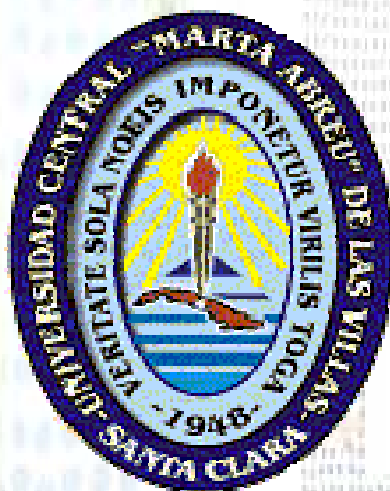


Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas



Instalaciones Sanitarias en Edificios

Diplomante: Yaxy E. Alvarez Sobrino

Tutor: Dr. Ing. Armando J. Velázquez Rangel

Cursos: 2008-2009

Pensamiento

"Somos arquitectos de nuestro propio destino"

Albert Einstein

Agradecimientos

-En especial a mi tutor por sacrificar su valioso tiempo, en ayudarme en el trabajo y en eliminar mis dudas en cada momento que lo necesité, por conseguirme hospedaje en la sede para poder realizar el trabajo de una forma más fácil.

-A mis padres, hermana y mi familia por apoyarme en cada momento que lo necesité.

- A mis compañeros de cuarto que siempre me brindaron su apoyo incondicional en cada momento difícil que afronte.

- Al Ing. Ernesto A. Simonet Reyes por atenderme siempre con la mejor disposición en lo que necesité, aclararme dudas de los métodos abordados en dicho trabajo y brindarme información vital de su empresa.

- A mi primo Pedro Castellano por resolverme las conexiones en Cienfuegos para obtener la información y apoyarme de manera incondicional en la realización de este trabajo

- A los trabajadores de la parte de instalaciones de las empresas de MICONS, ENPA y EMPA de Cienfuegos por su buena atención y su disposición en ayudar en lo que necesitara.

-A los trabajadores de la parte de instalaciones de las empresas EMPROY # 9, ECO # 3 y en especial a la del Cayo Santa María por su tiempo y su aporte en la información.

-Al colectivo de profesores de la línea de materiales por estar siempre dispuesto a ayudar, en especial a los de mi tribunal por ayudarme a mejorar mi exposición en las pre-defensas y mejorar mi trabajo de forma general.

- A los profesores de la facultad de forma general por brindarme su valioso tiempo en ayudarme con dudas y en ideas de cómo realizar mi trabajo de una mejor manera.

- A Leonel Jiménez Egózcue por contribuir a embellecer este trabajo y ayudarme en la confección del mismo.

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico de forma especial a mis padre que me apoyaron a lograr todo lo que soy hoy en día, mis compañeros de cuarto por estar siempre en lo momentos difíciles y especial mi padre por no estar presente en el momento mas importante en mi vida.

Resumen

La ingeniería Sanitaria es un tema de excepcional interés, en esta época de expansión urbana e industrial, con sus grandes demandas sobre los sistemas hidráulicos existentes y problemas de índole ambiental que amenazan las fuentes de abastecimiento de agua. Por ser los sistemas de instalaciones sanitarias un conjunto de tuberías, piezas y aparatos, por los cuáles circula el agua sucia, con variaciones en su dirección y en los diámetros de los distintos conductos, hay que tener en cuenta que del correcto diseño dependerá la eficacia de su funcionamiento. En este trabajo se realiza un estudio biográfico detallado sobre las instalaciones sanitarias de forma general. Se muestra el resultado de visitas a empresas para conocer sobre los métodos y procedimientos más empleados en el cálculo de instalaciones sanitarias en interiores, se expone información sobre los materiales mas empleados en la fabricación de aparatos sanitarios. Con el estudio de los métodos y procedimientos se desarrolla un ejemplo de mediana complejidad con cada método utilizado y se realizan comparaciones de los entre los métodos, llegando a conclusiones.

Índice

Índice.

<i>Hoja inicial.</i>	Pág
<i>Pensamiento.</i>	
<i>Agradecimientos.</i>	
<i>Dedicatoria.</i>	
<i>Resumen.</i>	
<i>Índice.</i>	
<i>Introducción</i>	1

<i>Capítulo I. “Búsqueda bibliográfica sobre las instalaciones sanitarias “</i>	8
1.1. Generalidades	8
1.2. Material bibliográfico	8
1.3. Normas Cubana	22
1.4. Regulaciones de la construcción	25
1.4 Principales Sitios y Artículos Bajados de Internet.	26
1.5 Conclusiones parciales	28
<i>Capítulo II. “Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias. “</i>	29
2.1. Generalidades	29
2.2. Aspectos fundamentales de las instalaciones sanitarias en edificios.....	29
2.2.1. Espacio sanitario	29
2.2.2. Actividades que se realizan en los espacios sanitarios	29
2.2.3. Clasificación de los espacios sanitarios	30
2.2.4. Muebles o aparatos sanitarios	30
2.2.5. Clasificación de los muebles sanitarios	30
2.2.6. Mueble para la limpieza	31
2.2.7. Sistema de drenaje o redes de evacuación	32

2.2.8. Condiciones que debe cumplir las redes de evacuación	32
2.2.9. Partes de un sistema de drenaje	32
2.3. Materiales y accesorios utilizados en las instalaciones sanitarias	33
2.4. Métodos de calculo de las instalaciones sanitarias en interiores	36
2.4.1. Metodