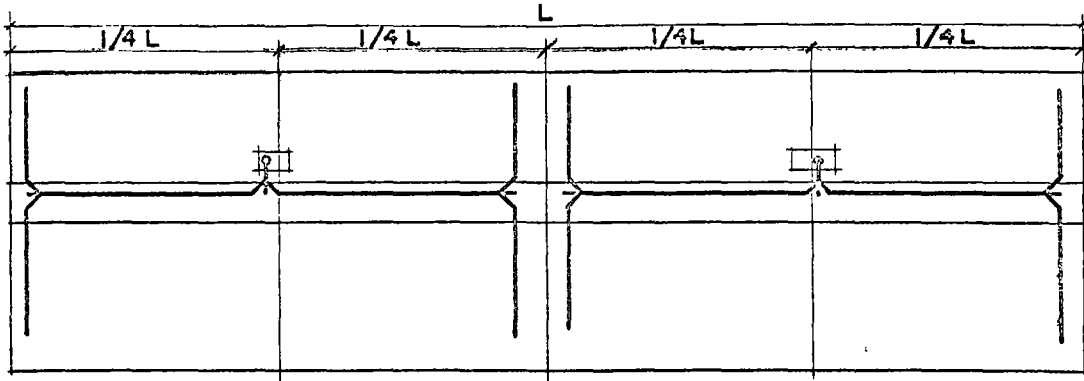
2. Diseño

2.1 Configuración de las tuberías.

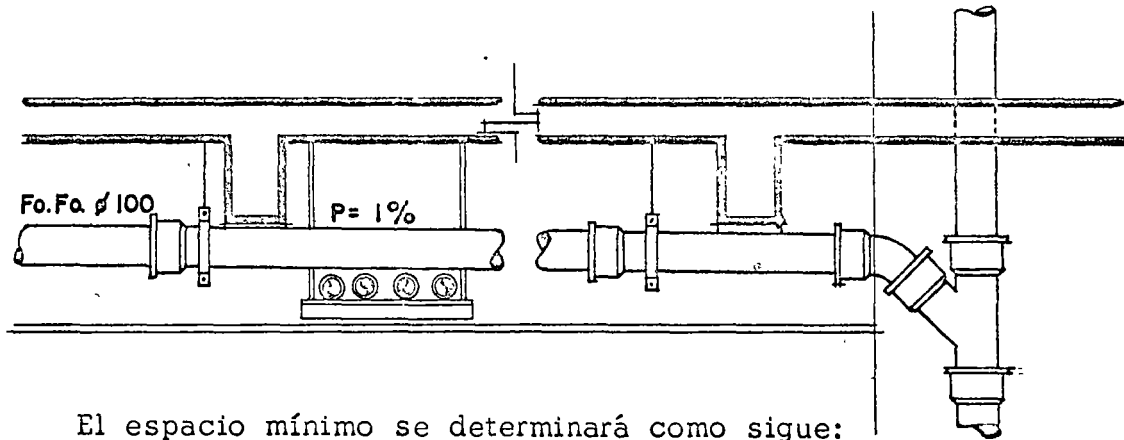
a). La configuración de los ramaleos interiores de las tuberías debe continuar con el criterio ya expuesto, de describir trayectorias paralelas a la estructura, evitando piezas de conexión innecesarias.



b). Longitudes máximas de recorrido.



La longitud máxima de recorrido estará dada por el espacio disponible entre el plafón y la estructura, el diámetro y la pendiente.



El espacio mínimo se determinará como sigue:

- Diámetro exterior de la tubería	15 cm.
- Pendiente 1% long. 15 mts.	15 cm.
- Soporte	<u>5 cm.</u>
	35 cm.
- Espacio libre entre el plafón y la tubería	<u>5 cm.</u>
- Espacio mínimo requerido.	40 cm.

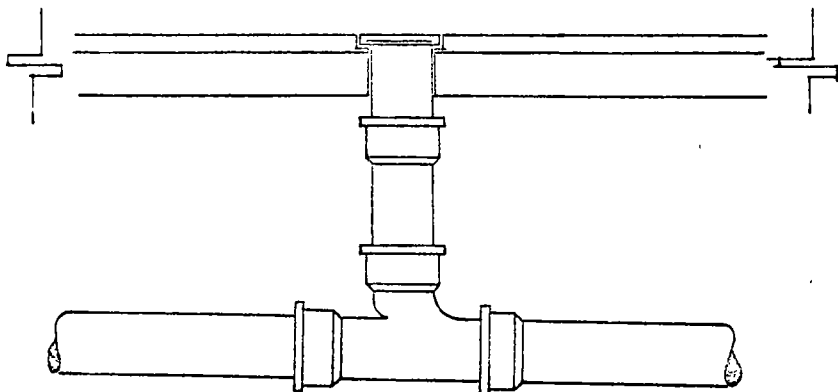
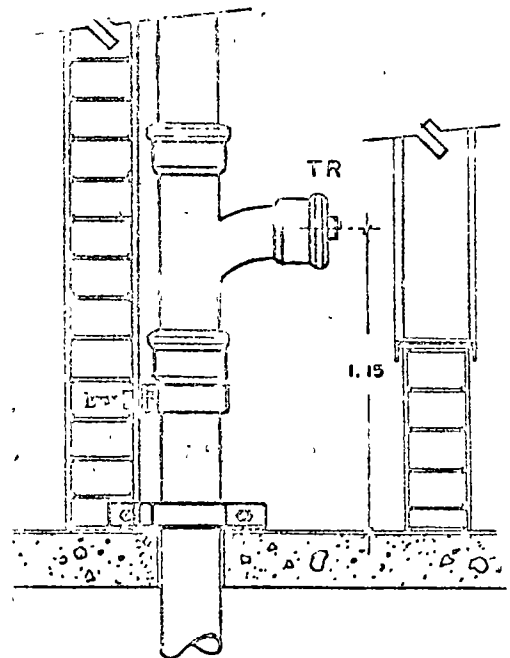
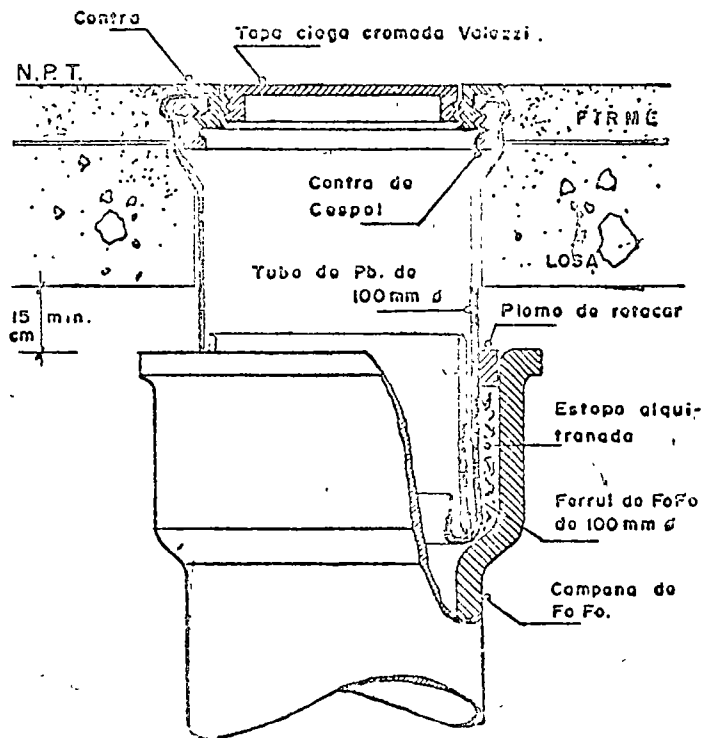
Sin considerar cruzamientos con otras instalaciones que en ocasiones será necesario tomar en cuenta.

La longitud máxima recomendable es de 15 a 20 mts., siendo 12 a 15 el óptimo recorrido largo.

c). Las bajadas habrán de localizarse de manera que los recorridos máximos no excedan de 20 mts.

d). Es indispensable instalar tapones de registro para la remoción de obstrucciones por lo menos a cada 8 ó 10 mts.

De preferencia deberán colocarse dentro de los locales sanitarios. Si los recorridos son demasiado largos o la configuración de la tubería tiene muchas desviaciones, será necesario instalar mayor número de registros que no será posible localizar dentro de locales sanitarios, salvo la solución que se encuentre en coordinación con el arquitecto, se recomienda localizarlo en los pasillos, en salas de espera y otros lugares donde se tolere y pueda controlarse la contaminación. El diseño de los registros debe orientarse a evitar problemas mayores que una obstrucción.



e). Coordinación de espacios.- En el caso de las tuberías de eliminación de aguas residuales para las cuales se exige una pendiente determinada, la coordinación con otros instaladores y con la estructura se hace a todas luces indispensable y se requiere la comprensión del problema por parte de otros instaladores, ya que como se ha visto no puede permitirse ningún defecto de instalación que probablemente pudiera ocasionar destrucción de la tubería o modificaciones, dado su grado de peligrosidad por sus características altamente contaminantes.

Por otra parte, la característica particular de requerimiento de una pendiente limitada dificulta las posibilidades de coordinación, debido a que la posición de la tubería va cambiando a lo largo de su recorrido.

Debemos evitar el paso de tuberías de desagüe sobre cuartos de encamados, zonas de trabajo de enfermería, sub-estaciones eléctricas, quirófanos, etc..

La posición de las bajadas de aguas negras y pluviales dentro de los ductos verticales debe ser tal que se obtengan facilidades de soportarlas, ya sea directamente de la estructura o por medio de travezaños metálicos que ocupen el espacio mínimo dentro del ducto.

3. Cálculo de Redes de Aguas Negras

3.1 Uso de tablas.- Para el cálculo de las redes de aguas negras, aplicaremos el método aceptado por National Plumbing Code en el cual se presentan las tablas 11.5.2 y 11.5.3 que simplifican la selección de diámetros. Estas tablas fueron calculadas utilizando la fórmula de Manning.

3.2 A continuación presentaremos el cálculo de una instalación que no corresponde a ningún proyecto realizado, pero que nos permitirá hacer la aplicación de las tablas arriba mencionadas.

	UNIDADES MUEBLE		DIAMETROS EN mm.					Observaciones
	Alimen taciones	Desa gües	Desagüe	Trampa	Ventilación	AF	AC	
Excusado flux. privado	6	6	100		50	32	38	Solamente si lleva manguera lavadora de cómodos
Excusado flux. público	10	8	100		50	32		
Lavabo	2	2	38	32	38	38	13	
Urinario	5	4	50		38	25		
Regadera	4	2	75	75		13	13	
Excusado T.B. público	5	4	100		50	13		
Excusado T.B. privado	3	3	75			32	19	
Bebadero	1	$\frac{1}{2}$	32	32	32	13		
Baño de artesa	4	3	50	38	38	13	13	
Tina de Hubbard	10 AF 4 AC	6	75			32	19	
Vertedero Séptico	4	3	50	38	38	13	13	Con trampa de yeso Vapor de 13 mm. Con triturador Aire Comprimido
Vertedero de aseo	4	3	50	50	38	19	19	
Vertedero sencillo en mesa de trabajo	3	2	38	38	38	13	13	
Vertedero doble en mesa de trabajo	4	2	50	50	38	19	19	
Tarja de laboratorio	2	2	38	38	38	13	13	
Fabricadora de hielo	1	1	50			19		
Vertedero para yeso	4	2	50	50	38	19	19	
Tanque de Rayos X	4	2	38	38	38	13	13	
Lavacómodos	10	6	75	75	50	25		
Fregadero de cocina en piso	4	2	50	50	38	19	19	
Unidad Dental	1	1	19					Trampa de grasa Trampa de grasa Mezcladora
Mesa de autopsias	4	2	38	38	38	13	13	
Vertedero en area de Animales	4	2	50	50	38	19	19	
Lavabo de cirujano	4	3	50	38	38	13	13	
Lavadora de loza	6	4	50			19	19	
Fregadero de ollas (doble)	4	3	50	38		13	13	
Fregadero de cocina	4	3	50	38	38	13	13	
Tanque de remolino	6	3	50			13	13	
Coladeras de piso		1	50	50				

A G U A S N E G R A S

T A B L A 11.5.3

MAXIMO DE U.M. QUE PUEDEN CONECTARSE

DIAMETRO mm.	CUALQUIER RAMAL HORIZONTAL	BAJADA DE 3 PISOS O MENORES	MAS DE 3 PISOS	
			TOTAL EN LA BAJADA	TOTAL EN UN PISO
32	1	2	2	1
38	3	4	8 ⁺	2
50	6	10	24	6
64	12	20	42	9
75	+ 20	+ 30	+ 60	+ 16
100	160	240	500	90
125	360	540	1100	200
150	620	960	1900	350
200	1400	2200	3600	600
250	2500	3800	5600	1000
300	3900	6000	8400	1500

+ NO MAS DE 2 EXCUSADOS

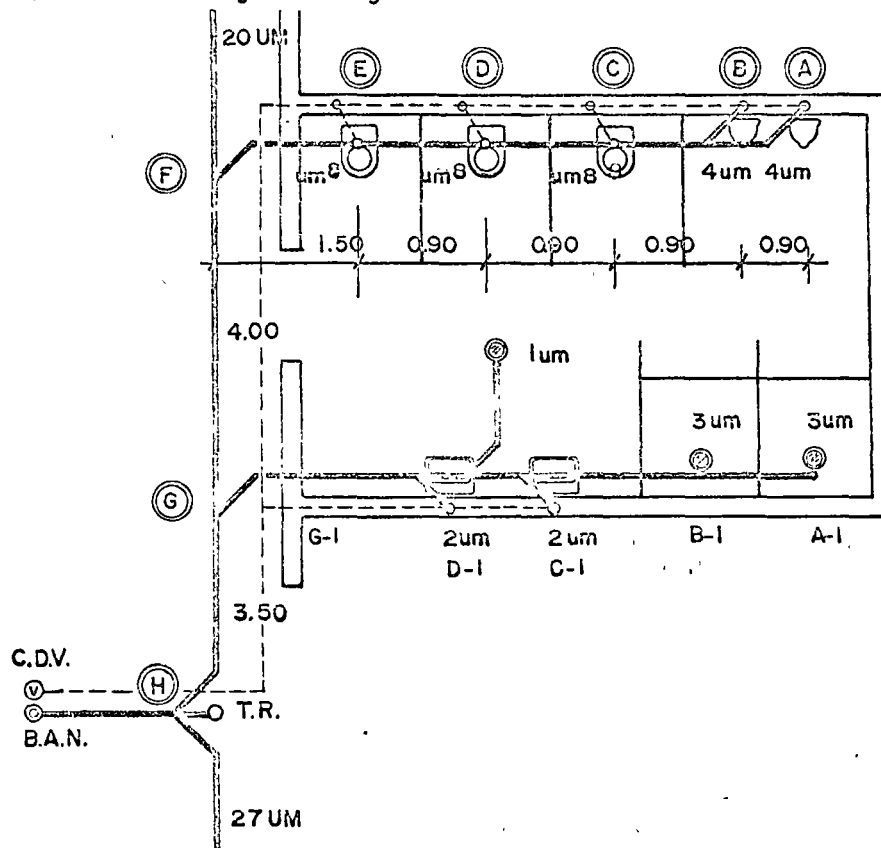
+ NO MAS DE 6 EXCUSADOS

T A B L A 11.5.2

MAXIMO DE U.M. QUE PUEDEN CONECTARSE
A CUALQUIER SECCION DEL DRENAJE

DIAMETRO mm.	P E N D I E N T E S			
	0.5 %	1 %	2 %	4 %
50			21	26
64			24	31
75		+ 20	+ 27	+ 36
100		180	216	250
125		390	480	575
150		700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	5700

Cálculo de redes de Aguas Negras



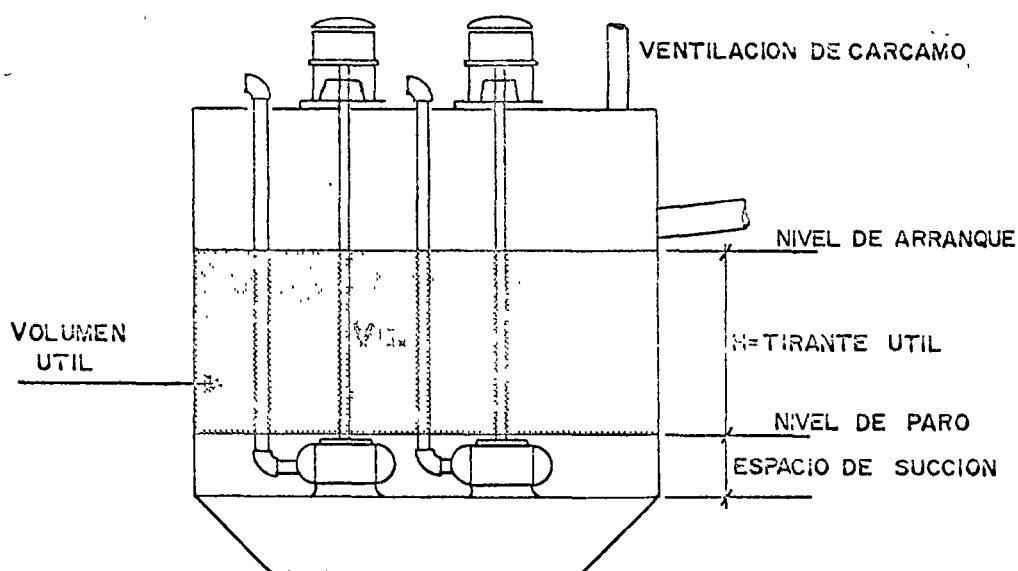
OSRA		SERVICIO	AN. Planta Tipo	CONDICIONES
PROP		MATERIAL	Fo. Fo.	Rendientes 2% y 1%
UBICACION		FORMA	Tablas 11.5.2	Ocho pisos iguales.
FECHA		CALCULO		
		REVISO		

HOJA DE CALCULO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PUNTO	UM	ACUM.	φ	Q	Long	Pend.	desnivel	cotas.		
	EN PUNTO			lps.	m.		m.			
A	4							30.950		
B	4	4	50	0.26	0.90	0.02	0.018	30.932		
C	8	8	50	0.49	0.90	0.02	0.018	30.914		
D	8	16	100	0.76	0.90	0.01	0.009	30.905		
E	8	24	100	1.04	0.90	0.01	0.009	30.986		
F	20	32	100	1.31	1.50	0.01	0.015	30.881		
G	11	52	100	1.94	4.00	0.01	0.040	30.841		
H	27	63	100	2.18	3.50	0.01	0.035	30.806		
B.A.N.		90	100	2.57	3.00	0.01	0.030	30.776		
					15.60	0.011	0.174			

4. Cárcamo de Bombeo

a). Para eliminar las aguas residuales ~~abajo~~ del nivel de la calle, siempre se recomienda recolectar las redes de desagüe a un cárcamo de bombeo. No obstante que se tenga el colector o la atarjea municipal a bajo del nivel del sótano, es recomendable no conectar los drenajes directamente porque siempre habrá posibilidad de inundación, ya sea que se presente una lluvia extraordinaria o que se presente un azolvamiento que llegue a obstruir la alcantarilla pública.



b). Transcribiremos aquí algunas normas del NATIONAL PLUMBING CODE.

11.7.2 Período de almacenamiento.- El período de almacenamiento de un cárcamo de aguas negras no debe exceder de 12 horas.

11.7.3 El cárcamo y la bomba deben diseñarse de tal manera que se descargue todo el contenido acumulado en el cárcamo durante el ciclo de la operación de vaciado.

11.7.4 Ventilación.- El sistema de tuberías de drenaje que se encuentran a bajo del nivel del alcantarillado debe instalarse y ventilarse en una manera similar a como se hace en el sistema de gravedad.

11.8.4 Diámetros.- Las coladeras, trampas y drenajes instalados abajo de la planta baja o subterráneos no deben ser menores de 2 pulgadas (50 mm.)

c). Determinación del volumen:

c.1 Ciclo de operación (T_C). - Es el tiempo entre dos arranques sucesivos de la bomba.

$$5 \text{ min} \leq T_C \leq 15 \text{ min.}$$

c.2 Gasto de la bomba (Q_B). - Debe ser igual al gasto máximo instantáneo calculado para el sistema de drenajes conectados al cárcamo. El gasto de la bomba es constante.

c.3 Gasto de entrada (Q_E). - Es el gasto variable que escurre en el sistema de drenaje.

c.4 Volumen útil (V_u). - Es el volumen que puede descargarse entre un arranque y paro de la bomba.

$$T_C = \frac{V_u}{Q_B - Q_E} + \frac{V_u}{Q_E}$$

El ciclo de operación es mínimo cuando:

$$Q_E = 0.5 Q_B$$

Por lo tanto:

$$T_C \text{ min} = \frac{4 V_u}{Q_B}$$

Con esta fórmula podremos diseñar el volumen útil del cárcamo, conociendo el gasto de la bomba y seleccionando una duración del ciclo de operación. Para gastos hasta de 10 lps. puede tomarse $T_C = 15 \text{ min.}$

En este caso:

$$V_u = \frac{Q_B \times T_C}{4}$$

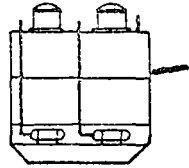
$$V_u = 0.25 \times 600 \times 15 = 2250 \text{ lts.}$$

Como el tirante mínimo recomendable es de 1.00 mts., el área sera de 2.25 m^2 que corresponde a un espacio de 1.50 m. x 1.50 m. Estas di mensiones del área son suficientes para alojar dos bombas. Es común que los proveedores de equipo nos recomienden bombas de mayor capacidad al gasto máximo instantáneo de entrada al cárcamo, se recomienda revisar la duración del ciclo de operación correspondiente al volumen útil del cárcamo proyectado y el gasto de la bomba comercial.

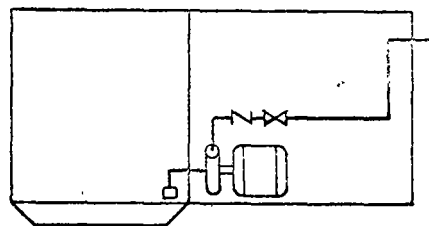
d). Ventilación del cárcamo.- Se requiere conectar un tubo de ventilación en la parte superior del cárcamo con un diámetro no menor de 100 mm. para evitar el efecto neumático en las tuberías de desagüe durante el llenado y la descarga que se efectúa con variaciones muy rápidas del tirante.

4.2 Equipo de bombeo de aguas negras.- Para la selección del equipo de bombeo de aguas negras existen en el mercado varios modelos de los cuales podremos escoger de acuerdo con las condiciones del proyecto.

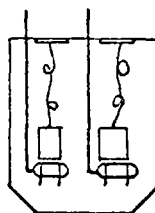
a). Bombas sumergidas con motor exterior.- Se pueden utilizar cuando se tiene espacio en el sótano para alojar los motores sobre la tapa del cárcamo.



b). Bombas horizontales para fosa seca.- Se pueden utilizar cuando no hay espacio en el sótano.



c). Bombas verticales sumergidas con motor sumergible.



d). La característica más importante que debemos exigir a la bomba para manejar aguas negras es que su impulsor sea de tipo abierto o semiabierto pero con un paso de esfera no menor de 63 mm.

La velocidad angular recomendable es de 1,400 revoluciones por minuto para 50 ciclos por segundo y 1,750 revoluciones por minuto para 60 ciclos por segundo como máximo.

Deben cuidarse las características del equipo mecánico, eléctrico y de control para que su operación automática sea segura y permita las máximas facilidades de servicio y mantenimiento.

5. Ventilación

a). Trampas y sellos.- Es un requisito esencial de cualquier sistema de aguas negras para edificios que debe tenerse un medio para prevenir la entrada de aire que fluye junto con el agua en las tuberías que van parcialmente llenas. Este problema lo resolvemos instalando trampas que retienen el sello de agua en el punto de conexión del mueble sanitario con la red de desagües.

Es preciso mantener este sello para evitar el paso de los malos olores y de aire contaminado a través de los muebles, para ello se debe diseñar una red complementaria que permita mantener cierto equilibrio de las presiones del aire dentro de los ramales de 2.5 cm. de columna de agua de presión positiva y 2.5 cm. de columna de agua negativa.

El material con que se construye este sistema adicional debe tener las mismas características de hermeticidad y seguridad que los utilizados para las redes de desagüe.

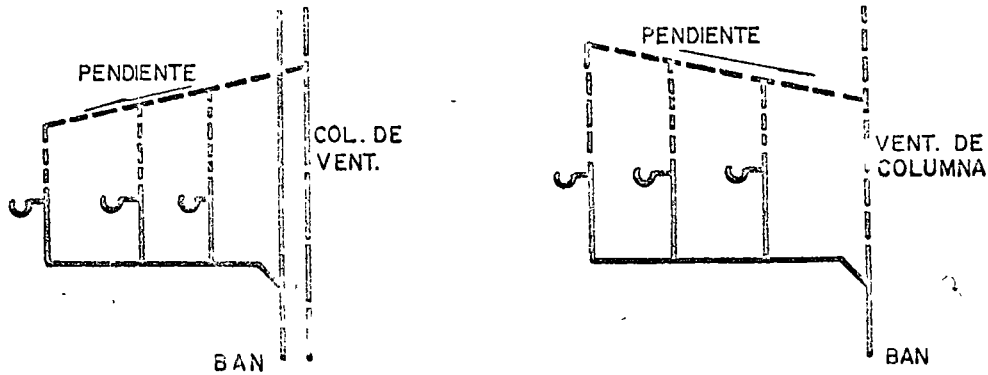
Traducción del National Plumbing Code

12.3.2 La columna de ventilación debe terminar independiente arriba de la azotea del edificio o debe conectarse con la extensión de la bajada por lo menos 6 pulgadas arriba del nivel máximo que puede alcanzar el agua en el último mueble.

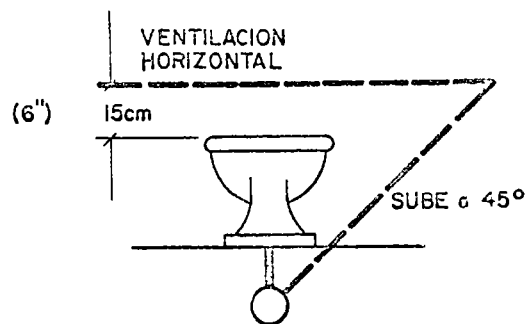
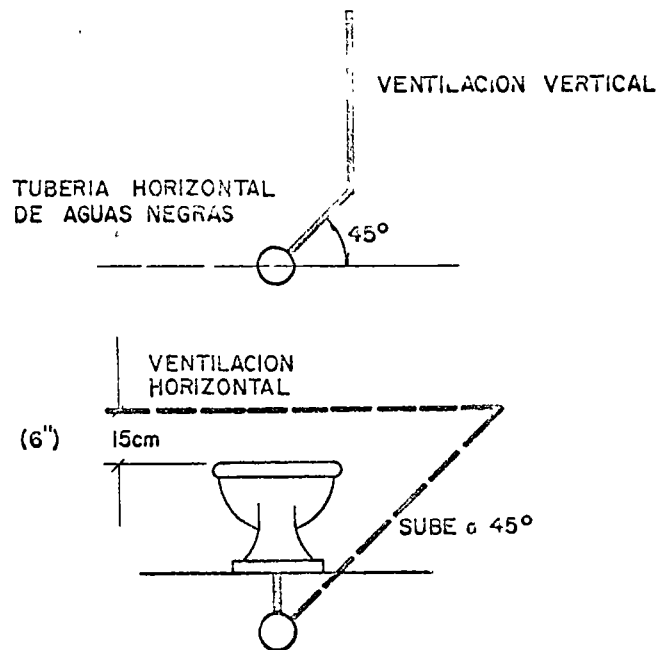
12.4.1 Extensión sobre la azotea.- Las extensiones de las tuberías de ventilación a través de la azotea deben terminarse por lo menos 6 pulgadas (15 cm.) sobre la misma.

12.6 Pendiente de ventilación y conexiones.

12.6.1 Todas las tuberías de ventilación y ramaleos de ventilación deben tener pendiente escurriendo hacia la tubería de desagüe por gravedad

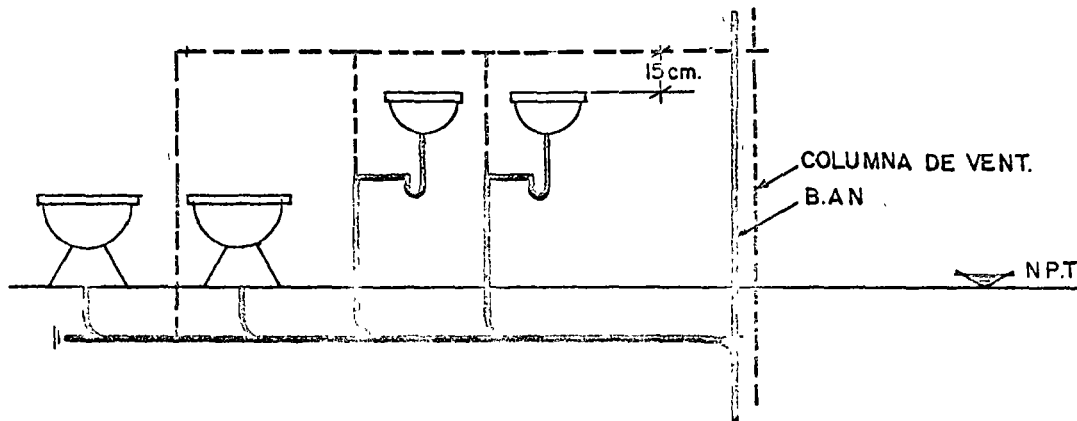


12.6.2 Ventilaciones verticales.- Donde se conectan las tuberías de ventilación a un tubo horizontal de desagüe, la ventilación debe salir por la línea de centros del tubo de desagüe y subir verticalmente o con un ángulo no mayor de 45° con la vertical hasta un punto situado 6 pulgadas (15 cm.), por lo menos, arriba.



12.6.3 Altura sobre el mueble.- Una conexión entre un tubo de ventilación y una columna de ventilación o la ventilación de la columna debe hacerse por lo menos 6 pulgadas (15 cm.) sobre el nivel de derrame del mueble más alto, servido por la ventilación.

Las tuberías horizontales que forman ramales de ventilación, ventilaciones de alivio, o ventilaciones en circuito deben estar por lo menos a 6 pulgadas (15 cm.) arriba del nivel de derrame del mueble más alto.



12.6.4 Entrada lateral.- Las entradas laterales de los codos de los excusados se permiten únicamente en los casos donde el mueble conectado está ventilado y en ningún caso debe usarse la entrada para ventilar un grupo de baño sin ser limpiado por la descarga de un mueble.

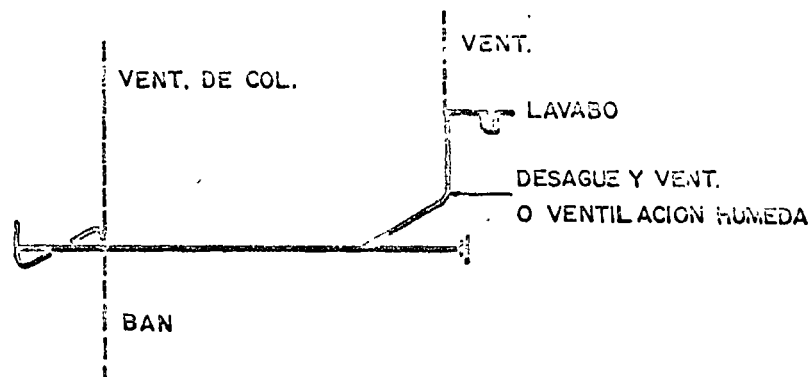


FIG. 12-14

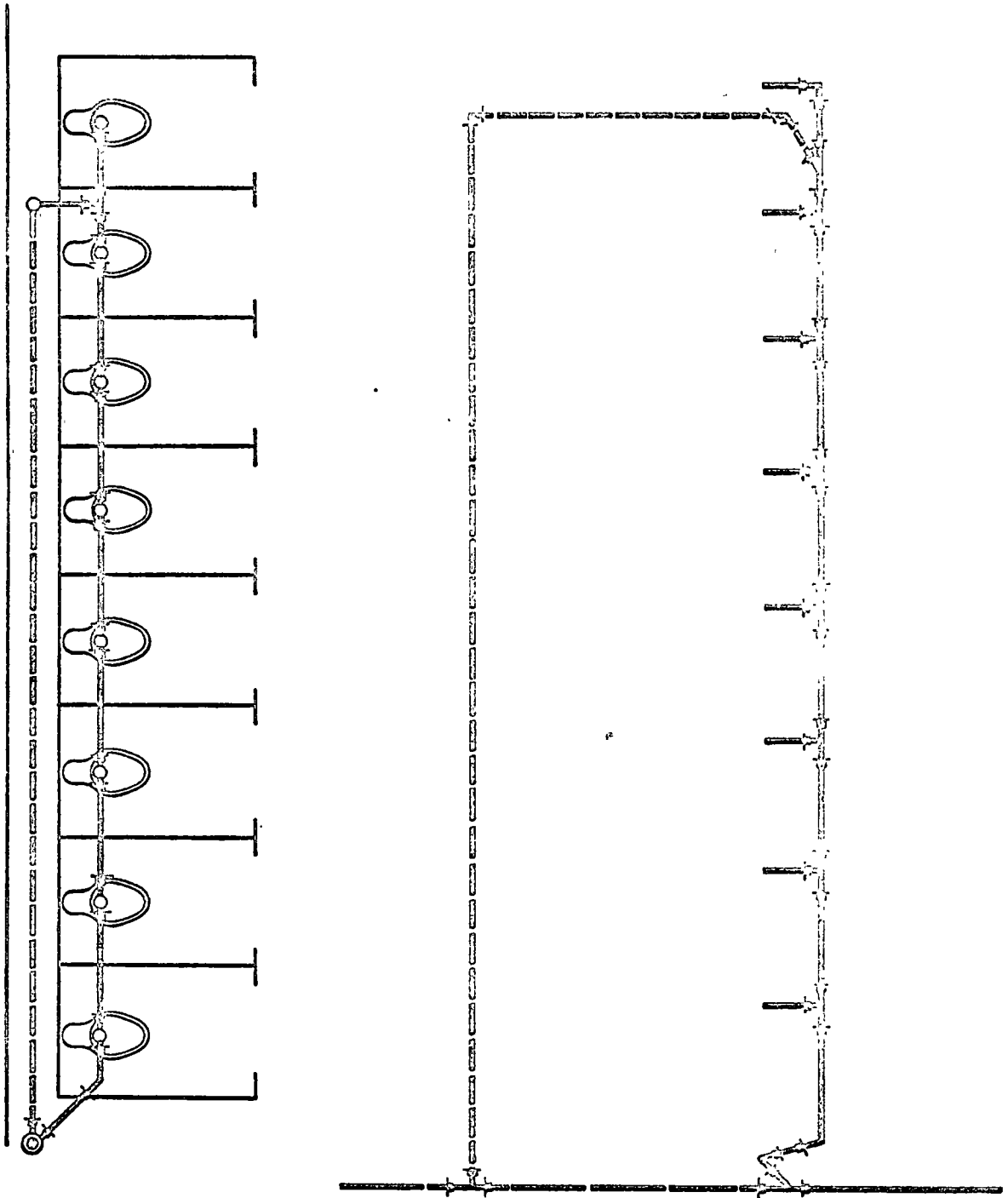
12.12 Ventilación húmeda

12.12.1 Un grupo de muebles de un cuarto de baño puede instalarse con el drenaje de un lavabo ventilado individualmente o un fregadero de cocina, sirviendo como ventilación para la tina-regadera y para el excusado, tomando la precaución de que:

a). No se drene más de una unidad mueble en un diametro de $1\frac{1}{2}$ (38 mm.) de ventilación húmeda o no más de 4 unidades mueble drenadas en un diámetro de 2 pulgadas (50 mm.) de ventilación húmeda.

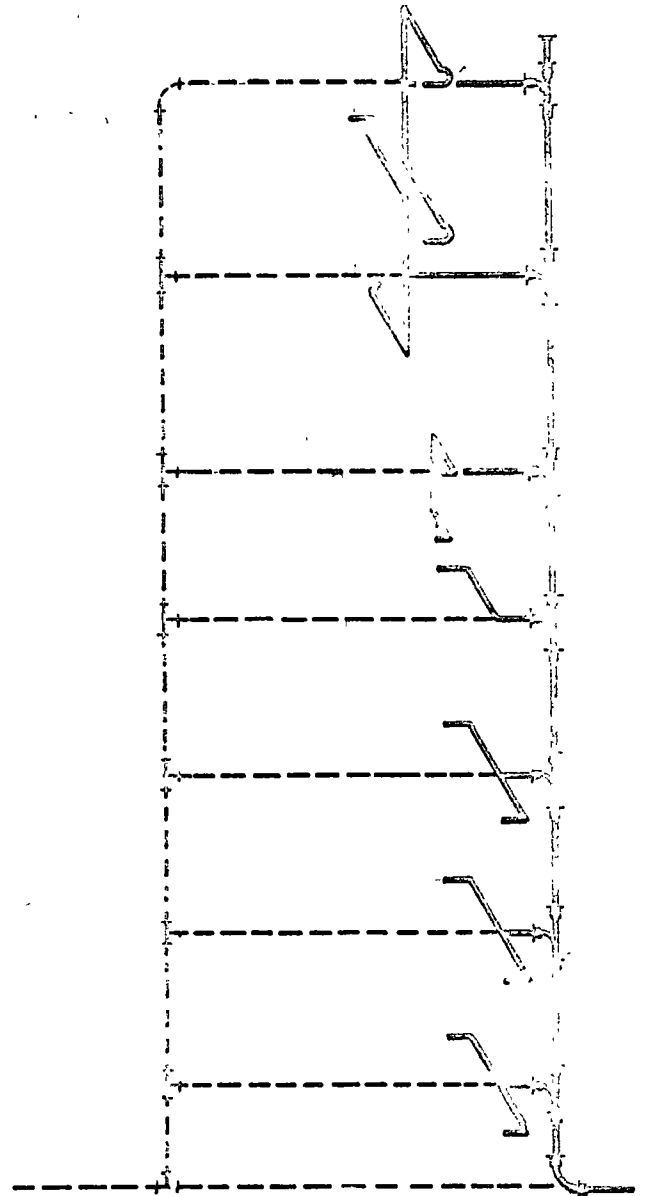
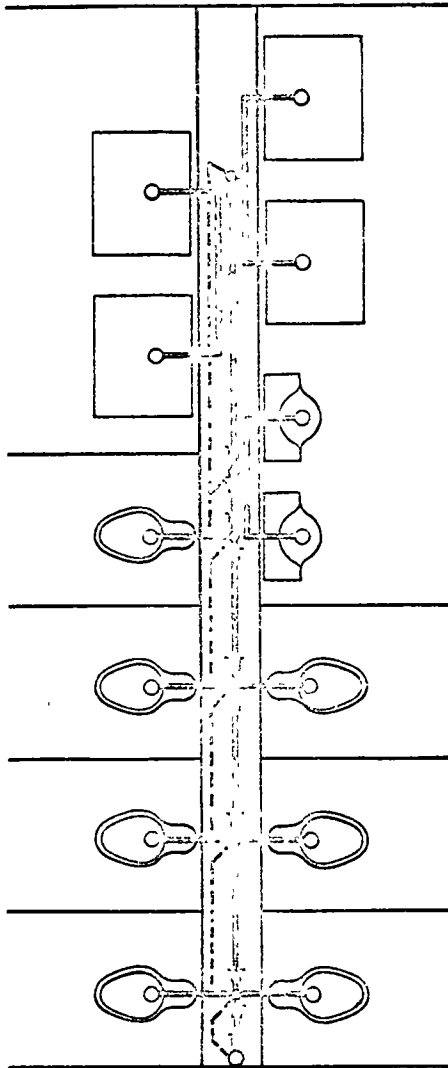
b). La ramal horizontal conecta a la columna al mismo nivel que drena el excusado o abajo del drenaje del mismo cuando se instala en el piso superior. También puede conectarse al codo del excusado.

b). VENTILACION EN CIRCUITO

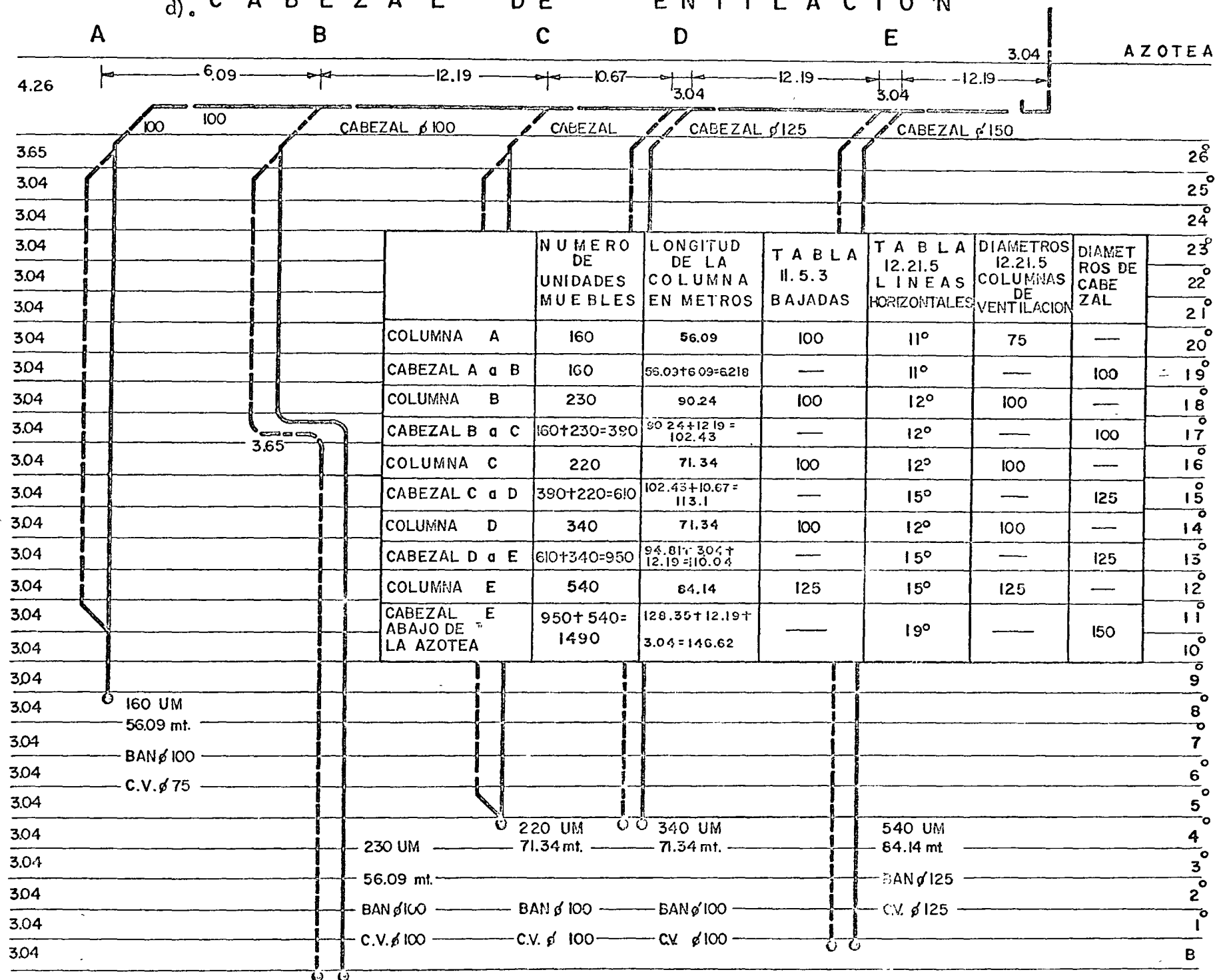


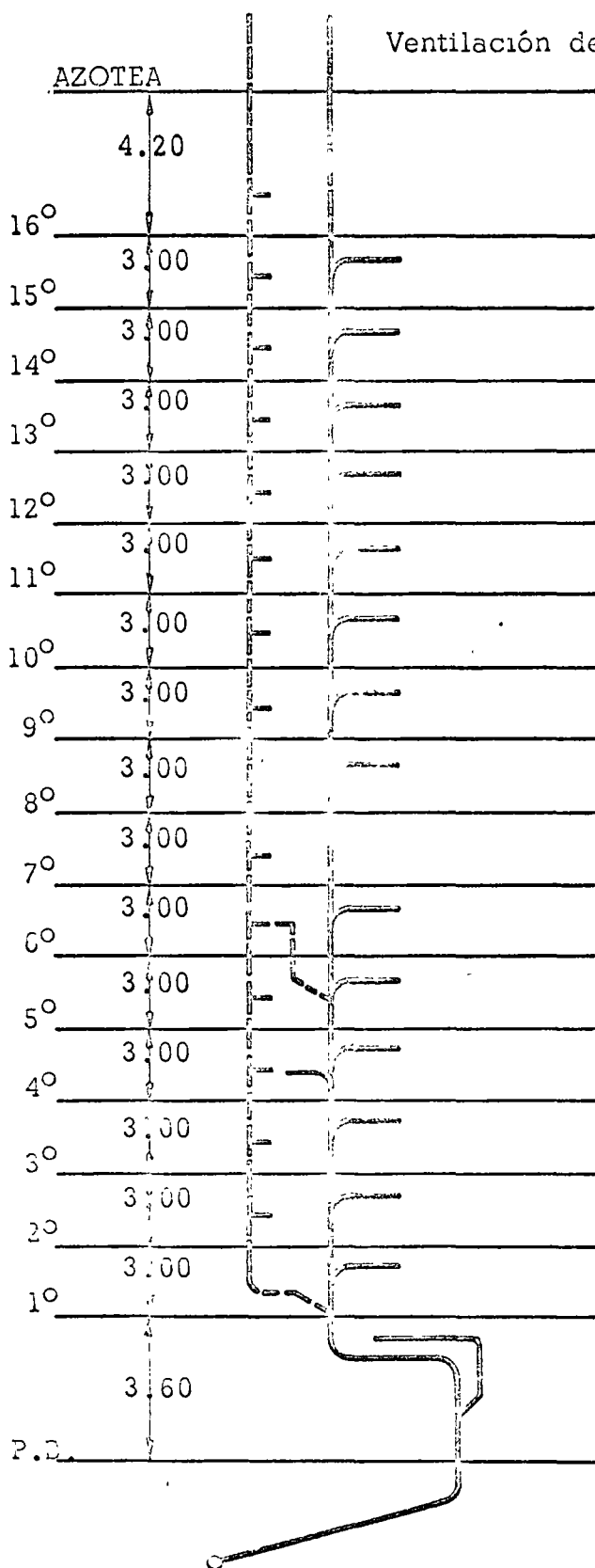
DIAGRAMAS TIPICOS DE VENTILACION

a). VENTILACION INDIVIDUAL



d). C A B E Z A L D E E N T I L A C I O N





Columna de ventilación, tabla 12.21.5

Bajadas de aguas negras, tabla 11.5.3

Un intervalo entre ramales es la sección de la bajada comprendida por lo menos entre 2.20 mts. entre ramales horizontales.

El diámetro de alivio de ventilación debe ser igual al de la columna de ventilación o la bajada de aguas negras dependiendo de la que sea menor.

Alivio de ventilación en el 100. intervalo. Abajo de la ramal superior.

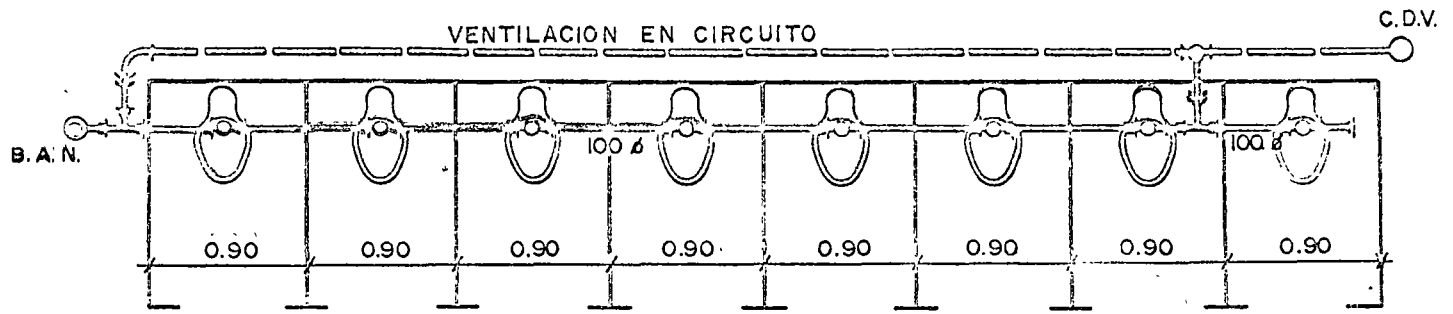
El alivio debe conectarse bajo la conexión de la ramal horizontal.

La columna de ventilación debe conectarse en la base de la bajada.

Una ramal horizontal en el piso inferior debe conectarse a la B.A.N. por lo menos 60 cm. abajo del cambio de dirección. El desvio debe dimensionarse como colector. tabla 11.5.2

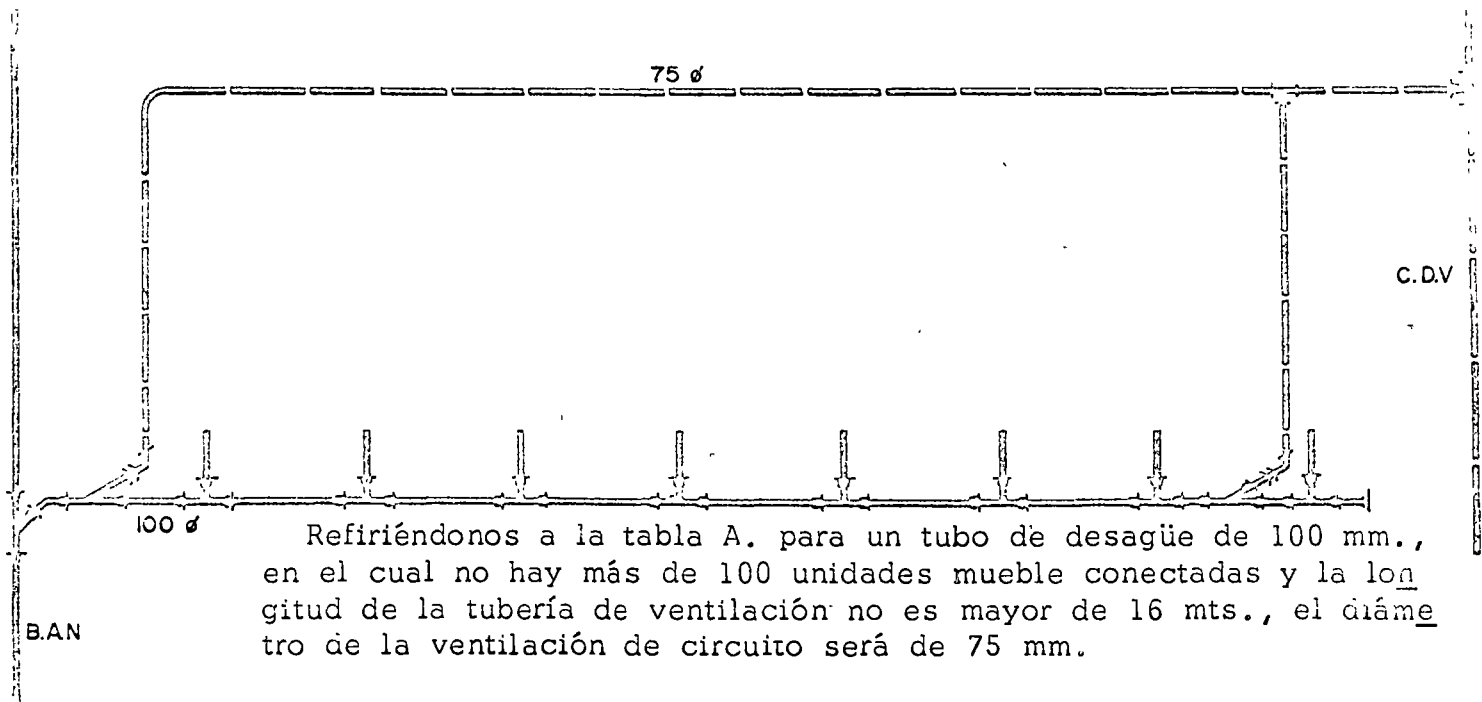
5.2 Tablas de Cálculo de ventilación

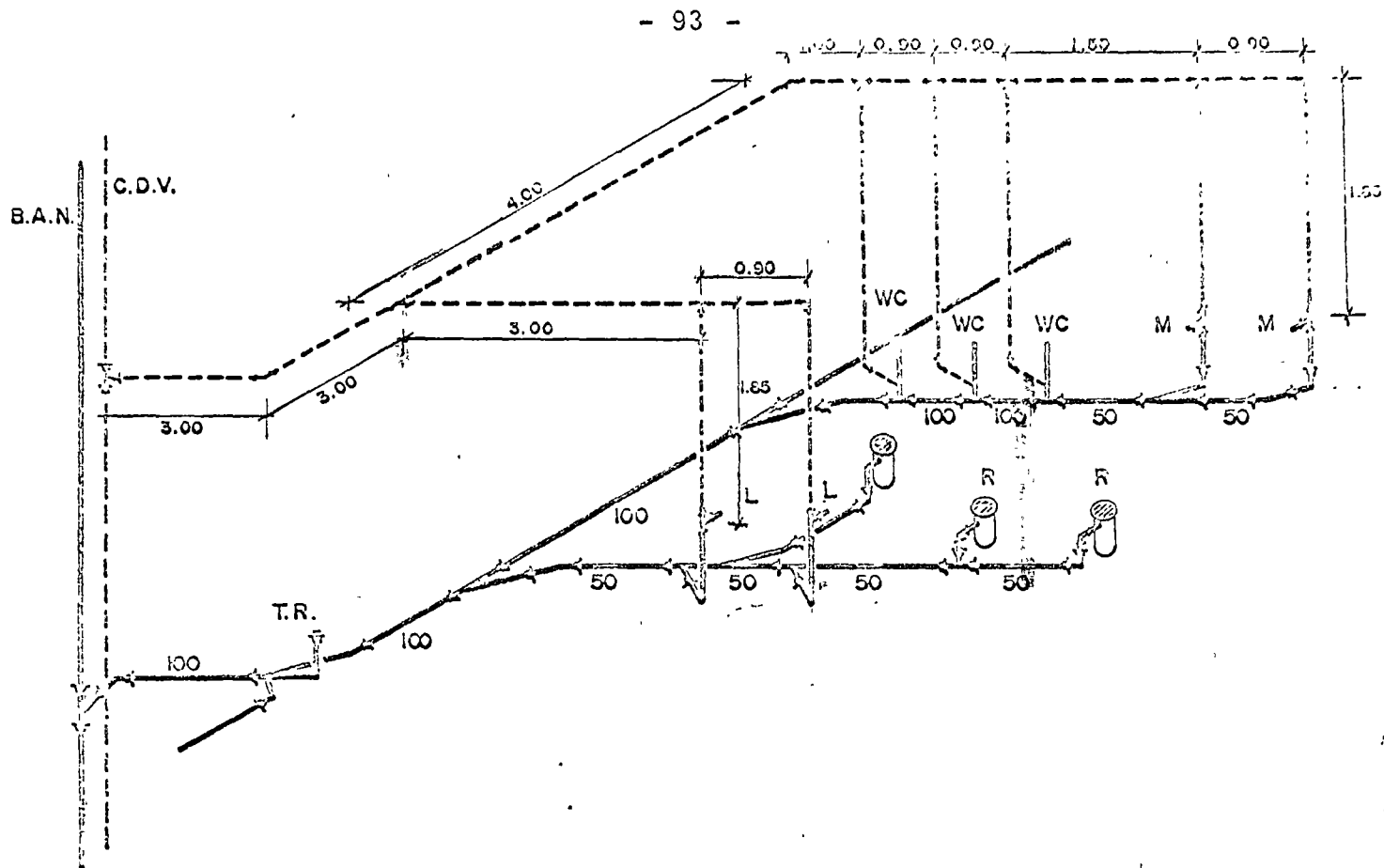
a). Ventilación en circuito



	Diámetro de Tuberías de Aguas Negras en mm.	Máximo número de Unidades Mueble	Diámetro de ventilación en circuito (mm.)					
			38	50	63	75	100	125
			Longitud máxima horizontal en mts.					
1	38	10	6					
2	50	12	5	12				
3	50	20	3	9				
4	75	10		6	12	30		
5	75	30			12	30		
6	75	60			5	24		
7	100	100		2	6	16	61	
8	100	200		2	5	15	55	
9	100	500				4	11	43
10	125	200				5	21	61
11	125	1,100				3	12	43

TABLA A





OSRA	SERVICIO	CONDICIONES
PROP	MATERIAL	
UBICACION	FORMULA	
FECHA	CALCULO	
	REVISOR	

H O J A D E C A L C U L O

[illegible]

OBRA	SERVICIO	COLUMNA DE VENT	CONDICIONES
PROP	MATERIAL	Fo. Fo.	
UBICACION	FORMULA	TABLA 12.21.5	
	CALCULO		
FECHA	REVISOR		

H O J A D E C A L C U L O

[illegible]

6. Eliminación de Aguas Pluviales

6.1 Diseño

El diseño de las tuberías de eliminación de aguas pluviales obedecerá a las normas hasta ahora fijadas por el diseño de las tuberías de aguas negras con la salvedad de que la mayor parte de su recorrido se desarrolle en forma vertical y unicamente abajo del nivel de azotea será preciso tener desarrollos de tubería horizontal.

6.2 Cálculo.

Para el cálculo de las tuberías de eliminación de aguas pluviales nos ajustaremos a lo establecido en el National Plumbing Code. A las personas interesadas en método racional se les recomienda consultar las páginas 9-58 a 9-80 del libro Handbook of Air Conditioning Heating and Ventilating de Strock and Koral o los apuntes del curso de aguas pluviales dictado por el Ing. Don Manuel de Anda.

Para edificios dedicados a actividades hospitalarias se recomienda que el sistema de aguas pluviales sea separado del sistema de aguas negras.

Traducción del National Plumbing Code

13.1 Generalidades

13.1.1 Las azoteas, las áreas pavimentadas, plazas y patios deben ser drenados en un sistema pluvial separado o en un sistema combinado donde se disponga de dicho sistema.

13.1.2 Drenaje prohibido.- Las aguas pluviales no deben drenarse en albañales proyectados por el servicio de aguas negras unicamente.

13.6 Dimensionamiento de los drenajes pluviales

13.6.1 Las bajadas de aguas pluviales deben dimensionarse considerando la máxima proyección horizontal del área de la azotea de acuerdo con la tabla 13.6.1

13.6.2 Colector de aguas pluviales.- El diámetro del colector de aguas pluviales o cualquiera de sus ramales horizontales con una pendiente de 4 % o menos debe calcularse con base a la máxima proyección del área manejarse de acuerdo con la tabla 13.6.2.

13.7 Diámetros de drenajes combinados.

13.7.1 La conversión : del área de azotea a unidades mueble del sistema

de aguas pluviales que puede conectarse a un sistema combinado. El area drenada puede convertirse a una portación equivalente en unidades mueble.

13.7.2 Cuando la aportación total de unidades mueble en el sistema combinado es menor de 256 unidades mueble es area drenada equivalente en proyección horizontal debe ser tomada como 1,000 pies cuadrados (93 m²).

13.7.3 Cuando la aportación total en unidades mueble excede de 256, cada unidad mueble debe considerarse equivalente a 3.9 pies cuadrados de area drenada.

13.7.4 Si la intensidad de precipitación es diferente de 4 pulgadas (100 mm.), la equivalencia de 1,000 pies cuadrados en el párrafo 13.7.2 y el 3.9 del párrafo 13.7.3 deberán ajustarse multiplicando los por 4 y el producto se dividirá entre la altura de precipitación en pulgadas que deba considerarse...

Tabla 13.6.1

A- BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES

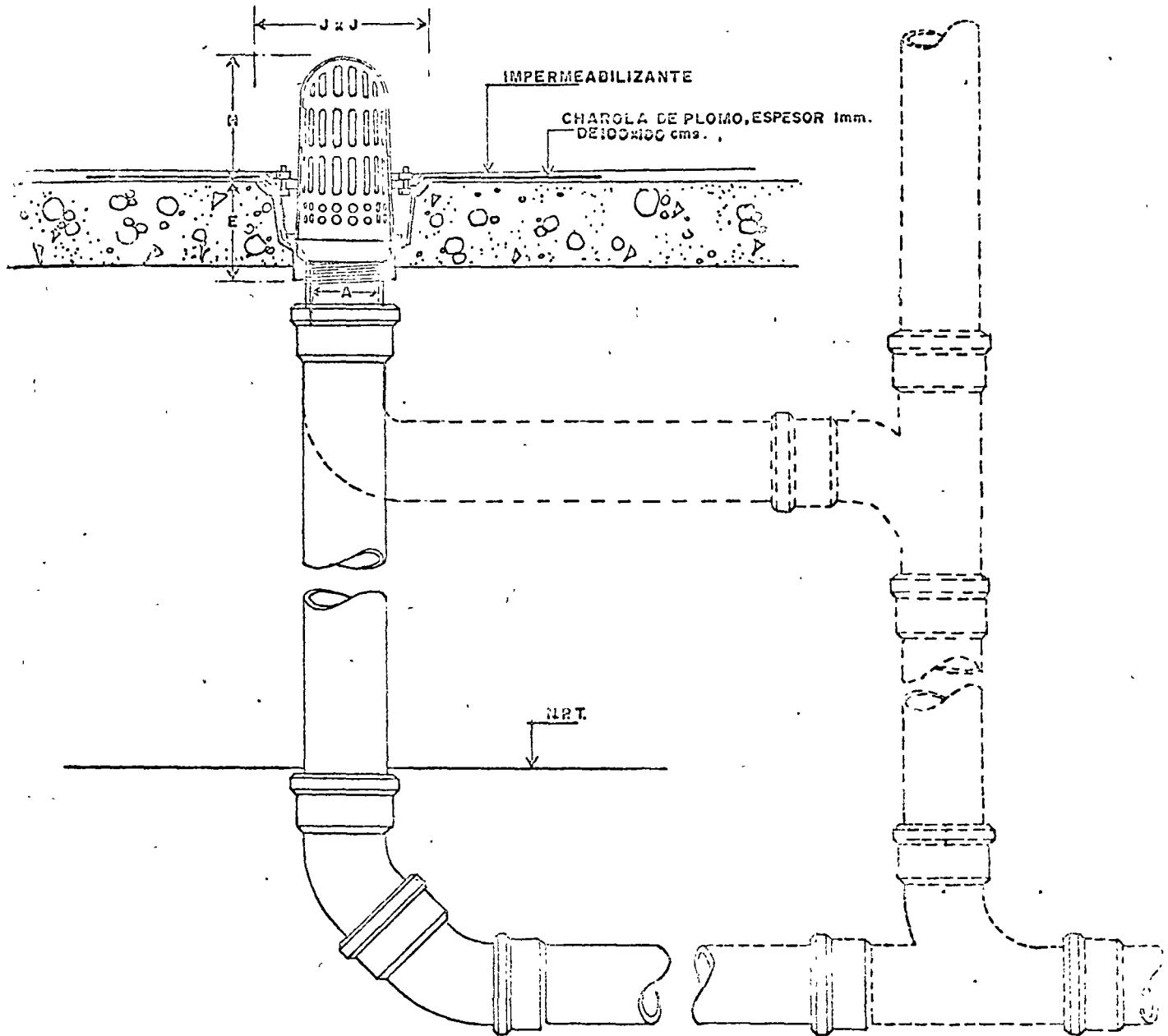
DIAMETRO EN mm.	PRECIPITACION NORMAL EN mm.					
	50	75	100	125	150	200
	METROS CUADRADOS DE AZOTEA					
50	133	89	66	53	44	33
63	240	160	120	96	80	60
75	400	280	204	163	136	102
100	850	567	435	340	285	213
125			800	640	535	400
150					835	625

Tabla 13.6.2

B.-TUBERIAS PLUVIALES HORIZONTALES

DIAMETRO EN mm.	PENDIENTE DE 1%					PENDIENTE DE 2%				
	PRECIPITACION EN mm.					PRECIPITACION EN mm.				
	50	75	100	125	150	50	75	100	125	150
METROS CUADRADOS DE AZOTEA										
75	152	101	76	61	51	215	143	107	86	72
100	348	232	174	139	116	490	325	245	196	163
150	1000	660	495	396	330	1400	930	700	560	465
200	2130	1420	1065	850	704	3020	2010	1510	1210	1000

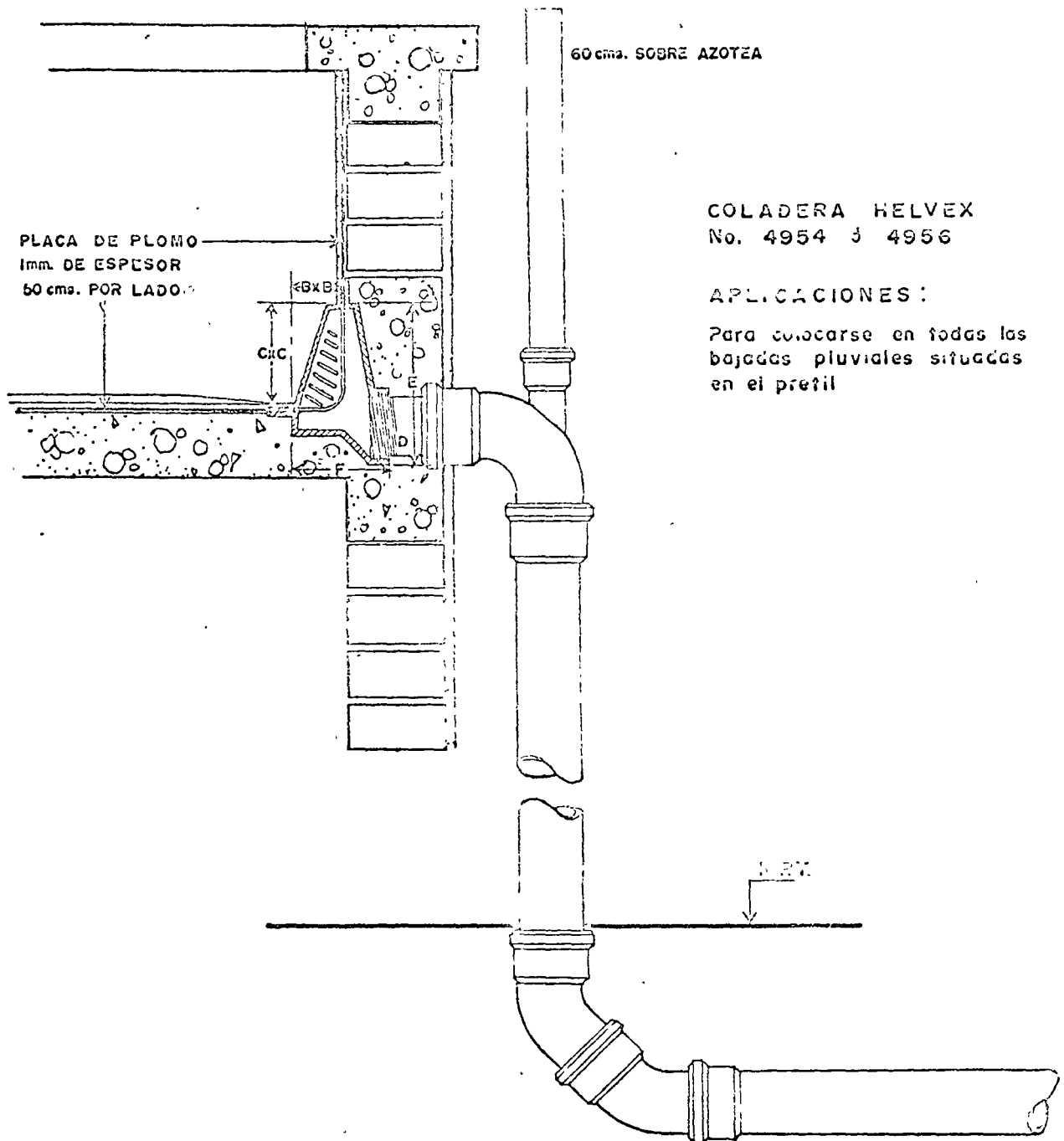
	COLADERAS PLUVIALES	DETALLE 7.3.
--	---------------------	-----------------



COLADERA N°.	A	E	H	J
444 o 444X	101	152	150	203
446 o 446X	152	227	226	304

ACOTACIONES EN MM

	COLADERAS PLUVIALES	DETALLE 7.4.
--	---------------------	-----------------



No.	A	B	C	D	E	F	G	L	M	X	Y
4954	101	127	173	95	25.1	14	16.8	10.1	3.8	3.5	5.7
4956	151	19	26	143	35	21	252	151	5.7	54	85

DIMENSIONES EN CENTIMETROS

VAPOR Y RETORNO DE CONDENSADO

INGS. NICOLAS ZAPETT VAZQUEZ
JOSE ORTIZ MONASTERIO

I VAPOR Y CONDENSADO

1) QUE ES EL VAPOR ?

Todos sabemos lo que ocurre cuando hierve una tetera. - Sale vapor, y si la tapa de la tetera no ajusta bien, comienza a subir y bajar.

¿ Qué sucedió dentro de la tetera desde el momento en que empezó a salir el vapor ?

Casi tan pronto como Ud. pone la tetera con agua fría sobre el fuego, o la llama del gas, el calor comienza a pasar a través del metal de la tetera al agua. El paso continuo del calor calentó el agua, y la tornó cada vez más caliente, hasta que el agua comenzó a hervir.

Tan pronto como el agua comenzó a hervir, llegó al punto en que no podía absorber más calor. Pero como el recipiente estaba sobre el fuego (o la llama del gas), el calor seguía tratando de pasar al agua. ¿ Qué sucedió entonces ?.

Se produjo un cambio en el agua. El calor que estaba "Tratando de conseguir lugar" en el agua fue expedido de inmediato - en forma de vapor. En otras palabras, el calor adicional comenzó a evaporar, o sea convertir el agua en vapor.

Esto es lo que llama vapor de agua.

Si dejásemos la tetera sobre el fuego durante un tiempo suficiente, el agua continuaría evaporándose por medio del calor - que seguiría entrando, hasta que no quedara ni una gota en la tetera. Toda el agua habría sido convertida en vapor.

¿ Por qué utilizamos el vapor ?

¿ Por qué utilizamos el vapor para calefacción, para secar pasta de papel, para evaporar disoluciones químicas, para procesos de calentamiento, para mover turbinas, máquinas y bombas - para realizar los miles y miles de procesos en todas las ramas de la industria ? ¿ Por qué el vapor precisamente ? ¿ Por qué está extendido su uso en el mundo civilizado ?.

Simplemente porque existe una necesidad de calor y energía al mismo tiempo y el vapor es la manera más adecuada y económica de transportar grandes cantidades de calor y energía. -

El vapor es fácil de producir ya que se obtiene del agua, elemento que tanto abunda en el mundo. El vapor puede controlarse cómodamente y fácil.

Para una sencilla demostración de la diferencia existente entre el calor y la energía de la presión del vapor, vamos a retroceder al recipiente citado antes.

Primero hagamos la prueba del calor. Si tomamos la temperatura del agua y del vapor, comprobaremos que ambas son iguales, ya que el vapor contiene la misma cantidad de calor que el agua hirviendo.

Ahora ensayamos la energía del vapor. Esta vez no necesitamos termómetros, solamente con tapar el recipiente veremos que, al cabo de un rato, la tapa se mueve y vibra. Es la energía de la presión del vapor la que mueve la tapa del recipiente.

Producción de vapor

Cuando se genera vapor en una caldera, ocurre exactamente igual que en el recipiente, pero naturalmente en mayor escala y con alguna variación. La caldera es la hermana mayor del recipiente. La diferencia más acusada entre los dos es que el recipiente no está bajo presión, sino que deja escapar el vapor según se produce.

Al llegar a este punto, hemos de hacer uso de uno o dos términos técnicos, no porque no podamos evitarlos, sino porque, una vez haya Ud. aprendido estos términos y lo que significan, se encontrará en mejor disposición para entender y apreciar la gran utilidad del vapor.

Cuando oiga Ud. hablar de Kilocaloría, sabrá Ud. que es la cantidad de calor que se necesita para elevar 10. centígrado la temperatura de un kilo de agua.

Más simplemente. Supongamos que tenemos agua, cuyo peso es exactamente un kilo (la temperatura que tenga el agua no importa de momento). Ponemos un termómetro dentro del agua y comprobamos su temperatura. Ahora añadimos calor al agua hasta que alcance 1°C, más. La cantidad de calor añadida hasta lograrlo es una Kilocaloría (a la que, a partir de ahora, llamaremos simplemente caloría).

Si en vez de elevar la temperatura del agua 1° C, la elevamos 4° C, habremos añadido 4 calorías. Si elevamos la temperatura de cuatro kilos de agua 1° C, habremos añadido 4 calorías, y así sucesivamente.

Ahora veamos lo que sucede en la caldera durante el proceso de generación del vapor.

El calor producido en el hogar de la caldera, pasa al agua, a través de la pared del hogar. La cantidad de calor que se añade al agua se mide en calorías. Como sucedió con el recipiente— el agua se calienta cada vez más hasta que hierve. El fuego si— gue suministrando calor, por lo que, en cuanto el agua hierve, comienza a formarse vapor.

Explicaremos, con algunos términos técnicos simplificados lo que ha ocurrido en la caldera.

Calor Sensible.

El calor que produce una elevación de la temperatura cuando se añade a un cuerpo se llama Calor Sensible. En nuestra calde— ra significa lo siguiente: El calor que pasa del hogar al agua, ha— ciéndola más caliente, se llama "Calor Sensible del Agua".

En el momento de encender la caldera, aunque el agua esté fría, ha de contener algún calor. Este calor inicial se conoce — también como Calor Sensible. Así, el calor inicial del agua, más el calor que se añade hasta ponerla a punto de ebullición, es la — cantidad total de Calor Sensible en el agua hirviendo.

Diremos algo más sobre este punto para tener la seguridad de que queda bien claro. Supongamos que la temperatura del agua de la caldera, antes de comenzar a añadir calor, es de 10°C . Su — pongamos también que la temperatura del agua cuando comienza — a hervir es de 100°C . Esto representa un aumento en la tempera — tura de 90°C . (por ello, podemos decir que el agua está 90°C . — más caliente que al comienzo).

Si repasamos nuevamente lo que hemos dicho sobre las ca— lorías. Comprobaremos que cada kilo de agua ha absorbido 90 calorías para calentarse de 10°C . hasta 100°C . Esto significa que si la caldera contiene 5,000 kilos de agua, la cantidad de Calor — Sensible añadida al agua hasta hacerla hervir es de 450,000 calo— rías, luego 5,000 kilos 450.000).

Le rogamos se fije especialmente que estas 450.000 calorías no es la suma total de calor Sensible en el agua hirviendo. Es la cantidad de calor Sensible añadido al agua para elevar su tempera — tura desde 10°C . hasta 100°C .

La suma total de calor Sensible en el agua que está a 100°C . es de 100 calorías por kilo de agua, por lo que 5,000 kilos de agua hirviendo, contiene 500.000 calorías de Calor Sensible.

Sírvase recordar siempre que no es igual la cantidad de calor que se ha añadido al agua, que la suma total de Calos Sensible que contiene el agua.

Perdone que interrumpamos nuestro relato en este punto para decirle que está Ud. leyendo el postulado básico sobre economía de combustible.

Naturalmente que, para calentar el agua de nuestra caldera, tenemos que quemar Fuel, Carbón o cualquier otro combustible. Hemos dicho que el agua estaba a 10°C . al comenzar a añadirle calor. Si estuviera a 50°C . necesitaríamos añadir solamente 250.000 calorías para hacer hervir los 5.000 kilos de agua de la caldera. Comenzando con el agua a 10°C . necesitamos 200,000 calorías más, lo que se traduce en un gasto de combustible considerablemente mayor. Por lo tanto, cuanto más caliente se encuentre el agua al comenzar, necesitaremos menos combustibles.

Ya tenemos el agua hirviendo en la caldera. ¿qué sucede ahora ?.

Calor Latente

El agua que hierve tiene una temperatura de 100°C . pero seguimos añadiendo calor procedente del hogar. Este calor extra es el que convierte al agua en vapor.

Supongamos que nuestra caldera tiene una espita que permite que el vapor se escape por ella. El agua no puede tener más de 100°C ., (luego diremos por qué) y el calor que continúa penetrando en ella, es rechazado inmediatamente en forma de vapor. En este momento, el agua cambia de estado y se convierte en un gas, dejando de ser un líquido. Ya comprobamos que la temperatura del vapor es la misma que la del agua hirviendo, o sea 100°C .

Este calor que produce un cambio de estado en el agua, sin variar su temperatura, se conoce como Calor Latente, (su nombre completo es Calor Latente de vaporización de agua, pero solamente le llamaremos Calor Latente). La cantidad de calor latente se mide también en calorías.

Calor Total del Vapor

Como ya hemos dicho, el vapor es un gran conductor del calor y de la presión. Por el momento nos ocuparemos solamente del calor.

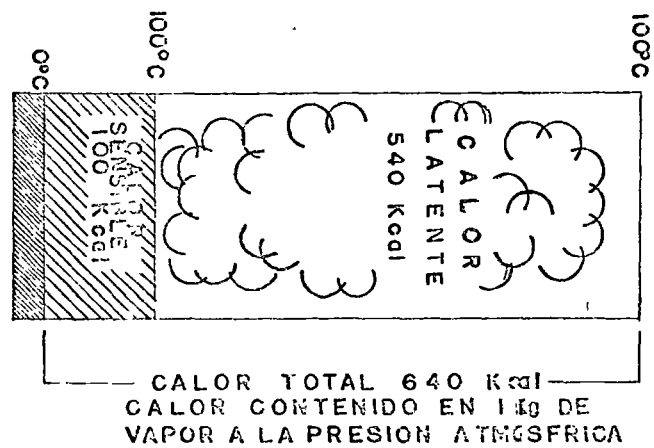


FIG. No.1

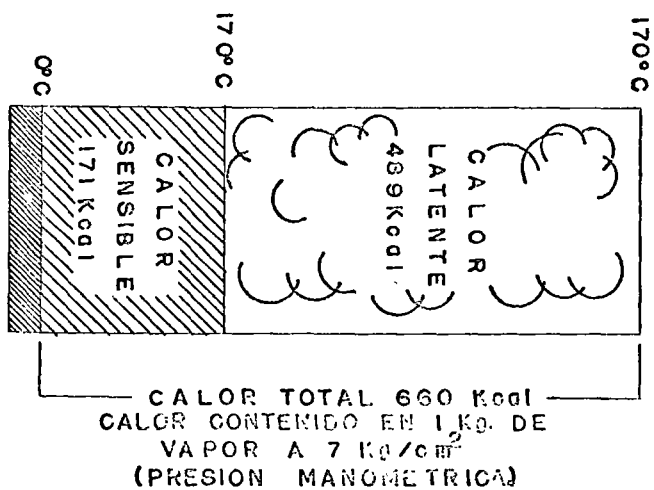


FIG. No.2

Hemos visto que el vapor que hemos generado en nuestra caldera, tiene dos clases de calor, cuya cantidad se expresa en calorías. Tiene el Calor Sensible, del agua hirviendo, al que hay que añadir el Calor Latente, que convierte el agua en vapor.

El calor Total del vapor es, por lo tanto, la suma del Calor Sensible más el Calor Latente. Véase el diagrama de la Fig. 1.

El diagrama nos indica que la cantidad de Calor Latente es considerablemente mayor que la cantidad de Calor Sensible. En cada kilo de vapor (que esta ahora a $100^{\circ}\text{C}.$) hay 100 calorías de Calor Sensible y prácticamente 539.3 calorías de Calor Latente haciendo un calor Total de 639.3 calorías.

La proporción se conserva siempre, independientemente de la cantidad de vapor que se trate. Por ejemplo, si en lugar de un kilo, tenemos 100 kilos de vapor, simplemente habrá que multiplicar por 100 las cifras anteriores, lo que significa que tendremos un Calor Total de 63,930 calorías, o sea 10,000 calorías de Calor Sensible y 53,930 calorías de Calor Latente.

Es importante recordar que una gran cantidad del Calor Total del vapor, la constituye el Calor Latente. Volveremos a tratar de este punto más adelante, cuando hablemos del uso del vapor.

Presión del Vapor

Ud. ha oído hablar de la presión atmosférica. Permítame recordarle lo que es .

El aire que nos rodea (la atmósfera) ejerce una presión en todas direcciones, sobre todas las superficies de los cuerpos. Esta presión se conoce como Presión Atmosférica.

La Presión Atmosférica es aproximadamente de 1 kilo por cada centímetro cuadrado de superficie.

Habíamos supuesto que nuestra caldera tenía una espita por la que se podía escapar el vapor según se producía. En estas condiciones el vapor está a Presión Atmosférica. La temperatura del vapor a Presión Atmosférica, es la misma que la del agua hirviendo a Presión Atmosférica, o sea, $100^{\circ}\text{C}.$ Permítanos repetir: Presión dentro y fuera de la caldera, Atmosférica. Presión del vapor, Atmosférica. Temperatura del agua en la caldera $100^{\circ}\text{C}.$ Temperatura del Vapor $100^{\circ}\text{C}.$

Una vez que nos ha ayudado a comprender lo que sucede a la Presión Atmosférica, podemos abandonar la supuesta espita de nuestra caldera. Continuamos generando vapor, pero al no existir la espita, el vapor no se puede escapar: ¿Qué sucede entonces?.

La caldera es un recipiente cerrado. Cuanto más vapor se genera dentro de este recipiente, más espacio necesita, por lo tanto debe comprimirse. Por este motivo el vapor se expande en todas direcciones y ejerce presión sobre todo lo que lo rodea. Así, además de ejercer presión sobre las paredes de la caldera, el vapor ejerce la misma presión sobre la superficie del agua.

La presión cada vez mayor, ejercida por el vapor y el efecto de esta presión sobre la superficie del agua, producen otros fenómenos. Estos fenómenos tienen un significado importante en el uso práctico del vapor. Si los tienen siempre presentes le ayudarán a utilizar el vapor con las mayores garantías de éxito.

Cuando aumenta la presión sobre la superficie del agua, aumenta al mismo tiempo, la temperatura necesaria para que el agua hierva. Mientras que a la presión Atmosférica el agua hierve cuando alcanza la temperatura de 100°C , vemos que, a una presión de 8 kilos por centímetro cuadrado, el punto de ebullición del agua se ha elevado a 170°C .

Naturalmente que, para mantener el agua hirviendo y producir vapor a esta temperatura superior necesitamos añadir una cantidad mayor de unidades de Calor Sensible. Sin embargo, a temperatura y presión más elevadas, la cantidad de unidades de Calor Latente que se necesitan son menores.

Sírvanse volver a la fig. 1. En ella aparece el calor que contiene el vapor a la presión Atmosférica. Comparemos ahora con la Fig. 2, la que nos muestra las proporciones de calor contenido en el vapor a la presión de 8 kilos por centímetro cuadrado. Podemos ver que el Calor Total de cada kilo de vapor ha aumentado, pero no mucho, solamente 30.7 calorías; el Calor Sensible ha aumentado bastante, 70 calorías, pero el Calor Latente ha disminuído 49 calorías *(valores aproximados).

Siempre que el vapor sufre un cambio de presión, suceden variaciones de este tipo en el contenido de calor del mismo.

Cuando la presión del vapor aumenta, aumenta un poco el calor Total disponible. (El aumento del Calor Total es cada vez menor, cuanto mayor es la presión); aumenta considerablemente el Calor Sensible, pero disminuye el Calor Latente.

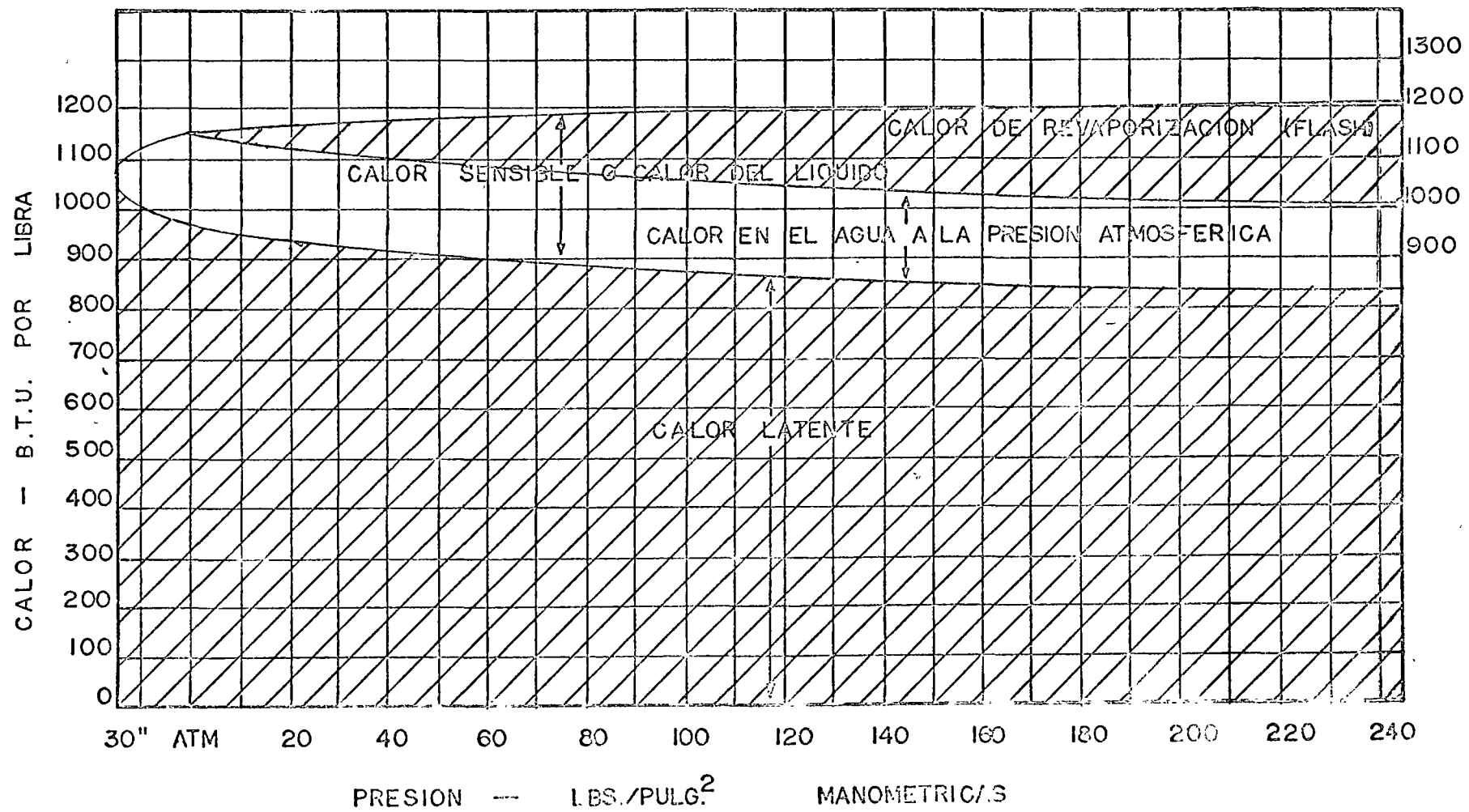


FIG. CALOR LATENTE, CALOR SENSIBLE Y CALOR DE REVAPORIZADO FLASH A DIFERENTES PRESIONES

Cuando la presión del vapor desciende, disminuye algo el Calor Total disponible, pero no mucho, disminuye considerablemente el Calor Sensible, pero aumenta el Calor Latente.

" Calor Total del Vapor"

Al final del " Calor Total del Vapor" resaltábamos la importancia de recordar que una gran proporción del Calor Total del Vapor, está constituida por el Calor Latente. Ahora queremos destacar que cuando menor es la presión del vapor, la cantidad de Calor Latente contenida en él es mayor.

Cuando lleguemos a la sección titulada "¿Por qué se condensa el vapor?", sabremos el motivo por el cual el Calor Latente es tan importante en el uso del vapor para procesos de calentamiento. - Sírvase recordar que el vapor es el mejor medio para transportar y ceder calor.

Debemos aclarar algunos conceptos referentes a la presión, por si los encuentra confusos.

La presión del vapor se expresa en kilos por centímetro cuadrado y se escribe Kgs./cm².

La presión del vapor se puede dar como "Presión Absoluta" o "Presión Manométrica", pero siempre que no se haga constar 0 que es presión Absoluta, significa que es Manométrica. La presión Manométrica se mide por encima de la presión atmosférica. - Cuando se da una presión Absoluta, hay que restarle la presión atmosférica. Por ejemplo, 8 kgs. cm². Absolutos, serán 7 kgs. - por encima de la presión atmosférica.

La presión Manométrica es la que indica un medidor de presión corriente (manómetro) que Ud. conoce sobradamente, por haberlos visto instalados en calderas y aparatos de vapor. Como la presión manométrica empieza a contar por encima de la Presión - Atmosférica, su 0 corresponde exactamente con ella.

En el ejemplo utilizado en la fig. 2, con el vapor a 8 kgs. cm². la presión a que nos referíamos era absoluta.

En el futuro, siempre que demos una presión de vapor, se entenderá que es Manométrica. En algún caso particular, cuando tengamos que referirnos a la presión Absoluta, añadiremos esta palabra a la cifra en kgs/cm². que corresponda.

¿ Qué espacio ocupa el vapor ?

El volumen que ocupa un peso determinado de vapor, depende únicamente de su presión.

Sin convertirnos en vapor un kilo de agua, tendremos exactamente un kilo de vapor. Veamos un ejemplo que nos mostrará las variaciones de espacio ocupado por este kilo de vapor, a distintas presiones.

A presión Atmosférica, un kilo de vapor ocupa aproximadamente 1.669 decímetros cúbicos, mientras que a presión de 7 kgs. cm^2 . ocupa solamente 242 decímetros cúbicos.

En ámbos casos, nos referimos a la misma cantidad de vapor en peso, pero cuanto más alta es la presión, el espacio que ocupa es menor, puesto que el vapor se comprime al aumentar la presión.

Calor y Temperatura

Los términos Calor y Temperatura son bastante frecuentes y también es frecuente llegar a confundirlos. Antes de continuar hemos de explicar claramente la diferencia que existe entre ámbos.

Calor es lo que hace que un cuerpo aumente de temperatura. Cuando un cuerpo no puede admitir más calor, ha alcanzado el más alto grado de su temperatura.

Así como el agua fluye de un nivel a otro más bajo, el calor fluye siempre de un cuerpo a otro más frío.

Para elevar la temperatura de un cuerpo, hemos de añadirle calor tomado de otro. El paso del calor hacia el cuerpo más frío, se llama "Transmisión de Calor".

La velocidad con que el calor pasa del cuerpo más caliente al más frío, se llama "Velocidad de Transmisión de Calor".

Pongamos un ejemplo, Imaginemos que tenemos tres lingotes de metal y que el primero está frío, el segundo templado y el tercero caliente. Si ponemos en contacto el lingote frío con el templado, el calor de éste último fluirá hacia el primero. Esto significa que el lingote templado tiene más temperatura y, por lo tanto, existe entre los dos una "diferencia térmica". También nos demuestra que existe una Transmisión de Calor. La velocidad de transmisión de Calor, depende principalmente de la Diferencia Térmica entre los dos lingotes.

Coloquemos ahora el tercer lingote (el que está caliente), en contacto con los otros dos. Este tercer lingote está a una temperatura superior por lo que se producirá Transmisión de Calor hacia el lingote frío y hacia el templado. La Velocidad de Transmisión de Calor hacia el lingote frío, será mayor que hacia el lingote templado porque también lo es la Diferencia Térmica.

La Transmisión de Calor continúa hasta que la temperatura de los tres lingotes queda nivelada. La Velocidad de Transmisión de Calor será gradualmente menor, ya que las diferencias de temperatura serán cada vez más pequeñas, hasta el punto en que prácticamente desaparezcan, cesando entonces la Transmisión de Calor.

A pesar de este ejemplo, existe el peligro de que se pueda -- pensar en Temperatura como si fuera cantidad de calor. Recuerde que nuestra caldera contiene 5,000 kilos de agua hirviendo. Supon^gamos que podemos tomar una bola de metal al rojo vivo y arrojarla a la masa de agua hirviendo. Habrá transmisión de Calor desde el metal al rojo hacia el agua, ya que la bola de metal está a una temperatura superior a la del agua hirviendo.

Pero los 5,000 kilos de agua de nuestra caldera, aunque están a una temperatura más baja, contienen una cantidad de calor mucho mayor que la bola de metal al rojo.

Finalmente un cuerpo no tiene que estar caliente, ni siquiera templado, para poder decir que tiene temperatura. Normalmente se dice (y es cierto) que el agua se hiele a la Temperatura de 0° - C.

Tablas de Vapor

Las cifras dadas en las tablas no son caprichosas, sino el resultado de las investigaciones y experimentos realizados con el vapor.

Diferentes sistemas de experimentos han dado resultados ligeramente distintos. Si comparamos las Tablas de Vapor de varios editores, encontraremos pequeñas diferencias en las cifras, pero son tan insignificantes que no debemos tenerlas en cuenta.

Las Tablas de Vapor que adjuntamos, constan de siete columnas de números. Ya dijimos que son tablas abreviadas, suficientes para los fines que perseguimos.

En la Primera Columna vemos las presiones Absolutas del vapor en kgs. cm^2 . es decir que comienza en 1 kg/cm^2 . por debajo de la Presión Atmosférica.

La Segunda Columna nos muestra las presiones Manométricas. Es lógico que empiece por vacío parcial, ya que se corresponden -- así con las presiones por debajo de la presión Atmosférica, hasta -- llegar al 0 del manómetro, que coincide con ella. Hasta este punto, las cifras son cada vez menores, ya que el estado de Vacío parcial va disminuyendo, pero a partir del 0 del manómetro, las cifras aumentan, puesto que también aumentan las presiones.

La Tercera Columna nos da la temperatura del vapor a las - diferentes presiones. Esta temperatura coincide siempre con la de ebullición del agua a la misma presión.

La Cuarta Columna muestra la cantidad de Calor Sensible de un kilo de vapor a las distintas presiones. Son calorías por kilo de vapor. Son también las calorías de un kilo de agua hirviendo a la - misma presión.

La Quinta Columna nos da la cantidad de Calor Latente contenido en un kilo de vapor a las distintas presiones, expresada en calorías.

La Sexta Columna da la suma de Calor Total de un kilo de vapor a sus presiones correspondientes. Son las calorías totales de un kilo de vapor. Como podemos comprobar, la cifra es, en cada - caso, la suma del Calor Sensible más el Calor Latente.

La Séptima Columna muestra el volumen que ocupa un kilo de vapor de acuerdo con la presión, expresado en decímetros cúbicos.

Veamos dos ejemplos, tomando dos líneas de las Tablas y sacando consecuencias.

Tomemos la línea de la primera columna que corresponde a - 1 Kg/cm². Absoluto, ó 0 del manómetro, (en la segunda columna) En otras palabras, estamos tratando con vapor a la presión Atmosférica. Como ya sabemos, a esta presión la Temperatura del vapor y del agua hirviendo es de 100° C. El calor Sensible es de 100 calorías. El Calor Latente es de 539.3 Calorías. El calor total es de 639.3 calorías y el volumen es de 1.669 decímetros cúbicos.

Busquemos la línea en que, en la primera columna aparece la cifra 7, que es la presión Absoluta y que corresponde a 6 kgs. cm². de manómetro. Si comparamos con lo que hemos visto en el vapor a Presión atmosférica, encontramos cambios importantes. La Temperatura ha aumentado a 165° C. el Calor Sensible ha aumentado también a 165 calorías. El Calor Latente ha disminuído a 494 calorías. El - Calor Total ha aumentado, pero poco, llegando a 659 calorías. El - Volumen ha disminuído considerablemente a 275 decímetros cúbicos.

Le rogamos que practique con cualquier otra línea de las Tablas y compruebe que siempre sucederán los mismos cambios.

Calidad del Vapor

En la práctica hay dos clases de vapor: "Vapor Saturado" (que es al que nos referimos cuando decimos simplemente vapor) y "Vapor Recalentado".

En este apunte nos hemos referido siempre al vapor saturado, Más adelante le informaremos de cual es la diferencia entre los dos. La palabra "Saturado" no debe inducirle a error, ya que solamente significa que el vapor ha sido generado en contacto con el agua. De momento omitiremos la palabra "Saturado" al referirnos a este tipo de vapor.

Pero hemos de aclarar que las Tablas están basadas en lo que se conoce como Vapor Saturado Seco. Se define como vapor a la temperatura de ebullición del agua (a una presión determinada) pero que no contiene ninguna partícula de agua en él. Este vapor no se encuentra fácilmente en la práctica.

De hecho , el vapor contiene diminutas partículas de agua en suspensión y no puede describirse como Vapor Saturado Seco. Por ello, las cifras dadas por las Tablas de Vapor habrían de retocarse para ajustarlas a la realidad.

Pero hemos de aceptar que el vapor que utilizamos normalmente es de una calidad razonablemente buena y, entonces, podemos considerar que los valores que las Tablas indican son correctos. Si sabemos que tenemos vapor de baja calidad. esto es, vapor muy húmedo (en el que las partículas de agua son muy grandes y numerosas), las Tablas pueden inducirnos a error.

2 CONDENSACION DEL VAPOR

El vapor ha de condensarse para ceder, el calor que contiene Cuando Ud. colocó su termómetro en el vapor que salía por la espita, indicó la misma temperatura que otro que estaba en contacto directo con el agua hirviendo. Esto nos demostró que el vapor y el agua hirviendo tienen siempre la misma temperatura. Ahora explicaremos lo que realmente sucede.

Si el vapor está mas caliente que su termómetro, inmediatamente entrega su calor al mismo. Es esta transmisión de calor del vapor al termómetro lo que hace que el mercurio se dilate y marque la temperatura. Seguramente notará que el termómetro queda húmedo. Al ceder su calor al termómetro, y precisamente por haberlo hecho, el vapor se ha condensado. En otras palabras, el vapor que ha entrado en contacto con la superficie fría del termómetro se ha transformado en agua caliente. Durante unos instantes ha sido agua hirviendo.

El vapor contiene en si el calor que lo ha generado del agua hirviendo. Cuando entra en contacto con cualquier superficie más fría, cede inmediatamente este calor y vuelve a ser agua hirviendo. Recordaremos que en el primer folio dijimos que el agua solamente puede contener Calor Sensible. Por lo tanto, el calor cedido por el vapor en el acto de la condensación ha de ser Calor Latente.

Le rogamos tenga muy presente esta primera regla sobre el uso del vapor en todos los procesos de calentamiento. El Calor - Latente del vapor es quien realiza el trabajo.

Supongamos que estamos hirviendo una solución química, con objeto de concentrarla. El recipiente tiene un doble fondo destinado a que el vapor penetre dentro de él y ceda su calor a la solución.

Tenemos el recipiente lleno de la solución y hacemos entrar el vapor en el doble fondo. El vapor cede su Calor Latente, primero, a la pared del metal del recipiente y posteriormente a la solución química. El agua caliente de condensación desciende por la pared hasta el fondo de la camisa de vapor. Si dejamos acumular el agua, encontramos que su nivel se eleva en el doble fondo y el espacio útil para el vapor es cada vez más pequeño. Finalmente, cuando se llena del todo, el vapor no puede entrar y el trabajo se interrumpe.

Para que esto no suceda, el doble fondo debe mantenerse libre de agua de condensación (comúnmente llamada condensado).

Pero supongamos que, aún con un orificio de drenaje, hay momentos en que la condensación en el doble fondo acumula agua a una velocidad mayor a la de la descarga. En este caso, parte del agua permanecerá en el fondo de la camisa. El doble fondo estará parcialmente inundado.

El agua que inunda el doble fondo, estará a punto de ebullición. En otras palabras, estará tan caliente como el vapor que entra en el doble fondo. Podemos preguntarnos pues ¿ Por qué queremos evacuar el agua rápidamente? ¿Por qué motivo no la utilizamos igual que el vapor para dar calor a la solución química ?.

Sírvanse mirar sus tablas de vapor . Imagínese que estamos usando vapor a 2 kgs/cm². (presión de manómetro). Al condensarse, cada kilo de vapor cede aproximadamente 526 calorías de Calor Latente. El agua de condensación, aunque esta a la misma temperatura que el vapor, contiene solamente 120 calorías de Calor Sensible. Aunque en teoría lo más que conseguiremos del agua será menos de la cuarta parte de las calorías que tenemos utilizables en el calor Latente del vapor, en la práctica, aún será menos, como comprobará Ud. cuando tratemos del apartado "Superficie de Calefacción".

Aunque se puede usar el calor Sensible del condensado, es mucho mejor evacuarlo rápidamente del doble fondo, para dejar espacio al vapor con su gran proporción del Calor Latente. Existen mejores usos para el Calor Sensible del condensado a los que nos referimos más adelante. De momento, en cuanto se refiere a nuestro -

recipiente, lo mejor que podemos hacer es aprovechar todo el espacio del doble fondo para que el vapor, abundante y libre, pueda ceder su gran cantidad de Calor Latente a la solución química.

¿Qué ocurre si permitimos al condensado subir de nivel en el doble fondo?

Primero - Estamos desperdiciando vapor (más adelante conocerá hasta que punto).

Segundo - La producción de la fábrica bajará en rendimiento - ya que la solución tardará mucho más tiempo en concentrarse.

3 SUPERFICIE DE CALEFACCION

La superficie de metal del recipiente, en el que está la solución se llama " Superficie de calefacción" de dicho recipiente. En otras palabras se llama superficie de calefacción a la que está en contacto directo con la fuente de calor.

Para obtener el máximo de calor procedente del vapor y lo más pronto posible, debemos aprovechar al máximo cada centímetro de esta Superficie de Calefacción.

Es evidente que si cubrimos una parte de la Superficie de Calefacción reducimos el área a través de la cual el calor puede fluir del vapor a la solución. Y eso es precisamente lo que hacemos si permitimos al condensado almacenarse en el doble fondo. Parte de la Superficie de Calefacción está cubierta por el agua e impide que usemos el total de la misma. Veamos estas circunstancias, de acuerdo con la información suministrada en el folio anterior.

Comparando las condiciones de trabajo cuando el doble fondo está parcialmente inundado y cuando está seco, ésto es lo que encontramos.

En ámbos casos, el vapor es capaz de ceder la misma cantidad de Calor Latente, la diferencia de temperatura entre el vapor y la solución química es la misma, por lo que la velocidad con que el calor fluye del vapor a la solución tampoco cambia. Lo que cambia es el área a través de la cual el calor puede pasar del vapor a la solución. Cuando hay inundación parcial, el área de calefacción del doble fondo está temporalmente reducida lo que impide que parte del calor del vapor pueda ser cedido a la solución.

Por supuesto que el agua caliente (condensado) es capaz de entregar a la solución su Calor Sensible. Pero en muy pequeña cantidad, comparativamente al Calor Latente del vapor. Por otra parte, cuando el agua ha entregado su Calor Sensible, no le queda

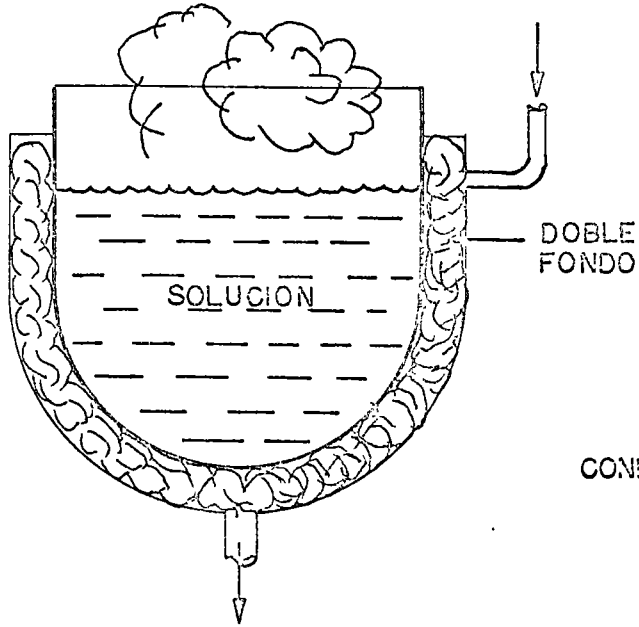


FIG. 3

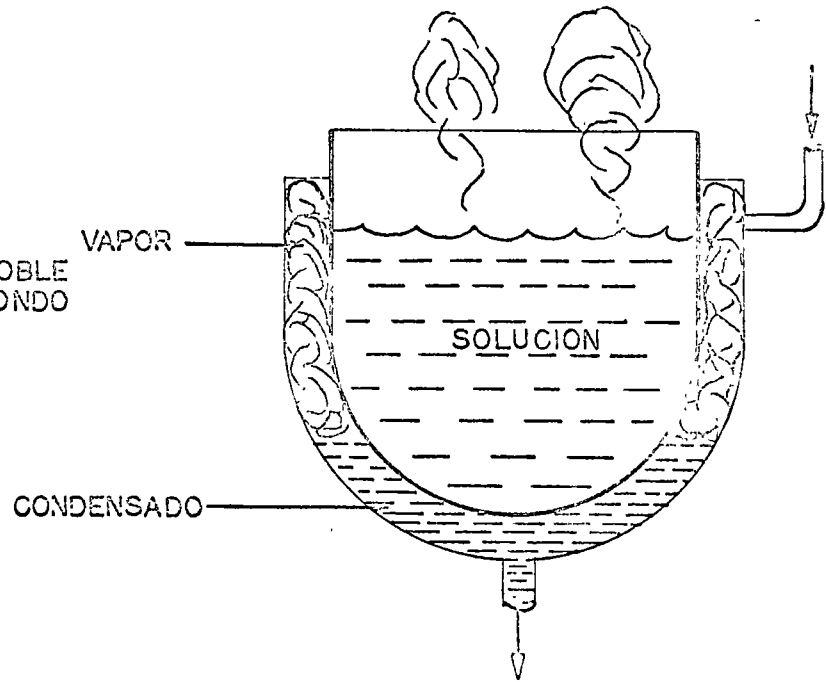


FIG. 4

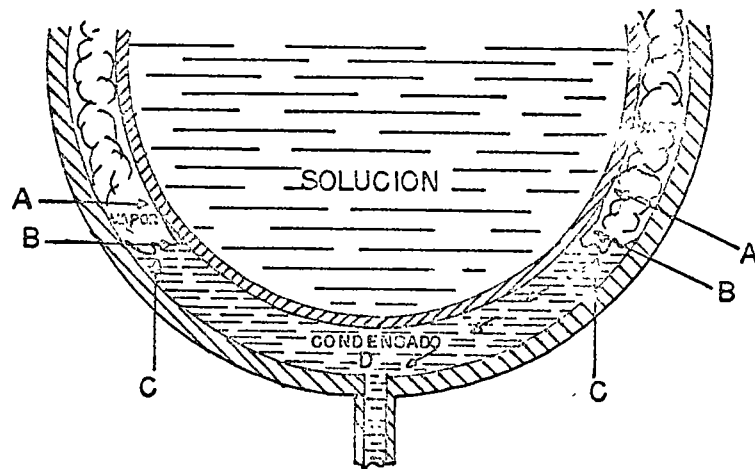


FIG. 5

nada que entregar en cuanto a calor. El agua, por lo tanto, refresca el doble fondo hasta el punto de que éste se enfriaría totalmente - a no ser por el hecho de que el vapor está en contacto con el agua de condensación y le cede gran cantidad de su Calor Latente, manteniéndola caliente.

Esperamos haberle dado una idea clara del motivo por el cual la solución tardará mucho más en concentrarse si el doble fondo está inundado parcialmente. Pero para recalcarlo, veamos dos dibujos.

En las figuras 3 y 4 podrá ver Ud. un corte de uno de estos recipientes con doble fondo que hemos venido utilizando para nuestro trabajo. La línea gruesa es la Superficie de Calefacción. En la figura 3 el doble fondo está lleno de vapor, por lo que está en contacto con el total de dicha superficie.

En la figura 4, puede Ud. ver que hay condensado sin descargar llenando la parte baja del doble fondo y cubriendo parcialmente la Superficie de Calefacción. Veamos ahora la figura 5, que muestra una sección del recipiente de la figura 4.

En la figura 5, puede Ud. ver más claramente la solución, la pared del recipiente, el vapor en el doble fondo, el condensado inundando la parte del mismo etc.

En la Sección 2, " Condensación del Vapor", veíamos que, en teoría, lo más que podemos obtener del agua de condensación es el 25% de las Calorías, que contiene el vapor en su Calor Latente y decíamos que en la práctica aún es menos. La figura y las tablas de Vapor, le dieron a usted el motivo. Pero antes queremos explicar una cosa más.

Como ya hemos dicho, el vapor que estamos utilizando está a 2 kgs/cm² de presión. Cada kilo de Vapor, al condensarse, cede 526 calorías de Calor Latente. La temperatura del vapor es de 120° C. La temperatura del condensado, en el momento de formarse, es también de 120° C. el agua tiene 120 calorías de Calor Sensible.

Le rogamos se fije en que hemos subrayado las palabras " en el momento de formarse", ya que no toda el agua que está inundando el doble fondo estará a la temperatura de 120° C. y por lo tanto solamente una parte contendrá las 120 calorías de Calor Sensible por kilo.

En "C" de la figura 5, el agua alcanza el punto de ebullición por estar en contacto directo con el vapor, por lo que su temperatura será de aproximadamente 120° C. pero en "D" no puede ser mayor de 100 ° C. aproximadamente. Existen dos razones. "D" es el punto más alejado de la fuente de calor (el calor del vapor tiene que recorrer el camino marcado con flechas hasta D) y además la transmisión de calor del agua a la solución deja el agua cada vez más fría ya que al haber cedido parte de su Calor Sensible, el agua tiene muy poca reserva de calor, inútil por completo para calentar la so-

Por este motivo, el agua tendrá 120 calorías de Calor Sensible, pero no tendrá más de 100 calorías por kilo en el punto "D"

Considerando la situación del trabajo en su punto medio, éstos son los hechos que podemos comprobar:

Temperatura de la solución 60° C,
 Temperatura del Condensado en "C" 120° C.
 Temperatura del vapor 120° C.
 Temperatura del Condensado en "D" 100° C.

La diferencia de temperatura entre el vapor y la solución es de 60° C. (120 menos 60 son 60). La diferencia de temperatura entre el condensado en "C" y la solución es aproximadamente la misma. Pero la diferencia entre el condensado y la solución en "D" es solamente de 40° C. Por lo tanto es lógico que la velocidad de transmisión del calor desde el condensado a la solución es mucho menor que desde el vapor. Además de que la Cantidad de calor que puede ceder el condensado es muy pequeña, como ya sabemos.

Si sumamos todos estos detalles comprobaremos que el condensado que inunda el doble fondo está retrasando nuestro trabajo, ya que tiene muy poca cantidad de calor que ceder a la solución y porque lo chace muy lentamente.

Cuanto más caliente está la solución, la situación para el condensado es aún peor. La diferencia de temperatura entre el condensado y la solución se hace tan pequeña que la transmisión de calor cesa prácticamente. Además si la evacuación del agua es muy lenta, el nivel dentro del doble fondo sube, lo que significa que la mayor parte de la preciosa superficie de Calefacción está ocupada por el agua.

4 LA PELICULA DE AGUA

Pero aún hay más. Mire de nuevo la figura 3. Cuando el vapor entra en contacto con la cara fría del metal del doble fondo, cede su Calor Latente y se condensa. La condensación tiene lugar en forma de una película de agua en la superficie del metal. Cuando esta película se espesa, el agua comienza a descender por las paredes. Durante todo el trabajo la superficie del metal está cubierta por la película de agua (indicado por una línea ligeramente más gruesa en "A" de la figura 5). Cuando más nos acerquemos a la parte inundada en el doble fondo, la película de agua en las paredes aumenta de espesor (marcado "B" en la figura 5, exageradamente para fines ilustrativos). Por otra -

parte, el agua es un mal conductor del calor. Aunque la película de agua no fuera más gruesa que un papel de seda, sería un obstáculo para la transmisión de calor del vapor a la solución. Se han hecho experimentos que demuestran que una película de agua de un espesor de 0.25 mm., ofrece la misma resistencia al calor que una pared de hierro de un espesor 100 veces superior, o que un sólido muro de cobre de 125 mm. de grueso.

Si la película de agua opone una resistencia tan grande al calor, es lógico que cuanto más fina podamos hacer esta película más ganaremos en cuanto a transmisión de calor. No obstante para claridad de nuestra exposición, momentáneamente prescindiremos de esta película de agua, para volver sobre ella más adelante.

Lo que le hemos dicho en los últimos párrafos es de la mayor importancia en el uso práctico del vapor en procesos de calentamiento. Las condiciones que hemos estado utilizando en nuestro trabajo con la solución química, se pueden aplicar a muchos otros procesos en los que se emplea vapor como elemento calefactor. Las circunstancias que hemos descrito son la causa de desperdicio de vapor y de retraso en la producción. De esto tiene la culpa el inadecuado drenaje del condensado en los espacios destinados al vapor en cualquier tipo de instalación.

Consideramos interesante que repase las últimas páginas, para que queden bien grabadas en su memoria estos hechos fundamentales en la utilización del vapor.

5 CONDICIONES DE PUESTA EN MARCHA Y CONDICIONES DE TRABAJO

Al comenzar nuestro trabajo, la solución está fría, el recipiente está frío, todo está frío. Cuando el vapor penetra en el doble fondo por primera vez, ha de calentar primero la pared del recipiente, después comenzará a calentar la solución. En esta primera fase, la diferencia de temperatura entre el vapor y los demás elementos fríos es máxima. En otras palabras, necesitamos la mayor cantidad de calor por minuto, utilizamos la máxima cantidad de vapor por minuto y producimos la máxima cantidad de condensado por minuto. Estas son las condiciones que se denominan condiciones de puesta en marcha.

Quando se ha calentado el metal del recipiente y la solución está templada, las condiciones cambian gradualmente. La velocidad de transmisión de calor es cada vez menor, el consumo de vapor es cada vez más pequeño y, por lo tanto, la cantidad de condensado que producimos es menor. Estas condiciones se llaman condiciones de trabajo.

Veamos ahora el motivo por el cual es necesario recordar estas diferencias en las condiciones durante un proceso de calentamiento.

6 PERDIDAS DE CALOR

Observemos de nuevo la fig. 3 ó la fig. 4, Aunque hemos dedicado bastante tiempo a la transmisión de calor del vapor a la solución, hay desde luego muchas otras consideraciones a tener en cuenta.

Una condición importante es la de que el vapor cede su calor en todas sus direcciones, Esto es una ventaja cuando lo empleamos en un serpentín para calentar un tanque, ya que necesitamos el calor en todas direcciones. Pero constituye una desventaja en otros casos, como en nuestro trabajo con la solución, en que solamente lo necesitamos en una dirección, hacia el interior.

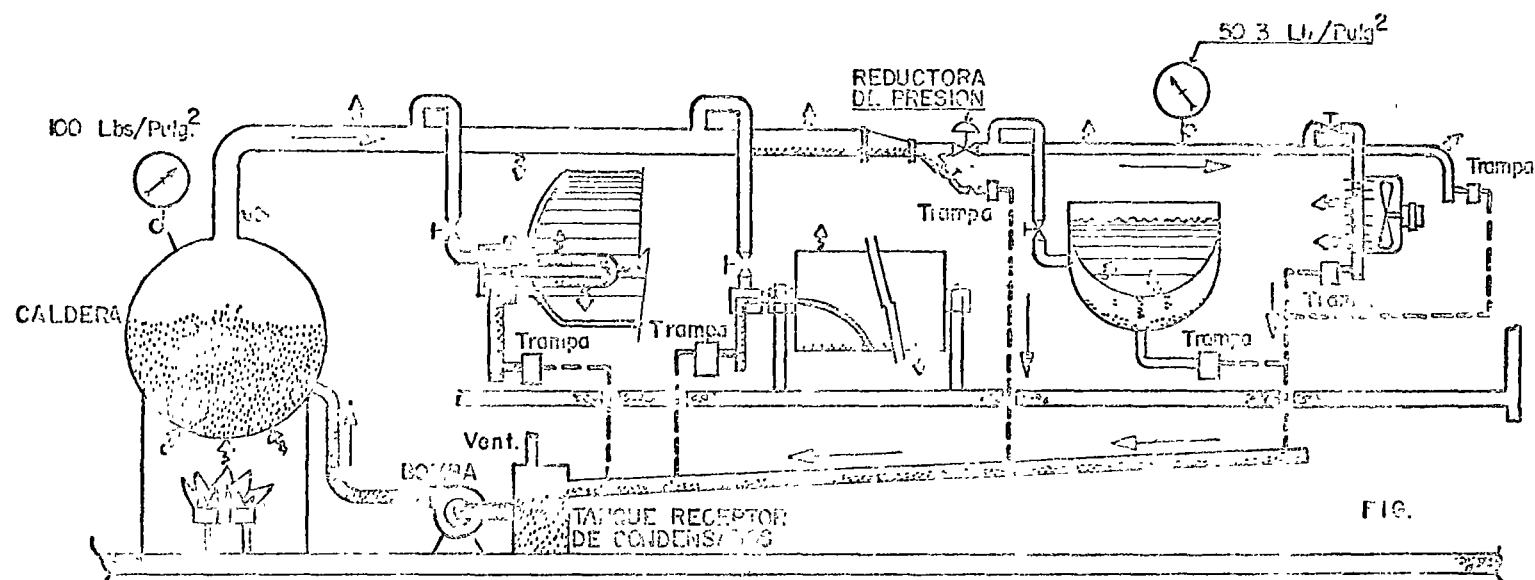
Ya sabemos que cuando el vapor entra en el doble fondo, lo primero que hace es calentar el metal (se llama calentamiento por "Conducción" o contacto, ya que el metal actúa como un conductor para el calor).

Pero además de calentar el metal en la dirección de la solución (pared interior), el vapor está calentando también la pared exterior que está en contacto con el ambiente fresco que rodea el recipiente . (pared exterior del doble fondo) Podrá verlo si mira la figura 3, (se llama calentamiento del aire por "Radiación"). Si nos acercamos al recipiente notaremos el calor que irradia la pared del mismo. El calor que irradia el recipiente es transportado a otros, puntos de la nave por corrientes de aire y entonces se denomina calor por "Convección". Creemos que es interesante para Ud. conocer estos términos técnicos, pero lo que queremos hacer resaltar es que el calor del vapor del doble fondo que no va a parar a la solución es una pérdida de calor.

Esto significa que en nuestro trabajo y en otros similares, parte del vapor no se aprovecha debidamente. El calor de este vapor está calentando el ambiente que rodea los aparatos y, naturalmente, el combustible que empleamos en producir este vapor se desperdicia.

7 CIRCUITO DE CALOR

Refiriéndose a la Fig. 6, podemos ver la caldera, generadora del vapor. Desde ésta, parte la conducción principal, cuya labor consiste en transportar el vapor hasta los puntos donde es necesaria su presencia. De la conducción principal, salen las conducciones secundarias, que llevan el vapor hasta los distintos aparatos del equipo industrial. Estos son los puntos donde necesitamos el calor del vapor generado por la caldera.



CIRCUITO DE CALOR

Si interrumpimos aquí nuestro "Circuito de Calor", nos habremos quedado a mitad de camino y por consiguiente estaremos consumiendo demasiado combustible. Completamos pues nuestro "Circuito".

Siguiendo las flechas de la fig. 6, vemos otras series de tuberías (dibujadas en líneas de trazos), que transportaban el condensado (notará que no hemos dibujado ninguna que salga de la máquina ni de la bomba de alimentación, pero lo haremos más adelante). Recordará perfectamente que el condensado es agua caliente, en que se ha convertido el vapor al ceder su Calor Latente. Anteriormente demostramos que el condensado, aún con su proporción de calor útil, es perjudicial si se mantiene dentro de los espacios destinados al vapor. Tenemos el deber de evacuarlo rápidamente.

Tenemos pues agua caliente ¿qué hacemos con ella? Si la tiramos, estamos tirando combustible. Además sabemos que necesitamos agua para añadir a la caldera y, precisamente, el condensado es agua que ya está purificada y caliente y en cantidad suficiente para suplir la que demanda la caldera.

Veamos pues lo que se conoce como "Sistema de Recuperación de Condensados". La primera parte de él, consiste en las tuberías que llevan el condensado desde las distintas piezas del equipo hasta la tubería principal de retorno, que a su vez transporta el condensado hasta el depósito de alimentación de la caldera.

¿ COMO PODEMOS EVACUAL EL CONDENSADO ?

Hasta ahora hemos dado una idea general de lo que es el "Circuito de Calor". Vamos a hacerlo con detalle.

Habiámos llegado al momento en que teníamos que evacuar el agua de condensación de los espacios destinados al vapor. ¿Cómo podemos hacerlo?.

Vimos que el recipiente, que concentraba una solución química, tenía un simple orificio en el fondo para que saliese el condensado. Si conectamos un tubo desde este orificio hasta la tubería principal de retorno de condensado, evacuaremos el agua del doble fondo y la enviaremos al depósito previo de alimentación de la caldera.

Pero, ¿ qué sucede si lo efectuamos así ?, evidentemente perderemos mucho vapor. El orificio de descarga es una salida para el agua de condensación, pero también una salida para el vapor. -

Por lo tanto, tenemos que encontrar una solución que nos permita descargar el condensado sin que se escape vapor.

¿ Podemos utilizar una válvula corriente ?

Lo primero que se nos ocurre es utilizar una llave o válvula que podamos abrir o cerrar. Podemos abrirla para dejar salir al condensado y cerrarla para evitar la salida del vapor. Vamos a probarla en nuestro recipiente. Demos paso al vapor para que penetre en el doble fondo. Como todo está frío, el vapor se condensa rápidamente (condiciones de puesta en marcha, véase fig. 7, - Por ello, tenemos que abrir la válvula al máximo, para facilitar la salida del agua.

En el corto espacio de tiempo en que el recipiente y la solución se mantienen fríos, el vapor se condensará muy rápidamente habrá mucho condensando y la válvula deberá estar completamente abierta.

Al cabo de un rato, tanto el recipiente como la solución se calientan. El vapor continúa cediendo su calor y condensándose, pero ahora ya no lo hará tan rápidamente. Por ello, la cantidad de agua que tendremos que evacuar es menor. Empezaremos a ver que junto con el agua de condensación se escapa vapor. Tratemos de cerrar la válvula hasta el punto en que solamente salga condensado. Si somos muy afortunados lo lograremos a la primera, pero esto no es lo corriente. Muy pronto tendremos que abrir de nuevo la válvula, ya que la apertura que tenemos no es suficiente para que salga todo el condensado y empezaremos a notar que el doble fondo está parcialmente inundado.

De hecho, aún con el operario más hábil en el manejo de una válvula, si intentamos evitar la inundación de la instalación, abriremos la válvula demasiado y habrá pérdida de vapor. Si lo que intentamos es evitar la pérdida de vapor, cerraremos la válvula antes de que sea necesario y provocaremos inundación parcial de los espacios destinados al vapor. Los inconvenientes de esta inundación se describen en el cuaderno 2.

¿ Podemos utilizar una válvula ranurada ?

Primero vamos a intentar explicar lo que significa válvula ranurada. Ha sido preparada para que completamente abierta no sea nada más que una ranura. En otras palabras, la válvula está fuera de su asiento dejando una pequeña abertura. Vea la figura 2.

Si utilizamos una válvula ranurada para la evacuación del condensado, nos encontraremos aproximadamente con lo siguiente: Primero, el aire y el condensado se descargan a través de la válvula semiabierta. Después llega el momento en que el vapor comienza a escaparse. En este momento, el condensado será expulsado tan fuerte como lo permita la presión del vapor, pero no con la rapidez suficiente como para que no quede nada dentro. La apertura de la válvula será lo suficientemente pequeña para prevenir los escapes de vapor, pero no lo suficientemente grande para permitir la descarga del condensado tan pronto como se forma.

En algún momento la apertura será suficiente, permitiendo que el condensado salga rápidamente evitando al propio tiempo que el vapor se escape. Pero este feliz momento solo puede durar unos segundos. Como la cantidad de condensado se hace cada vez menor, la válvula dejará pasar fácilmente todo el condensado, pero al mismo tiempo dejará escapar vapor vivo.

¿ Podemos utilizar una llave con orificios ?

Otra cosa que podemos probar aún es una llave macho con dos orificios. Los orificios son de diferentes tamaños. El orificio más grandes se utiliza durante las condiciones de puesta en marcha y el pequeño durante el resto del trabajo, cuando la velocidad de condensación es menor.

Como la llave hay que moverla a mano, hay que realizar un gran esfuerzo físico cuando hemos de pasar del orificio mayor al menor.

Al comienzo del proceso, las circunstancias serán parecidas a las descritas cuando hablemos de la válvula ranurada. Después el operario tiene que adivinar cuando debe cambiar el orificio grande por el pequeño, para evitar que el vapor se escape. Finalmente la cantidad de condensado será tan pequeña que el vapor se escapará aún por el orificio menor.

¿ Podemos utilizar una válvula automática ?

De todo lo dicho hasta ahora, podemos deducir que la utilización de una válvula corriente de una válvula ranurada o de una válvula macho con orificios, para evacuar el condensado, resulta anti-económico y difícil de efectuar.

La válvula corriente, necesita un operario que esté pendiente de ella, cuando podría dedicarse a otros menesteres más importantes y rentables. En el mejor de los casos hay pérdida de vapor y esta pérdida puede ser importante si depende de un operario inexperto o distraído. Y desde luego la producción de la planta puede ser afectada por inundación parcial de los espacios de vapor.

La válvula ranurada no necesita un operario, pero como hemos dicho, solamente sirve para una velocidad fija de condensación y esto no existe. La apertura de la válvula es apropiada solamente para un momento dado del proceso. Durante el resto no será adecuada. De nuevo habrá pérdida de vapor.

La válvula con orificios necesita un operario y solamente - sirve para dos velocidades de condensación. Aunque la válvula tu viera una docena de orificios de diferentes tamaños, habría perío dos, durante el proceso, en que ninguno de los orificios sería adecua do para la velocidad de condensación. Entre la gran cantidad de con- densado de la puesta en marcha y la muy baja del final del proceso, - la velocidad de condensación está cambiando casi constantemente. - No podemos esperar encontrar una válvula con la cantidad suficiente de orificios, ni un operario lo suficientemente experto para mantener se atento a estos constantes cambios.

Lo que estamos buscando es un accesorio que permita descar gar el condensado de todos los puntos de la instalación tan pronto co mo se forme, pero que no deje escapar el vapor vivo.

La respuesta es una válvula que se abra automáticamente para descargar el condensado y se cierre a continuación para evitar el - escape de vapor. El nombre de este tipo de válvula es " TRAMPA PARA VAPOR"

Al decir esto no piense Ud. que queremos descubrirle ningún - secreto. Las trampas están en uso hace muchos años. Sin embargo antes de poder hablar de las trampas y su gran influencia en la eco- nomía de vapor, era necesario conocer algo sobre el vapor en sí y - las transformaciones que sufre desde que es agua hasta que se con- vierte en condensado por el mero hecho de la cesión del Calor Latente del vapor.

TRAMPAS PARA VAPOR EN GENERAL.

Volviendo sobre los recipientes para concentrar soluciones quí micas, puede que cause extrañeza el que la eficacia de estos reci- pientes no dependa en absoluto de su construcción, sino de un acce- sorio que podríamos considerar ajeno. A pesar de que el recipiente se ha construído para calentar la solución, es un hecho que, por muy buenos materiales que se utilicen en su construcción, no será eficaz sin el adecuado accesorio que haga salir el condensado, tan pronto - como se produzca y al propio tiempo evite los escapes de vapor.

La eficacia de la instalación de calentamiento mejor construída, depende invariablemente de su descarga de condensado.

Sin embargo, es muy frecuente que los fabricantes de equipos industriales de calentamiento por vapor entreguen sus aparatos sin una purga adecuada. En muchos casos, aparatos de la mejor calidad van equipados con un simple orificio para la salida de condensados.

Hay quien duda entre instalar una "trampa" o un trozo de tubo. Estos se encuentran con la desagradable sorpresa de que instalaciones que son nuevas y que han costado mucho dinero, no dan el rendimiento adecuado.

Por otro lado tenemos la cuestión de combustible. La purga adecuada de los espacios de vapor es el primer mandamiento en cuanto a economía de combustible. Hay ejemplos verdaderamente sorprendentes, obtenidos meramente por una purga correcta.

Si consiguiéramos cambiar todos los sistemas de purga que hay en malas condiciones, los resultados en economía real de combustión serían verdaderamente extraordinarios.

Perdone que insistamos tanto, pero hemos visto instalaciones con unos sistemas de purgas que justifican sobradamente esta insistencia.

TRAMPAS PARA VAPOR EN PARTICULAR

Como sabemos, el objetivo de la trampa es decargar el condensado sin permitir el escape de vapor vivo. Todas las trampas se construyen para efectuar precisamente esta tarea, pero no todas ellas funcionan de la misma manera.

Si las condiciones de trabajo en todas las instalaciones y en cada uno de los aparatos no variasen, un solo tipo de trampa resolvería todos los problemas de purga. Pero las condiciones varían mucho de una instalación a otra, e incluso, dentro de la misma instalación, las circunstancias son diferentes en cada pieza del equipo industrial. A veces estas diferencias son enormes. Por ésto, existen varios tipos de trampas con el fin de que siempre haya una adecuada a las condiciones de trabajo.

Esto es lo primero que hemos de tener en cuenta cuando pensemos en trampas. No es posible intercambiar las trampas de un punto de la instalación a otro y esperar que realicen a la perfección su cometido, ya que normalmente las condiciones serán diferentes. Cuando necesitemos sustituir una trampa que no funciona, no es acertado

dirigirse a un almacén y tomar una trampa de la estantería sin conocer sus características. Nos equivocaremos si pedimos trampas solamente por su tamaño.

Si consideramos que una trampa instalada en un pinto resulta pequeña, porque ya no es capaz de evacuar todo el condensado que se produce, no se puede solucionar el problema colocando otra trampa, simplemente porque nos parezca mayor. Es frecuente - que una trampa del tamaño de una pelota de tenis sea más apropiada que otra del tamaño de un balón de fútbol. Precisamente porque una trampa trabajará perfectamente bajo techo y sin embargo no podrá hacerlo en absoluto a la intemperie, cuando la temperatura exterior llegue a 0° C. puesto que corre el riesgo de helarse el agua que quede dentro de la trampa. Otro tipo de trampa realizará su cometido a la perfección cuando esté instalada cerca del punto de purga y trabajará mal, cuando entre el punto de drenaje y la trampa haya un largo de tubería considerable.

Le hemos citado estos ejemplos para que comprenda desde un principio que hay muchos tipos de trampas y que cada una de ellas es el ideal para un tipo de trabajo determinado, pero no existe ninguna que sea la Panacea Universal.

Antes de entrar en la descripción de los diferentes tipos de trampas y de la mera peculiar de trabajar de cada una de ellas, - vamos a explicar el efecto que produce sobre las trampas el aire que normalmente existe en las instalaciones de vapor. Una vez - comprendido ésto, podremos calibrar las ventajas e inconvenientes de los distintos tipos.

Aire en las Instalaciones.

La existencia de aire en los espacios destinados al vapor, - dará motivo, más adelante, a un largo capítulo, dada la importancia que tiene el poder eliminarlo rápidamente.

Por el momento hablaremos solamente del aire que llega a las trampas. Cuando no hay vapor, la instalación se llena de aire. El aire entra a través de las válvulas, de las juntas, de los finales y principios de líneas, etc. El aire llena las tuberías y los espacios destinados al vapor de todo el sistema. En una palabra, sustituye al vapor cuando falta éste. Lógicamente llega a las trampas y penetra en ellas.

Le rogamos tenga en cuenta que, a menos que haya posibilidad de eliminar el aire, muchas clases de trampas se verán afectadas seriamente por su presencia. Puede taponar la trampa, ésto

es, hacer que permanezca cerrada cuando debería estar abierta para descargar el condensado. El resultado es que el agua permanece dentro de la instalación y ya hemos descrito las consecuencias de la parcial inundación de los espacios de vapor, debida a la deficiente evacuación del condensado.

Por ser tan común en la naturaleza, hay una tendencia a no pensar en el aire que llena las instalaciones de vapor, e incluso a ignorar los graves perjuicios que puede acarrear su no evacuación.

Vamos ahora a dar una somera explicación de los distintos tipos de trampas que se utilizan normalmente.

TIPOS DE TRAMPAS

Las trampas se pueden dividir en tres grandes grupos: Mecánicas, Termostáticas y Mixtas. Este último grupo incluye las que no pueden ser incluidas en los dos anteriores.

En estos tres grupos, las trampas están diseñadas para que evacúen el condensado sin dejar escapar el vapor, pero cada grupo lo hace de una manera distinta. Veamos como trabajan:

Grupo Mecánico

Como su propio nombre indica, estas trampas funcionan de manera mecánica, aprovechando para ello la diferencia de densidad entre el vapor y el condensado. Se abren al condensado y se cierran al vapor por la acción de un flotador, que puede ser cerrado (balde cerrado) o abierto hacia arriba (trampa de balde abierto) o hacia abajo (trampa de balde invertido). El movimiento del flotador acciona una válvula que se abre cuando llega condensado y se cierra al llegar vapor.

Grupo Termostático

Las trampas de este tipo funcionan por la diferencia de temperatura existente entre el vapor y el condensado. A una presión determinada, el vapor saturado tiene una temperatura fija, pero el condensado a la misma presión está más frío. Las trampas termostáticas se abren al condensado y se cierran al vapor a causa de esta diferencia de temperatura. La válvula es accionada por una pequeña e interesante pieza llamada elemento termostático, que puede ser de expansión líquida, de expansión metálica o de presión equilibrada.

Grupo Mixto.

La trampa más importante de este grupo es la Termodinámica, que funciona por la diferencia de velocidad con que fluyen el condensado y el vapor a través de una simple válvula de disco del tamaño de una moneda de 1 peso aproximadamente.

Hay quien se inclina por las trampas mecánicas y no utilizará ningún otro tipo. Otros insisten en la comodidad que representa el reducido tamaño de las termodinámicas y desprecian por completo las trampas mecánicas.

Ambos están equivocados. Existe una tercera postura, que es la acertada. Elegir las trampas de acuerdo con el trabajo a realizar y con las condiciones de dicho trabajo. Este es el camino para obtener todas las ventajas que proporciona una purga correcta de la instalación.

Antes de poder elegir la trampa adecuada para cada caso, se debe tener un perfecto conocimiento de todos los tipos, sus ventajas y limitaciones, así como su comportamiento en determinadas condiciones. Cuando termine Ud. el presente curso, estamos seguros de que dominará todo lo relacionado con la purga de condensado.

Lo primero que hemos de tener en cuenta, es que las trampas deben descargar el condensado de una presión determinada a otra más baja.

Si la presión a la salida de la trampa fuese la misma o mayor que la presión de entrada, la trampa no podría trabajar. Con la presión de entrada superior, el condensado no solamente será evacuado, sino también impulsado. La distancia que podrá alcanzar el condensado impulsado por la trampa o el desnivel ascendente que podrá salvar depende de la diferencia de presión entre la entrada y la salida. Sobre este punto volveremos más adelante. Por el momento recuerde que la presión a la entrada de la trampa ha de ser mayor que a la salida, o la misma no funcionará. No podemos esperar que la trampa envíe el condensado directamente a la caldera, porque la presión de ésta será siempre mayor que la presión en la trampa. Para ello lo que normalmente se utiliza es un depósito previo de alimentación, que está a presión atmosférica y a donde se envían los condensados procedentes de las distintas trampas. Desde este depósito previo, el agua se introduce en la caldera por medio de una bomba de alimentación.

Algunos tipos de trampas descargan el condensado en forma continua. El caudal de salida variará desde un goteo, hasta el

máximo que permita la válvula, dependiendo de la velocidad con que se forme el condensado en los espacios de vapor de la instalación.- A este tipo se le conoce como "trampa de descarga continua".

Otros tipos descargan el condensado a ráfagas periódicas, - después de cada descarga (que parece una pequeña explosión), la - válvula de la trampa se cierra completamente, hasta que hay de - nuevo una cierta cantidad de condensado. Entonces, se produce - otra apertura brusca de la válvula y sucede una nueva explosión. La frecuencia y duración de las descargas varían de acuerdo con la velocidad a que se forma el condensado. Este tipo de trampas se denomina de "descarga por explosión" o de " descarga intermitente."

Hay trampas que unas veces trabajan por "descarga continua" y otras veces por "descargas intermitente", según las condiciones bajo las que se encuentran.

Hemos oído decir a algunas personas que no les gustan las - trampas de descarga intermitente, a causa del ruido. Prefieren la trampa de descarga continua por su funcionamiento silencioso.

Por el contrario hay quien prefiere las trampas de descarga - "intermitente" ya que notan, en cualquier momento, que están funcio- nando. Desconfían de las trampas silenciosas de " descarga contí-- rua ".

Por nuestra parte consideramos que, la posición justa está - equidistante de los dos extremos. Hay lugares en que una trampa- de descarga intermitente es totalmente inadecuada (puntos de un - Hospital donde hay enfermos cerca) y otros lugares donde el ruido no tiene ninguna importancia. Los expertos en trampas saben que hay casos en que la descarga repentina y el cierre violento de la - trampa intermitente, puede representar una ventaja sobre la "des- carga continua" Saben que hay otros casos en que la tranquila - "descarga continua" es la apropiada y que la intermitente resultará un inconveniente.

1. TEORIA Y PRACTICA DE LA REMOCION DEL CONDENSADO EN LAS TUBERIAS PRINCIPALES.

1.1 TEORIA DEL DRENADO DEL CONDENSADO

Uno de los usos más comunes que se les da a las trampas de vapor es la eliminación del condensado en las líneas principales de distribución de vapor. Su aplicación, en estos casos, es diferente de la aplicación que se les da a la mayoría de las trampas, ya que aquí la eficiencia térmica no es el principal objetivo, sino que la seguridad es la consideración básica que se debe tener en el drenado de una línea principal.

Golpe de Ariete

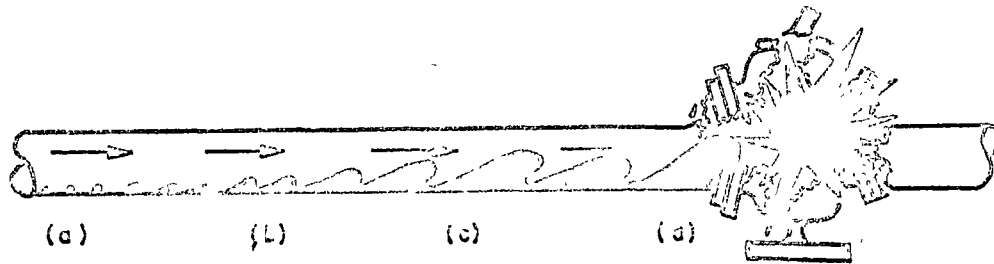
El peligro que se tiene en una línea principal de vapor que no esté drenada, o que el drenado sea incorrecto, es triba en la posibilidad de que se produzca el golpe de ariete. Este "Golpe de Ariete" se debe al impacto causado por el súbito choque de una partícula de agua que se está moviendo con mucha rapidéz.

A menos que el condensado sea eliminado de los puntos bajos de las líneas principales (a, Fig. 1), gradualmente se va acumulando hasta que el vapor, que está fluyendo rápidamente por encima, ocasiona que se formen ondulaciones en la superficie. (b. Fig.1). Eventualmente, el condensado llega a restringir tanto el paso del vapor que una parte de esa ondulación se desprende y es llevada por el vapor a lo largo de la tubería. Esta partícula de agua viaja a la velocidad del vapor, el cual puede estar moviendo a 90 o 100 Km/hora, hasta que llega a encontrar algún obstáculo. Este obstáculo puede ser una válvula reductora de presión, una válvula reguladora de temperatura, una trampa para vapor, o simplemente un cambio de dirección de la tubería. En cualquier caso, la partícula de agua es detenida súbitamente (d, Fig. 1), causando, a menudo, resultados desastrosos al equipo. El daño causado por el golpe de ariete a equipos puede llegar a ser bastante serio; sin embargo, pudiera ocurrir que se hirieran personas y que, inclusive, ocurrieran pérdidas de vidas, todo lo cual, a menudo, pudiera haberse evitado mediante una cuidadosa consideración a los problemas del drenaje del condensado en las líneas principales."

Drenado Eficiente de Líneas Principales.

Si se tienen drenadas adecuadamente y se tiene cuidado al elevar su temperatura cuando se calientan inicialmente o desde frías, no solo se evitan los problemas del golpe

Fig. 1 GOLPE DE ARIETE



VELOCIDADES EN TUBERIAS PARA VAPOR		
	PIES/min.	Km./Hr.
(1)	1000	18.320
	1500	27.450
	2000	36.600
	2500	45.700
	3000	54.900
	3500	64.000
	4000	73.100
	5000	91.500
	6000	109.800
(2)	8000	146.500
	10 000	183.200
	12 000	220.000

① VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA EVITAR RUIDOS

② VELOCIDADES USUALES EN LOS LUGARES EN LOS QUE NO IMPORTA EL RUIDO

de ariete en las líneas principales, sino que se mejora la calidad del vapor y se reduce el mantenimiento de las válvulas reductoras, de control de presión, y de otras válvulas automáticas de vapor.

El hecho de que se tengan trampas para vapor con factores de seguridad liberales, o sobredimensionadas, no quiere decir que necesariamente se tenga una instalación drenada eficientemente.

Dos hechos importantes deben tomarse en consideración al diseñar las trampas de vapor de las líneas principales (o de cualquier otra instalación:

- a) Una trampa de vapor, independientemente de su tamaño puede descargar solamente el condensado que le ha llegado.
- b) Una trampa de vapor, independientemente de su tamaño puede descargar el condensado que le llega solamente si la presión en la trampa es mayor que la presión en la descarga.

Gastos de Condensado.

El gasto máximo de condensado se presenta durante el período de calentamiento. Puede ser que ocurran gastos mayores como resultado de la formación de espuma en la cámara, pero esto no es condensado y lo aclararemos posteriormente.

La tabla 1 muestra la cantidad de vapor usada para calentar 100 metros de tubo de diferentes diámetros, desde 10°C . (50°F) hasta presiones de trabajo de 0 a 250 lbs/pulg². (0-17.6 Kg/cm²).

Una vez que la presión en la tubería ha llegado a la presión de trabajo, la condensación que se tiene a partir de ese momento es el resultado de las pérdidas de calor por radiación y de la separación de la humedad del vapor húmedo. La suma de estos valores es menor que el condensado debido al calentamiento (excepto en casos desusables tales como tuberías subterráneas que estén en aguas freáticas o de inundaciones), de manera que las trampas instaladas para que eliminen el condensado del calentamiento tendrán la capacidad suficiente para eliminar este continuo condensado sin dificultad.

Las características principales de la Tabla 1 son aquellas en que se muestra la cantidad de condensado al elevar la temperatura de las tuberías hasta 100°C (212°F) ó 0 lbs/pulg.2. de presión. Por ejemplo, al elevar la temperatura de 100 metros de tubería de 250 mm. de diámetro, de 10°C . a una presión de trabajo de 7.0 kg/cm2. (100 lbs/pulg.2.), se condensan 1670 libras de vapor, de las cuales 860 son condensadas al elevar la temperatura hasta 100°C ó 0 lbs/pulg.2.

Ninguna trampa, por grande que sea, puede descargar las 860 libras iniciales de condensado, ya que no existe ninguna diferencia de presión que empuje al condensado a través de la trampa.

Piernas Recolectoras

Obviamente se debe tener una pierna recolectora o un recipiente si es que se desea que la trampa de vapor en la línea sea efectiva y la instalación sea segura.

Afortunadamente, las tuberías principales, también, retienen algo de condensado que se va formando en sus paredes y va fluyendo hacia el punto de drenaje. El cualquier momento, la temperatura del vapor es mayor que la temperatura de la tubería, dando por resultado que se tenga algo de presión manométrica en la tubería para cuando ésta alcanza los 100°C .

Teóricamente, para una seguridad absoluta, la pierna colectora debe tener una capacidad no menor que el volumen de condensado que se forma al elevar la temperatura de la tubería a 100°C . Para tuberías horizontales con diámetro de 100 mm. o mayores, las piernas recolectoras pueden tener una capacidad igual a la mitad del volumen de condensado que se forma al elevar la temperatura de la tubería hasta 100°C , considerando que se tendrá un inevitable retraso en que las gotitas de condensado lleguen al punto de drenaje y que también se tenga un retraso en la elevación de temperatura en la tubería. En las líneas verticales, el condensado puede fluir rápidamente hacia el punto de drenaje. Generalmente, sin embargo, las tuberías verticales no son largas, y una pierna de igual o mayor capacidad que el volumen inicial no es impráctica.

La tabla 2 indica las longitudes mínimas recomendadas para piernas recolectoras, por 10 metros de tubería Cédula 40. Los tamaños recomendados para piernas recolectoras en tuberías de diámetro 100 mm. o mayores tienen una capacidad igual a la mitad del volumen de condensado de calentamiento inicial.

Las piernas recolectoras para tuberías de 50, 64 y - 76 mm., tienen una capacidad igual a un cuarto de volúmen inicial, debido a que en las tuberías principales de pequeño diámetro el peso del vapor en la tubería a 0 Kg/cm². es pequeño, y es imposible, el evitar que la presión se nos eleve algo por encima de 0 Kg/cm². (Por ejemplo, 30 metros de tubería de 76-mm., a 0 Kg/cm², contiene solamente 91 gramos de vapor).

Las piernas recolectoras son, sin embargo, tan importantes en las tuberías pequeñas como en las grandes, ya que aquellas se usan más frecuentemente para alimentar equipos de proceso y de calentamiento. Un inadecuado drenado del condensado en las tuberías de diámetros pequeños es una causa común de daño en controles y trampas, así como de conexiones con fugas.

Las piernas recolectoras aseguran que el condensado sea llevado a la trampa escogida, al mismo tiempo que sirve de recipiente para el condensado que se forma antes de que la presión en la trampa se eleve lo suficiente para que pueda operar la trampa.

Selección de la Trampa para Vapor.

El condensado de las líneas principales debe desalojarse tan rápidamente como se forma, y las trampas que eliminan el condensado a la temperatura del vapor son las que deben escogerse. Estas trampas son:

- De Flotador y Termostática
- De cubeta Invertida
- De Cubeta Abierta
- Termodinámica

De las cuatro, las de Flotador y Termostática así como la Termodinámica tienen la ventaja de que requieren bajos factores de seguridad; es decir, responden instantáneamente a la presencia de condensado, en tanto que los tipos de cubeta, una vez cerrados, no pueden abrirse hasta que el vapor (o aire) en la trampa, que es la causa de que se cierran, se haya condensado o se haya fugado.

Presión de Trabajo de la Trampa.

La trampa debe seleccionarse de modo que el cuerpo de ella resista adecuadamente la presión de trabajo, pero también, y esto es muy importante, con una válvula de asiento adecuada para la presión máxima.

Nota: La trampa de Flotador y Termostática, la de Cubeta abierta y la de Cubeta Invertida están equipadas con válvulas de asiento adecuadas para ciertas presiones máximas fijadas. Si se instalan asientos demasiado grandes, la trampa tendrá alta capacidad de drenado, pero baja capacidad de presión de trabajo. De forma inversa, los asientos pequeños permiten altas presiones - pero tienen bajas capacidades.

Las trampas Termodinámicas usan el mismo asiento para todas las presiones y tienen alta capacidad y aguantan altas presiones, lo cual es una ventaja derivada del desusual principio operacional de la trampa.

Selección de la Capacidad

Si hemos supuesto que la pierna recolectora tendrá la capacidad suficiente para el período de tiempo cuando la trampa no tiene capacidad de descarga debido a la falta de presión dentro de las tuberías del sistema, la trampa deberá seleccionarse de modo que elimine el condensado tan pronto como continúa formándose.

El gasto máximo del condensado se presenta cuando se está calentando el metal de las tuberías hasta llegar a los 100° C. ya que después disminuye la diferencia de temperaturas entre el vapor y la tubería, por lo cual también disminuye el gasto de condensación. Más o menos a la mitad del período de calentamiento, el gasto de condensado es aproximadamente la mitad del promedio.

Una trampa para vapor con una capacidad igual al gasto promedio de condensación alrededor de la mitad de la presión final, normalmente tiene suficiente capacidad para manejar los gastos, aún en el caso de que el período de calentamiento, quizá inconscientemente, sea reducido, siempre y cuando se haya instalado una pierna recolectora para manejar el condensado inicial.

Esto, en efecto, proporciona un factor de seguridad de 2:1 para el caso en que se llegara a presentar un calentamiento rápido.

CAUTION: Debido a que el tiempo de calentamiento es una función del operador y no de la trampa, el factor de seguridad es precisamente lo que su nombre indica. Una instalación con un factor de seguridad de 2:1 no quiere decir que una operación descuidada no lo vaya a afectar.

Un calentamiento cuidadoso de las líneas principales es esencial, no solamente por evitar el peligro del golpe de ariete, sino también para disminuir los esfuerzos causados por expansiones desiguales, así como para reducir la erosión causada por una alta velocidad del vapor y del condensado.

Factor de Operación.

Los valores dados por los fabricantes como capacidad de operación de una trampa generalmente están suponiendo una descarga continua de condensado a la atmósfera. Cuando una trampa de vapor se cierra, la capacidad se reduce dependiendo de la longitud de tiempo que la trampa permanece cerrada. Esto debe tomarse en cuenta al escoger una trampa para un gasto y una presión conocidas.

Las trampas de Flotador y Termostáticas son del tipo de descarga continua, en la cual el diámetro de apertura de la válvula se está ajustando automáticamente de acuerdo con las variaciones del gasto. En tanto que las trampas de Flotador y Termostáticas se cierran al no haber gasto, tienen la ventaja de abrirse tan pronto como les entra condensado. Por esta razón, un factor de operación de 1.25:1 es suficiente.

Similarmente, las trampas Termodinámicas, aunque son del tipo de descarga intermitente, inmediatamente responden a la presencia de condensado. Un factor de operación de 1.25:1 es, por tanto, adecuado.

Las trampas de Cubeta-Invertida, una vez cerradas permanecen cerradas hasta que el vapor o el aire en la cubeta puedan escapar por la ventilación de la cubeta, haciendo que se necesite un factor de operación más grande. A las trampas de Cubeta Invertida debe considerárseles un factor de operación de 2:1 y, cuando se considere que se tiene mucho aire presente, deberá subirse a 3:1.

II EL DRENAJE DEL CONDENSADO EN LA PRACTICA.

Sumario y Ejemplo

Los diferentes factores que se deben considerar para la selección de trampas para líneas principales de vapor fueron explicadas con detalle en la Parte I, de modo que el usuario o proyectista tenga confianza para hacer tan importante selección.

Resumiendo, en los pasos siguientes se tendrá, como ejemplo el drenado de una tubería principal de 200 mm. de diámetro y 23 metros de longitud, la cual trabajará a 10.5 Kg/cm². (150 lbs/pulg.².) y se tendrá un período de calentamiento de cinco minutos.

- 1 Seleccione el tamaño de la pierna recolectora.
De la Tabla 2, para 30 metros se necesitan - una pierna de 200 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud. Para 23 metros, la longitud mínima - de la pierna será de $45 \times 23/30 = 25$ cm.
- 2 Determine el gasto promedio de condensación.
De la Tabla 1, el volumen total es de 133 libras y el gasto promedio será:

$$\frac{133 \times 60}{5} = 1596 \text{ lbs. por 30 m/hora.}$$

y para 23 metros será de 1196 lbs/hora.
Este valor corresponde al doble del gasto esperado a la mitad del calentamiento y, por tanto, incluye un factor de 2:1 que tomará en cuenta - a un calderero impaciente.

- 3 Corrija el gasto, de acuerdo con la trampa por usar, aplicándole el factor de operación correspondiente:

Flotador y Termostática:

$$1.25 \times 1196 = 1495$$

Termodinámica:

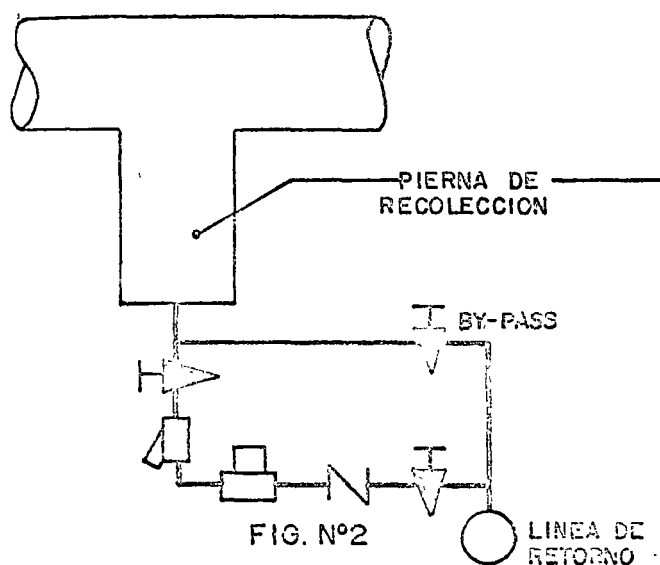
$$1.25 \times 1196 = 1495$$

Cubeta Invertida:

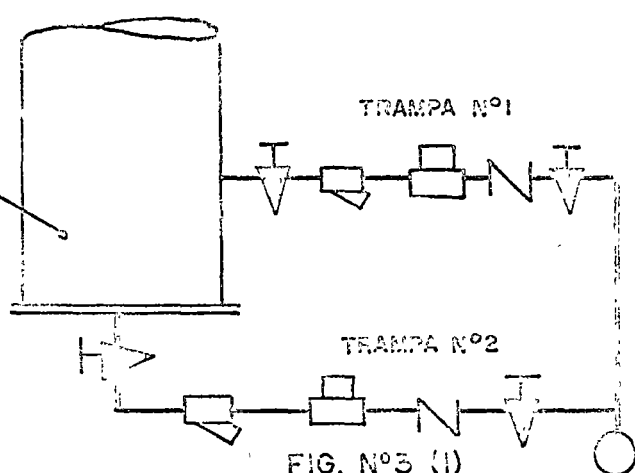
$$(promedio) \quad 2.5 \times 1196 = 2990$$

Cubeta Abierta

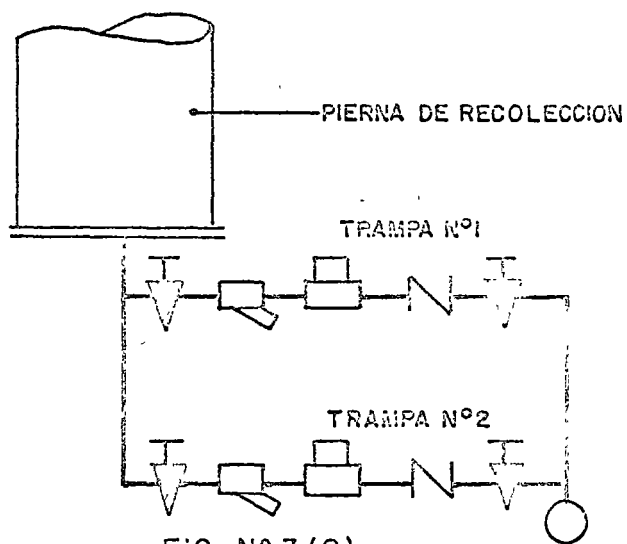
$$2.5 \times 1196 = 2990$$



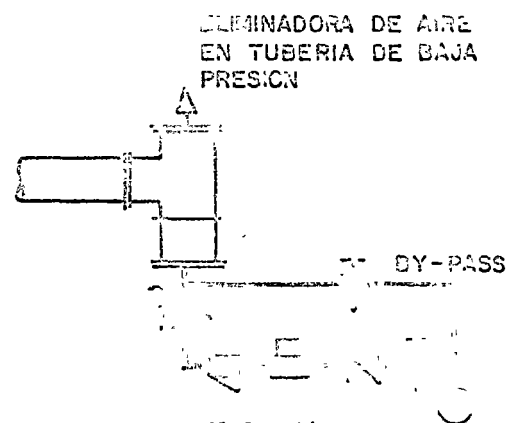
INSTALACION TIPICA USANDO
UNA SOLA TRAMPA CON "BY-PASS"



TRAMPAS EN PARALELO
FLOTADOR Y TERMOSTATICA
CUDETA INVERTIDA



TRAMPAS EN PARALELO
CUBETA INVERTIDA



ELIMINACION DEL AIRE
EN TUBERIAS PRINCIPALES

SIMBOLOGIA

- TRAMPA PARA VAPOR
- FILTRO
- VALVULA DE COMPUERTA
- VALVULA DE CHECK

- 4 Del catálogo del fabricante, seleccione una trampa del tipo escogido con:
 - a) El cuerpo resistente a no menos de 10.5 Kg/cm². (150 lbs).
 - b) Resistencia del asiento de la válvula de no menos de 10.5 kg/cm². (150 lbs/pulg.²)
 - c) Que la capacidad a la mitad de la presión de trabajo, o sean 5.25 Kg/cm². (75 lbs/pulg.².) o sea no menor que la capacidad calculada en el paso (3).

Instalación

Las dos partes más importantes del sistema de trampas de las líneas principales son las piernas recolectoras y las adecuadas trampas de vapor.

El diagrama de la instalación típica de una trampa (Fig. 2) nos muestra estas reglas sencillas:

- 1 Instale la trampa cerca de la pierna colectora.
El tener tramos largos horizontales de tubería antes de la trampa hace que se tengan taponamientos de vapor y que se reduzca la capacidad de la trampa pues ella se mantendrá cerrada hasta que el vapor en ese tramo de tubería se condense.
- 2 De ser posible, evite, el elevar condensado o conectar condensado a una línea de retorno que tenga una apreciable retropresión.

Cuando no se puede evitar la retropresión, use una pierna colectora grande para que reciba todo el condensado inicial hasta que la presión en la trampa sea suficiente para vencer la retropresión.

Cuando tenga que descargar contra una línea con retropresión, escoja una trampa con bastante capacidad. Para esto, vea cuidadosamente el catálogo del fabricante y lea la capacidad de la trampa a la diferencial de presión existente entre la presión de trabajo y la retropresión; por ejemplo:

Presión en la línea:	100 libras / Pulg. ² .
Retropresión:	20 lbs/Pulg. ² .
Diferencial de presión:	80 lbs/pulg. ² .

Un medio de la diferencia de presión: 40 lbs/pulg.2.

Escoja una trampa que con una diferencial de presión de 40 lbs/pulg.2. tenga una capacidad no menor que el gasto promedio de condensado.

- 3 Instale un filtro antes de la trampa y póngale una válvula que le sirva para purgarlo con objeto de facilitar su limpieza.
- 4 Use niples y conexiones de y hacia la trampa de diámetro por lo menos igual al de la trampa, y de preferencia, de un diámetro mayor.
- 5 Drene todos los puntos bajos de las tuberías.

Sin tratar de poner demasiadas trampas, es mejor poner más trampas chicas que tener longitudes largas sin drenar.

Trampas en Paralelo.

Las trampas que se dimensionan para manejar el condensado del calentamiento están siempre sobradas para el condensado por radiación o condensado normal de trabajo. Este exceso de capacidad puede crear problemas: por ejemplo, las trampas de Cubeta Invertida tienden a perder sus sellos hidráulicos y dejar escapar vapor cuando están sobradas. Todas las trampas se erosionan más rápidamente con gastos pequeños que con gastos grandes, y la frecuente descarga de pequeñas cantidades de condensado a razón de la capacidad completa de la trampa a menudo crea condiciones indeseables en la línea de retorno.

Los problemas pueden reducirse instalando pequeñas trampas en paralelo, pero con capacidad total igual a una trampa grande. La Fig. 3, muestra dos de tales instalaciones. Se recomienda que las trampas en paralelo sean usadas en todas las situaciones en que una sola trampa de 3/4" no tenga la suficiente capacidad.

Note las economías de tubería inherentes a las trampas en paralelo: proporciona un "by-pass", ya que una trampa manejará el gasto en tanto que la otra trampa puede estar siendo inspeccionada.

Usted siempre apreciará la seguridad que le proporcionan las trampas en paralelo, pues dan protección de emergencia en el caso de una trampa se atasque o se pegue cerrada. Este método de trampas en paralelo es particularmente importante en plantas automatizadas.

"Priming Loads".

El cebado de las calderas como resultado de gastos súbitos excesivos hace que se tengan gastos de condensado también excesivos en las trampas cercanas a las calderas y los cuales son imposibles de estimar.

El tener piernas recolectoras grandes es una imperiosa necesidad en tales instalaciones, y se recomienda el poner trampas en paralelo con las dos trampas capaces de absorber las máximas presiones de trabajo.

Eliminación de Aire (Venteo)

El aire en las líneas de vapor principales puede demorar su calentamiento inicial, especialmente aquellas de baja presión.

Las trampas de las líneas principales deben ser capaces de eliminar el aire que les llega, ya que de otra forma su capacidad se verá súmamente reducida, pero si se ponen válvulas eliminadoras de aire auxiliares en los extremos de las líneas principales, ellas ayudarán mucho a reducir el tiempo de calentamiento inicial, al mismo tiempo que evitarán el que pase aire a las superficies de calentamiento de los equipos de proceso.

GUIAS DE TRAMPAS PARA VAPOR

ALGUNAS DEFICINIONES BASICAS :

a) ¿ QUE ES UNA TRAMPA PARA VAPOR ?

Una Trampa para Vapor es una válvula automática que permite eliminar el condensado, aire, y otros gases no condensables - de las tuberías principales de vapor y equipos que trabajan con vapor, impidiendo al mismo tiempo la pérdida de vapor en el sistema de distribución o en el equipo.

b) ¿ DONDE SE EMPLEAN LAS TRAMPAS PARA VAPOR ?

Las Trampas para Vapor se emplean en todos los sistemas de vapor para remover el condensado que se forma y eliminar el aire indeseable y los gases no condensables.

c) ¿ TIPOS DE TRAMPAS PARA VAPOR

No existe ningún tipo universal de trampa para vapor, debido a que la amplia gama de aplicaciones para las cuales se emplean, requieren diferentes características de operación. La trampa adecuada para un radiador de baja presión, por ejemplo, es muy diferente de la que se necesita para purgar una tubería de alta presión. De aquí que haya una gran variedad de tipos de trampas para vapor.

d) CLASIFICACION DE ACUERDO CON EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

(1) Trampas para Vapor Termostáticas

A) Trampas Termostáticas de Presión Equilibrada

B) Termostáticas

- a) para Expansión Líquida
- b) Bi-metálicas.

(2) Trampas de Vapor de Tipo Mecánico.

A) De Flotador y Termostáticas

B) Trampas de Balde

- a) Balde Invertido
- b) Balde Abierto

(3) Trampas de Impulso

(4) Trampas Termodinámicas

e) ¿ CUALES SON LAS CARACTERISTICAS DE CADA TIPO DE TRAMPA PARA VAPOR ?

Las cuatro páginas siguientes contienen esquemas de cada tipo básico de trampa que se encuentra hoy en día en el mercado, junto con su principio de funcionamiento, ventajas especiales, y limitaciones. Se recomienda enfáticamente leer con mucho cuidado esta materia antes de seguir con los esquemas de aplicación y los datos de dimensiones que aparecen más adelante.

CARACTERISTICAS DE LAS TRAMPAS PARA VAPOR :

1) TIPO: TRAMPA TERMOSTATICA DE PRESION EQUILIBRADA.

Principio de Funcionamiento:

La trampa es accionada por un elemento termostático flexible, lleno con un fluido, el cual, al calentarse o enfriarse, se evapora o condensa. Los cambios de presión internos expanden o contraen el elemento y mueven la cabeza de válvula fijada al elemento frío está contraído, y la válvula completamente abierta para descargar aire y condensado frío. Cuando llega el vapor a la trampa, el elemento se expande y cierra la trampa. Cuando el condensado que rodea el elemento, se enfría hasta aproximadamente 10° a 30° por debajo de la temperatura del vapor (dependiendo del fluido), la trampa se abre para descargar el condensado.

Ventajas :

- 1) Gran capacidad de purga de aire.
- 2) A pequeñas dimensiones corresponden grandes capacidades de descarga.
- 3) Autoregulables, funcionan sin ajustes en todas las presiones dentro de su gama.
- 4) No se congelan si se las deja descargar libremente.
- 5) Utilizan las mismas dimensiones de válvula para todas las presiones dentro de su gama de operación.
- 6) Se componen de un pequeño número de piezas.

Limitaciones :

- 1) No son apropiadas para vapor recalentado.
- 2) Resistencia limitada al golpe de ariete.
- 3) No son apropiadas para usos en los cuales el condensado debe ser descargado a medida que se va formando. El condensado debe enfriarse antes que se pueda descargar.

CARACTERISTICAS DE LAS TRAMPAS PARA VAPOR

2) TIPO: TRAMPA TERMOSTATICA DE EXPANSION LIQUIDA

Principio de Funcionamiento :

El aire y el condensado se descargan desde el comienzo - hasta que el condensado alcanza una temperatura pre-determinada debajo de 212°F. El elemento termostático, lleno con líquido, cierra la válvula para mantener la temperatura prefijada de descarga del condensado.

Ventajas :

- 1) Soportan golpes de ariete
- 2) Eficiencia térmica muy alta (Utiliza el calor - sensible tanto como el calor latente del vapor).
- 3) La descarga a baja temperatura elimina el vapor instantáneo en los lugares de trabajo.
- 4) No se congela si se les da descarga libre.

Limitaciones :

- 1) Limitadas a aplicaciones tales como tanques de almacenamiento y algunas líneas donde el condensado puede ser retenido y enfriado antes de ser descargado.
- 2) El condensado corrosivo puede atacar el fuelle de bronce en el elemento termostático.
- 3) No son autoregulables.

CARACTERISTICAS DE LAS TRAMPAS PARA VAPOR

3) TIPO: TRAMPA BI-METALICA

Principio de Funcionamiento :

El aire y el condensado se descargan desde el comienzo - hasta que el condensado alcance la temperatura pre-determinada. El elemento termostático bi-metálico cierra entonces la válvula para mantener la temperatura pre-fijada de descarga del condensado.

Ventajas :

- 1) Resistentes al golpe de ariete.
- 2) Rendimiento térmico muy alto cuando se regulan para descargar a bajas temperaturas.
- 3) La baja temperatura de descarga evita el vapor instantáneo en los lugares de trabajo.
- 4) Algunos tipos no se congelan si se les da descarga libre.

Limitaciones :

- 1) Limitadas a aplicaciones en las cuales el condensado puede ser retenido y enfriado antes de ser descargado.
- 2) Las características del bi-metal pueden cambiar con el uso.
- 3) No son autoregulables.

CARACTERISTICAS DE LAS TRAMPAS PARA VAPOR

4) TIPO: TRAMPA DE FLOTADOR Y TERMOSTATICA.

Principio de Funcionamiento :

El aire que entra a la trampa se descarga inmediatamente a través de una ventila auxiliar de gran capacidad. El condensado obliga al flotador a subir, y coloca la válvula reguladora de descarga en una posición tal que descarga el condensado en forma continua a medida que entra en la trampa. El nivel del condensado en el cuerpo de la trampa se mantiene sobre la válvula de descarga para formar un sello positivo e impedir la pérdida de vapor.

Ventajas :

- 1) Descarga el condensado en forma continua tan rápidamente como se forma.
- 2) Gran capacidad de la ventila a través de la ventila auxiliar de presión equilibrada, la cual es autoregulable para diferentes presiones de va-por.
- 3) Gran eficiencia térmica tanto en cargas livianas como pesadas.
- 4) La descarga modulada no causa variaciones de presión, las que podrían causar dificultades en el control de temperaturas de serpientes calentadores de aire e intercambiadores de calor, -etc.

Limitaciones :

- 1) No se pueden ser utilizadas en equipos en los -cuales el vapor recalentado pueda llegar al elemento de la ventila.
- 2) En usos en los uales se puedan congelar, deben ser protegidas con un drenaje térmico.
- 3) Los golpes de ariete pueden dañar tanto el flotador como el elemento de la ventila.

CARACTERISTICAS DE LAS TRAMPAS PARA VAPOR

5) TIPO: TRAMPA DE BALDE INVERTIDO

Principio de Funcionamiento :

Normalmente el cuerpo de la trampa está lleno de condensado para mantener un sello alrededor del balde invertido, el cual actúa como un flotador para operar la válvula de descarga. El vapor que entra en el balde lo hace flotar cerrando la válvula. Mientras la válvula está cerrada, el condensado se acumula en la tubería por el lado de entrada de la válvula hasta que el vapor que hace flotar el balde, se escapa a través de un pequeño orificio en la parte superior de éste, y permite que el balde baje abriéndose la válvula. El condensado es descargado, seguido por el vapor, el cual vuelve a accionar el mecanismo de flotador. El aire puede pasar a través de un pequeño orificio en la parte superior del balde. Algunas trampas de balde invertido están equipadas con una ventila bi-metálica auxiliar.

Ventajas :

- 1) Son bastante resistentes a golpes de ariete.
- 2) Pueden construirse para presiones de trabajo muy altas.

Limitaciones :

- 1) Baja eficiencia térmica al trabajar con cargas y presiones variables.
- 2) Deben mantener un sello de agua para impedir - descargas continua de vapor.
- 3) Deben ser protegidas contra congelación.
- 4) No pueden descargar condensado en forma continua tan rápidamente como se forma.
- 5) El orificio de purga del balde tiene una capacidad de purga de aire muy limitada.
- 6) El auxiliar bi-metálico debe regularse en fábrica para bajas temperaturas - no es autoregurable.

CARACTERISTICAS DE LAS TRAMPAS PARA VAPOR

6) TIPO: TRAMPA DE BALDE ABIERTO :

Principio de funcionamiento :

El cuerpo de la trampa, de grandes dimensiones, está parcialmente lleno con condensado, el cual hace flotar un balde con la boca hacia arriba. El balde que flota, levanta una cabeza de válvula hasta su asiento, y la sella. Al entrar más condensado en la trampa, el nivel sigue subiendo, hasta que el condensado rebose dentro del balde, haciéndolo hundirse y abriéndose la válvula. La presión en la trampa obliga al condensado que está en el balde a subir por un tubo vertical, saliendo de la trampa. Al salir el condensado del balde, éste vuelve a flotar, cerrando la válvula. El aire debe purgarse a través de una purga auxiliar manual o termostática, ubicada en la parte superior de la trampa.

Ventajas.

- 1) Buena resistencia al golpe de ariete.

Limitaciones :

- 1) Los cuerpos de las trampas son difíciles de instalar debido a sus dimensiones y a su peso.
- 2) Deben ser protegidas contra congelación.
- 3) La descarga intermitente puede retardar la eliminación del condensado.

CARACTERISTICAS DE LAS TRAMPAS PARA VAPOR

7) TIPO: TRAMPA DE IMPULSO

Principio de Funcionamiento :

Tiene dos orificios en serie para crear un impulso de presión que opera la válvula de descarga. Al llegar condensado relativamente frío a la trampa, pasa a través de los dos orificios en serie sin crear suficiente presión en la cámara de control para cerrar la válvula principal. El condensado sigue fluyendo hasta alcanzar una temperatura de aproximadamente 30°F. por debajo de la temperatura del vapor. Cuando la presión en la cámara de control puede cerrar la trampa. El condensado es retenido y se enfría, la trampa vuelve a abrirse y el ciclo se repite. Al trabajar con cargas livianas, el vapor puede ser descargado a través del orificio de sangría.

Ventajas :

- 1) Son pequeñas y livianas
- 2) Se construyen enteramente de acero inoxidable
- 3) Buena resistencia a los golpes de ariete y vapor recalentado.

Limitaciones :

- 1) Los orificios de sangría continua pueden desperdiciar vapor al trabajar con cargas livianas.
- 2) Las piezas de la válvula, muy ajustadas, se pueden atascar.
- 3) El condensado retenido puede causar anegamiento
- 4) El condensado retenido puede contribuir a corrosión y golpes de ariete.
- 5) No deben usarse en equipos en los cuales la contrapresión sea superior en un 30% a la presión de entrada del condensado.

CARACTERISTICAS DE LAS TRAMPAS PARA VAPOR

8) TIPO: TRAMPA TERMODINAMICA

Principio de Funcionamiento :

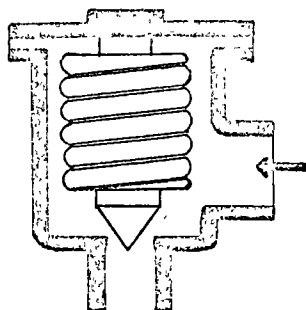
El condensado y el aire levantan el disco y fluyen libremente a través de la trampa. Al llegar vapor a la trampa, aumenta instantáneamente la velocidad del flujo debajo del disco, y la recompresión sobre el disco hace que este cierre de golpe sobre su asiento, sellando el camino del vapor. Las pérdidas de calor de la pequeña cámara de control que está llena de una mezcla de vapor y condensado, hacen que la presión en la cámara baje hasta un punto en que el disco se abre nuevamente para descargar condensado.

Ventajas :

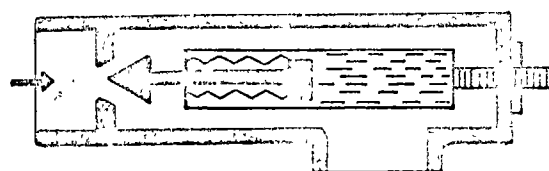
- 1) Compacta y liviana.
- 2) Construida totalmente de acero inoxidable
- 3) Gran resistencia a golpes de ariete.
- 4) Buena resistencia a la corrosión.
- 5) Una sola pieza movable
- 6) Una sola trampa para todas las presiones comprendidas entre 10 y 600 psi.
- 7) Operan eficientemente con diferentes presiones y cargas.
- 8) Responden rápidamente a cargas variables
- 9) Descargan condensado a la temperatura del vapor para impedir anegamiento.

Limitaciones:

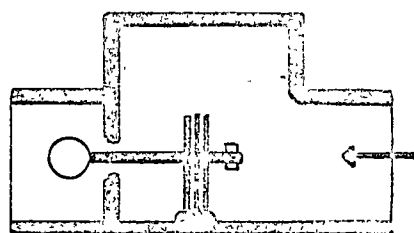
- 1) No son apropiadas para presiones debajo de 10 psi.
- 2) Algunos modelos están limitados a contra presiones de un 50%, otros son apropiados solamente para presiones de retención de 8.5 % .
- 3) No se recomienda para presiones bajas con válvulas de control de temperatura.



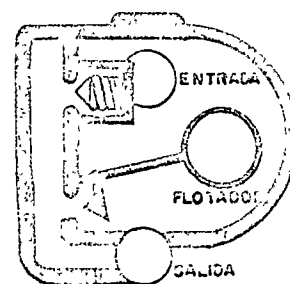
TRAMPA TERMOSTATICA DE
PRESION EQUILIBRADA



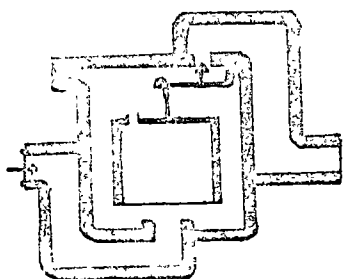
TRAMPA TERMOSTATICA DE
EXPANSION LIQUIDA



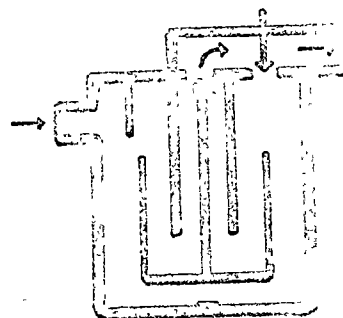
TRAMPA BI-METALICA



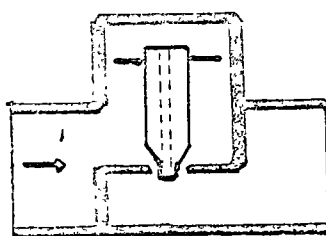
TRAMPA DE FLOTADOR
Y TERMOSTATICA



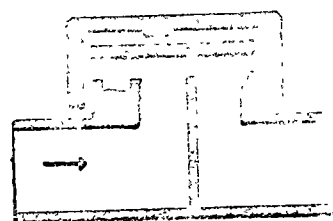
TRAMPA DE BALDE INVERTIDO



TRAMPA DE BALDE ABIERTO



TRAMPA DE IMPULSO



TRAMPA TERMODINAMICA

INSTALACION DE TRAMPAS PARA VAPOR

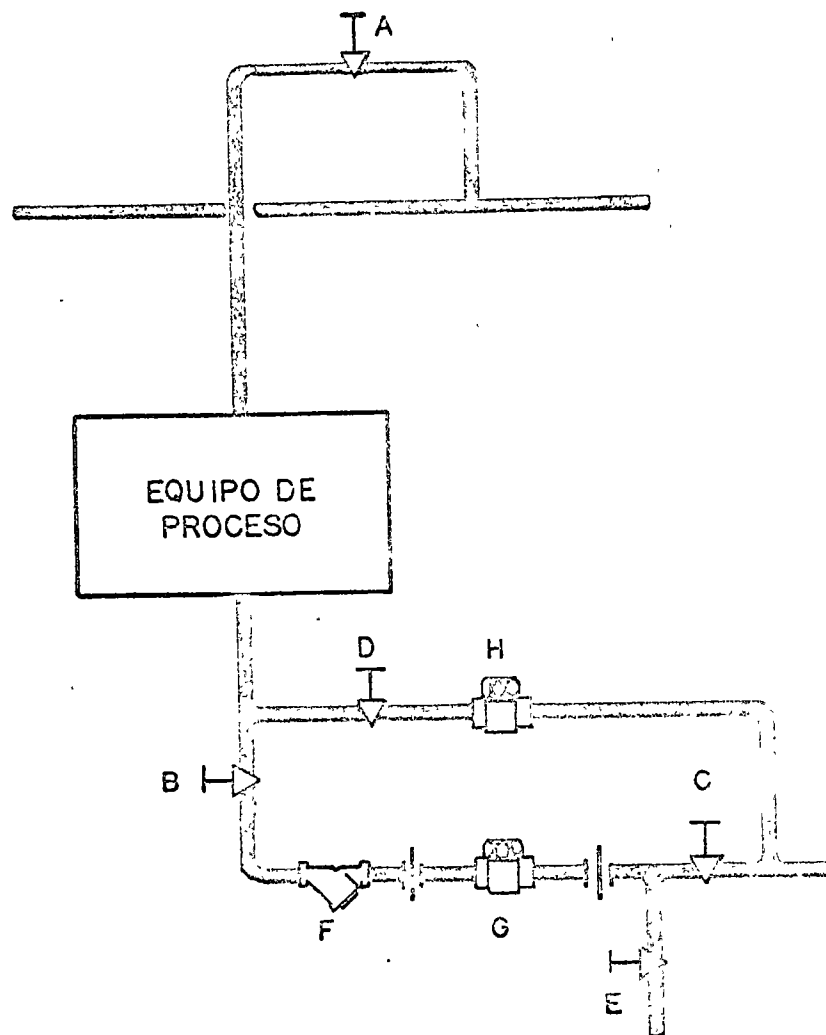
RECOMENDACIONES GENERALES

Válvulas para circuitos de trampas de vapor

- a) El sistema básico muestra las válvulas empleadas en un circuito de trampas diseñado para trabajo continuo y facilidad de mantenimiento.
- b) La trampa de emergencia provee al personal de operaciones con los medios de enfrentarse a condiciones de emergencia, hasta que la trampa principal pueda ser reparada. También impide la pérdida de vapor en el caso de que la válvula de desvío se abriese accidental o deliberadamente.
- c) Las válvulas de desvío se pueden omitir en sistemas en los cuales el equipo puede aislarse fácilmente para la inspección o reparación de las trampas.
- d) Algunas veces se omiten las válvulas de retención de las trampas empleándose la válvula de entrega de vapor "A" como válvula de retención.
- e) La válvula de prueba "E" debería ser de las mismas dimensiones que las conexiones de la trampa.
- f) Para todas las trampas, salvo las de tipo termodinámico, utilice una válvula de retención en la línea de descarga al descargar a una línea de retorno a un nivel superior, o cuando un grupo de trampas descargan a una tubería de retorno común.

Localización de las Trampas de Vapor

- a) Las trampas de vapor deben colocarse debajo del equipo o de la tubería que se quiere drenar para permitir al condensado fluir por gravedad a la trampa. (Una trampa de vapor no puede salir en busca del condensado y llevarlo hasta sí misma; debe esperar que el condensado le llegue hasta ella).
- b) En los pocos casos en que una trampa debe colocarse encima del equipo que se desea drenar, es necesario instalar un accesorio de elevación y una tubería de elevación de pequeño diámetro.
- c) Todas las trampas, excepto las termostáticas deben colocarse cerca de los equipos que se desea drenar.



- A — Válvula de entrega de vapor
- B — Válvula de desvío
- C — Válvula de retención de la descarga
- D — Válvula de retención para la entrada de la trampa secundaria
- E — Válvula de prueba
- F — Filtro
- G — Trampa de vapor principal
- H — Trampa de vapor de emergencia

SISTEMA BASICO DE TUBERIA
PARA TRAMPAS DE VAPOR.

INSTALACION DE TRAMPAS PARA VAPOR

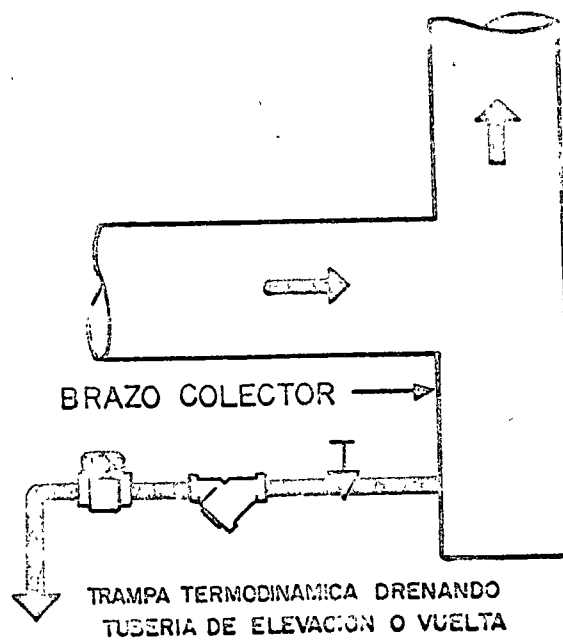
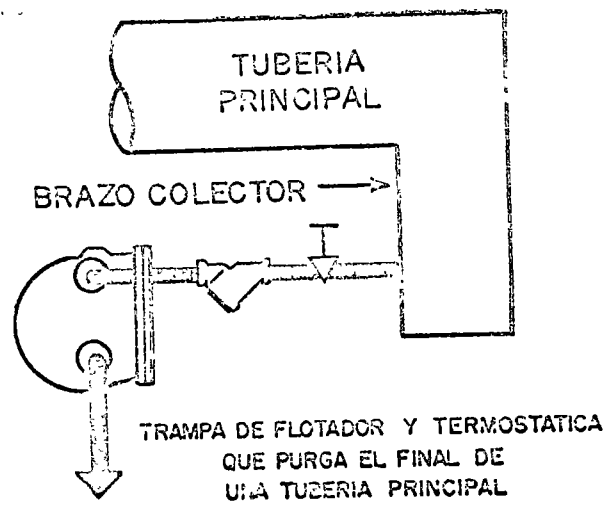
- d) Las trampas termostáticas pueden colocarse a varios pies de distancia del equipo para que el condensado se enfríe un poco. Sin embargo, este "brazo de enfriamiento" tendrá poco efecto en cargas medianas y grandes.
- d) Las trampas que drenan tuberías de retorno elevadas, se instalan a menudo cerca del piso para facilitar su mantenimiento. Evite instalar tramos horizontales largos antes de la tubería de la trampa. La tubería vertical de bajada debe ser de un tamaño mayor al de la trampa.
- f) Las trampas que drenan calentadores de aire de baja presión, o calentadores de agua con control de temperatura, deben colocarse tan debajo del calentador como sea posible; capacitadas para eliminar una carga máxima con una presión diferencial igual a $1/3$ de la presión hidráulica disponible.

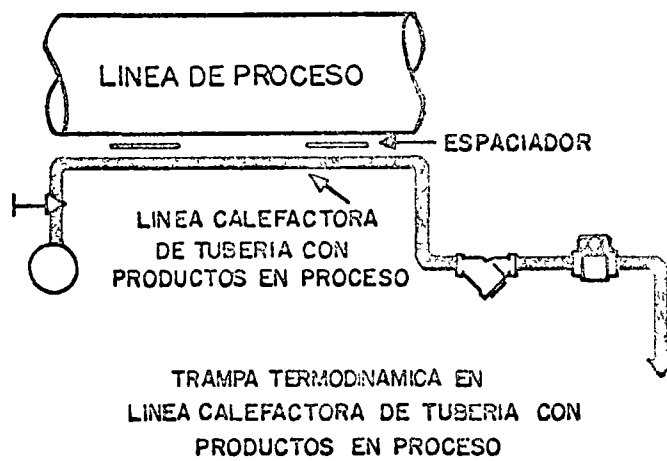
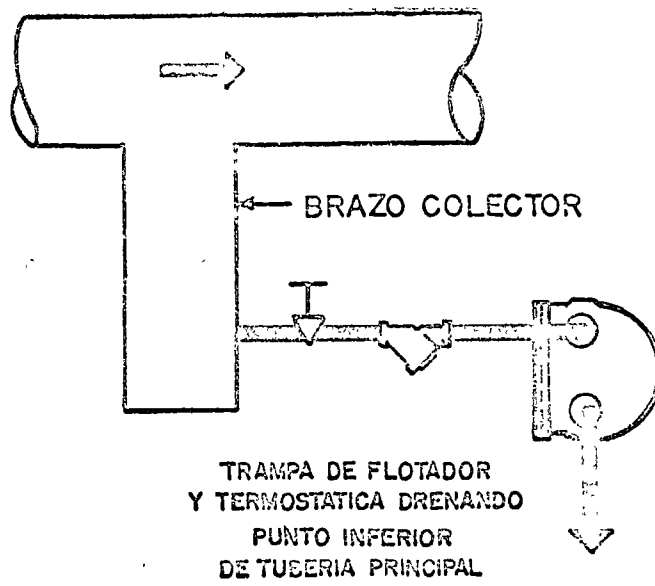
Dimensiones de las Tuberías en los Grupos de Trampas de Vapor.

- a). Las tuberías de entrada y salida y descarga de las trampas de vapor deben ser por lo menos de las dimensiones de las conexiones de las trampas.
- b) Si las tuberías hasta y desde las trampas tienen más de 4 o 5 pies de largo, deben ser de un tamaño mayor que las trampas.
- c) Las tuberías principales de retorno de condensado que reciben la descarga de varias trampas, deben tener las dimensiones adecuadas para manejar la capacidad total de condensado de todas las trampas.
- d) Las líneas de condensado que salen de la parte inferior de calentadores de aire de baja presión, deben tener las mismas dimensiones que las conexiones del calentador y no ser menores de 1".

Algunas Precauciones Generales para la Instalación de Trampas de Vapor.

- a) Utilice una trampa para cada unidad del equipo que emplea vapor. No instale trampas para grupos de unidades.
- b) Instale uniones universales a cada lado de la trampa para facilitar el mantenimiento.
- c) Conserve uniforme la distancia entre las uniones universales para cada tamaño y tipo de trampa.
- d) Utilice un filtro de tubería para proteger la trampa de vapor contra escamas de la tubería y de suciedad.



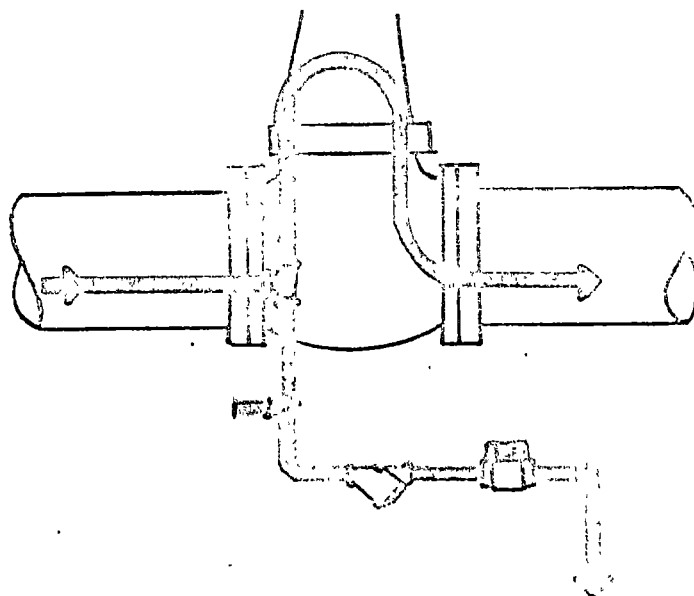


INSTALACION DE TRAMPAS PARA VAPOR

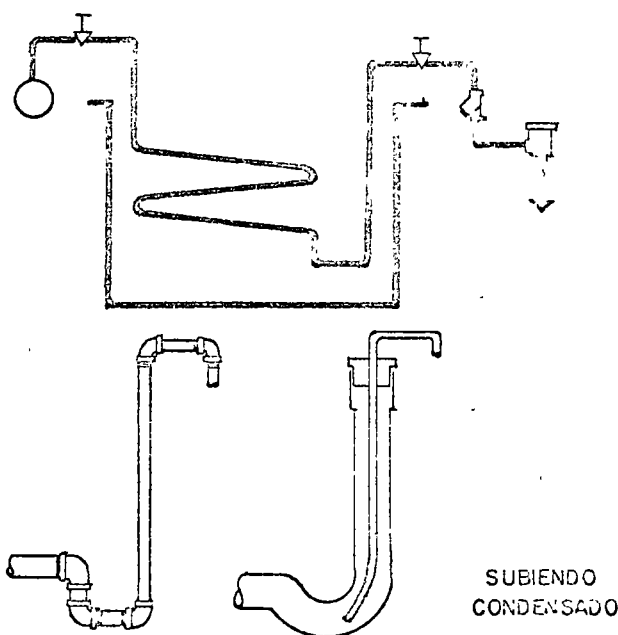
- e) Las instalaciones de trampa s sujetas a heladas necesitan descarga - libre con ~~peque~~ pies de tubería en el lado de descarga. Instale la tubería en tal forma que se drene rápidamente.
- f) Las tuberías horizontales deben ser levemente inclinadas hacia la trampa a fin de evitar el sello de vapor en la tubería.
- g) En los sistemas de distribución de vapor, las trampas deben utilizarse:
 - 1) Delante de las válvulas de cierre.
 - 2) Antes de las válvulas de control de presión y de temperatura.
 - 3) Antes de las espirales de expansión , y en frente de todas las tuberías de elevación'
 - 4) Al final de las tuberías principales de entrega.
 - 5) En cualquier punto de nivel inferior en una línea horizontal, donde pueda existir la posibilidad de formarse un depósito de condensado.
 - 6) En puntos intermedios de las tuberías horizontales muy largas.

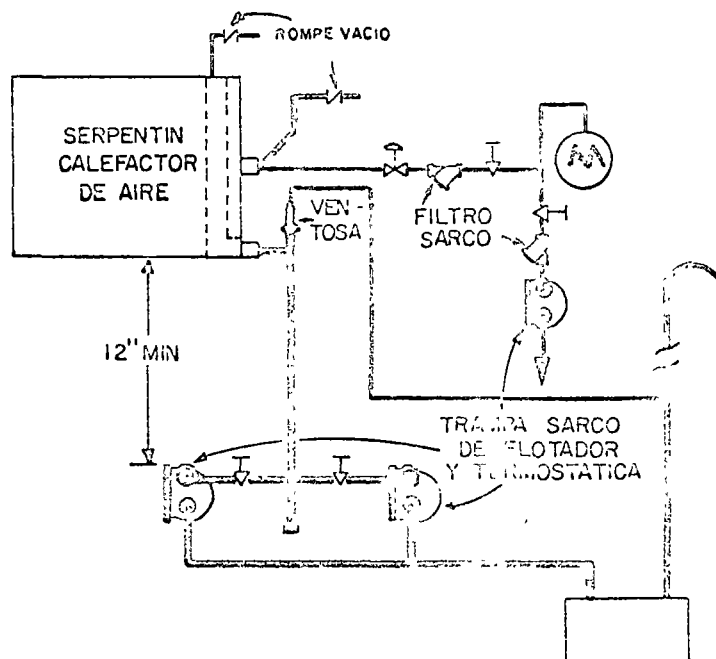
Subiendo condensado

- a) Una trampa de vapor puede hallar condensado y abrirse para dejarlo - pasar, perono puede subir condensado. Cuando una trampa se abre, - la presión de vapor puede elevar condensado a una línea de retorno - superior.
- b) El vapor a una presión de 1 PSI puede elevar condensado 26", pero dejando un margen para la fricción en la tubería, la elevación debe ser - limitada a 18" por cada libra de presión en el lado de descarga de la - trampa.
- c) Al escoger el tamaño de la trampa de vapor, debe considerarse la elevación de condensado, porque ésta reduce la presión diferencial a través de la trampa, reduciendo así su capacidad.

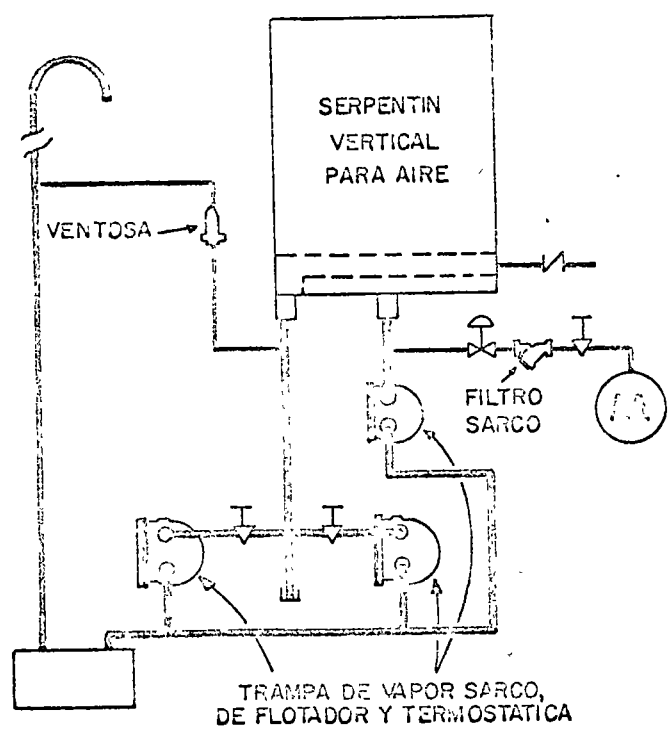


LINEAS DE CONDUCCION DE VAPOR

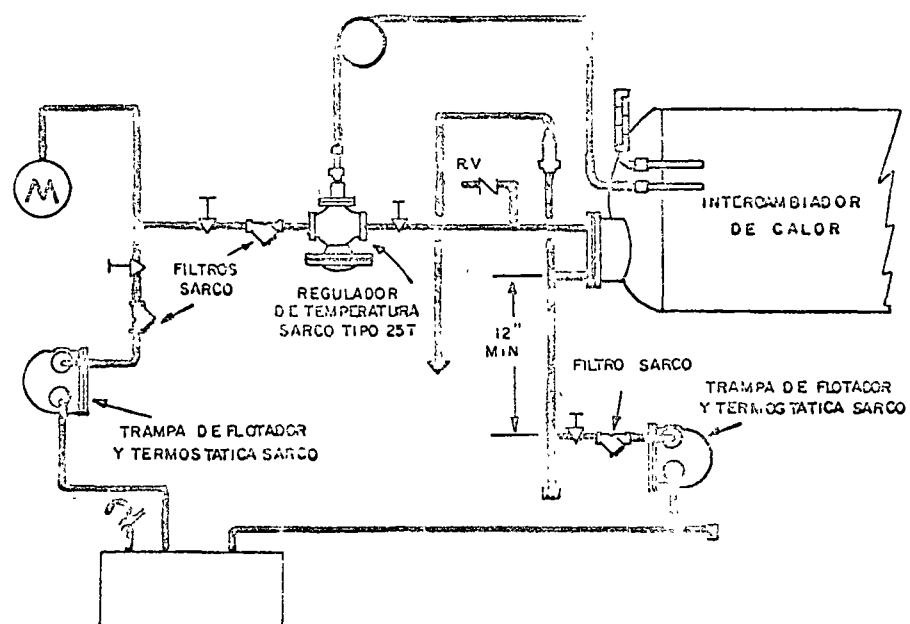




SERPENTINES HORIZONTALES CALEFACTORES DE AIRE, MOSTRANDO LA FORMA APROPIADA PARA UTILIZAR LAS TRAMPAS DE FLOTADOR Y TERMOSTATICA.



INTERCAMBIADOR DE CALOR DRENADO POR TRAMPA DE FLOTADOR Y TERMOSTATICA



SERPENTIN VERTICAL DE CALEFACCION,
DEMOSTRANDO LA FORMA CORRECTA
DE UTILIZAR LAS TRAMPAS DE
FLOTADOR Y TERMOSTATICAS.

INSTALACION DE TRAMPAS PARA VAPOR

- d) La Figura 7 muestra los dispositivos de tubería que se sugieren para elevar condensado en el lado de entrada de una trampa de vapor. El sello de condensado puede ser construido con accesorios standard de tubería o usando un tubo delgado dentro de un tubo de mayor diámetro.

Serpentines de Calefacción para Aire .

Los serpentines de calentamiento de aire, a los cuales llega un suministro de vapor a baja presión a través de una válvula de control, presentan uno de los problemas más difíciles de drenaje de condensado que se puede encontrar. Estas aplicaciones requieren mucho cuidado en cuanto a la selección y dimensiones de las trampas de vapor, como asimismo un planeamiento cuidadoso del sistema de tuberías.

Un drenaje deficiente de condensado y un sistema de trampas de vapor inadecuados contribuye a :

- 1) Control deficiente de temperatura
- 2) Daños grandes causados por golpes de ariete.
- 3) Corrosión en los serpentines
- 4) Congelamiento en los serpentines
- 5) Se forman capas de aire de distintas temperaturas.

La figura 8 ilustra los principios del sistema de trampas de vapor y un sistema típico de tuberías para serpentines horizontales de calefacción para aire que minimizan estas dificultades.

La tubería de condensado en la parte inferior del serpentín se hace de diámetro bastante grande para que sirva como un brazo colector y deje pasar libremente el condensado y el aire. El brazo vertical de condensado debe tener el mismo diámetro que la conexión en el serpentín y no debe ser menor de 1".

Para drenar serpentines de calefacción para aire, debe usarse una trampa de tipo flotador y termostática, ya que es la única trampa que descarga condensado en forma continua a la temperatura de saturación tan rápidamente como se forma. Responde inmediatamente a cambios de cargas, y su descarga suave y continua no interfiere con el control o crea presiones repentinas que podrían causar golpes de ariete.

La trampa de flotador y termostática está colocada a un mínimo de 12" debajo del serpentín y está capacitada para drenar la carga máxima de condensado del serpentín a 0 PSI con un diferencial de presión a través de la trampa igual a un cuarto de la presión hidráulica disponible. ---

Un cuarto de la presión hidráulica disponible se emplea como margen para la fricción en la tubería. La línea de retorno de condensado de las trampas debe estar inclinada y conectada a un tanque recolector con salida de aire.

En lugar de un desvío alrededor de una sola trampa, se emplea una segunda trampa de flotador y termostática, la cual también está capacitada para disponer de la carga completa de condensado. Este sistema es un seguro poco costoso contra los grandes daños que pueden producirse por heladas o golpes de ariete como resultado de:

- 1) Fallas de la trampa
- 2) Filtros obstruídos
- 3) Tuberías obstruídas
- 4) Fallas de una válvula

Un rompe vacío (válvula de retención de 15") se instala a la entrada del serpentín para introducir aire en este sitio cuando la temperatura del medio calefactor debe disminuirse a una temperatura inferior a los 212°F. para satisfacer los requisitos exactos de suministro. La instalación de un rompe vacío o válvula de entrada de aire en este lugar es muy importante. Si todo el aire fuera introducido en la tubería en el fondo del serpentín, debería burbujear a través del condensado, interfiriendo así con el drenaje del serpentín; y se mantendría concentrado en un punto peligroso cerca de la parte inferior del serpentín.

Para lograr un seguro poco costoso contra el anegamiento, otro rompe vacío debería instalarse en la parte superior del cabezal para el serpentín. En algunas aplicaciones, tales como mientras modula la válvula de control puede llegarse a un punto en el cual la presión de entrada es de 1/4 PSIG, para mantener el rompe vacío cerrado, mientras que la caída de presión a través de los tubos crea suficiente vacío en la tubería de condensado del serpentín para oponerse a la presión hidráulica de 12" de condensado. El ruptor de vacío en la parte superior de la tubería de condensado elimina esta posible causa de dificultades.

La Figura 9 muestra el dispositivo de tubería recomendado para serpentines verticales de calefacción para aire. El rompe vacío está montado en el punto de máxima altura de la tubería de condensado del serpentín, de modo que el aire que entra, no interfiere con la salida del condensado del serpentín.

Al trabajar el serpentín con poca carga, es necesario introducir una mezcla de vapor / aire con una temperatura que satisfaga la demanda de calor. Ahora bien, a medida que aumenta la carga, el proceso debe invertirse, y el aire debe ser eliminado. La pequeña ventila auxiliar en la parte superior del brazo vertical cumplirá con esa función sin esperar que se presente un aumento de presión suficiente como para eliminar el condensado de las líneas que llegan a las trampas.

La pequeña ventila auxiliar actúa en ayuda del sistema de control de temperatura impidiendo que se presente una condición en la cual los elementos dentro de las válvulas de control oscilan.

INSTALACION DE TRAMPAS PARA VAPOR

La mejor trampa del mundo no puede por sí sola asegurar un drenaje - apropiado de un serpentín pre-calentador o re-calentador. Las tuberías y rompe vacíos asociados, deben estar colocados en forma tal que traigan el condensado a la trampa en forma continua y tan rápidamente como se forma. Sólo entonces, puede la trampa de flotador y termostática descargar en forma continua sin alterar las condiciones de presión - y con - un riesgo mínimo de golpes de ariete o congelación.

La Figura 10 ilustra una aplicación muy común de trampas de vapor, la cual es muy similar a los serpentines de calefacción de aire de la Figura 8. Un sistema de trampas de vapor y condensado, inadecuado, puede contribuir a:

- 1 Control deficiente de temperatura
- 2 Daños graves debido a golpes de ariete.

Deben tomarse las siguientes precauciones:

- 1 Utilizar un rompe vacío (válvula de retención de 15") en el lado de entrada de las tuberías.
- 2 Utilizar un brazo colector largo en la línea del condensado.
- 3 Instalar una purga de aire auxiliar en la parte superiores del brazo colector.
- 4 Utilizar una trampa de flotador y termostática, colocada por lo menos a 12" debajo del serpentín, y - de tamaño capaz de la carga de condensado con 1/4 de la presión hidráulica disponible.
- 5 Darle a la línea de condensado un declive hasta un - tanque recolector con salida de aire.

SELECCION DEL TAMAÑO DE TRAMPAS PARA VAPOR

El tamaño necesario de una trampa de vapor para una aplicación dada, puede ser determinado en tres etapas.

ETAPA 1

Recoger la información necesaria.

- 1 Calcule o estima la carga máxima de condensado en libras por hora. Si el equipo opera con diferentes presiones de vapor, debe tomarse en cuenta la carga máxima de condensado a la presión mínima de vapor.
- 2 Presión a la entrada de la trampa (Esta puede ser mucho menor que la presión en las tuberías principales de vapor).
- 3 Contra-presión contra la cual debe operar la trampa (Vea la tabla - anexa).

ETAPA 2

Aplique un factor de seguridad .

Con la información dada más arriba, aplique un factor de seguridad que puede variar desde 1.25 a 1 como también 6 a 1, dependiendo de ...

1 La Aplicación

En algunas aplicaciones hay grandes trabajos de calentamiento aire en grandes cantidades, y cargas intermitentes muy superiores al régimen medio de condensación. Un brazo colector de diámetro mayor puede solucionar, en parte, el problema , pero puede ser necesario utilizar un alto factor de seguridad.

2 El tipo de trampa elegido.

Las trampas termodinámicas, de flotador y termostáticas, y de expansión líquida, que responden inmediatamente a la presencia de condensado, permiten factores de balde invertido y de presión equilibrada, que deben esperar a que el vapor pase a través de un pequeño orificio en un balde o que el condensado se enfríe, requieren un mayor factor de seguridad.

3 Precisión de los datos de la presión y de la carga de condensado.

La precisión del cálculo de la presión de operación y carga de condensado afectará el factor de seguridad que se aplique. En algunos casos, un

SELECCION DEL TAMAÑO DE TRAMPAS PARA VAPOR

factor de 1.5 a 1, como margen de error en una estimación a grosso modo, puede ser necesario.

ETAPA 3

Utilice las tablas de capacidad de los fabricantes para elegir el tamaño apropiado de la trampa.

Asegúrese que las tablas de capacidad estén basadas en condiciones de operación reales con condensado caliente y no con agua fría. Al seleccionar trampas de vapor para drenar tuberías principales de vapor e intercambiadores de calor que deben ser mantenidos libres de condensado en todo momento, asegúrese que las tablas de capacidad estén basadas en condensado "a la temperatura de vapor saturado".

No sobre-capacite las trampas de vapor.

Las trampas de vapor son, ocasionalmente, sub-capacitadas, pero más a menudo ellas son sobre-dimensionadas. En algunas plantas, la capacidad combinada de las trampas, debido al sobre-capacitación, será de 10 a 15 veces el consumo total de vapor de la planta.

Dejando a un lado la inversión inútil en la compra, de las trampas sobre-capacitadas pueden ser una fuente de dificultades...

- 1 Algunas trampas, tales como las de balde invertido y termostáticas de presión equilibrada, darán una menor eficiencia térmica.
- 2 Las trampas que tienen una descarga intermitente, pueden descargar simultáneamente con regímenes de flujo extremadamente altos, produciendo contrapresiones anormales.
- 3 Las trampas sobre-capacitadas con descarga intermitente pueden producir regímenes de flujo repentinos que contribuirán a golpes de ariete.

% DE REDUCCION DE CAPACIDAD

% CONTRA PRESION	PRESION DE ENTRADA PSIG.					
	5	15	35	85	185	285
25	10	4	4	4	2	1
50	19	9	8	8	5	5
75	34	20	18	17	16	13

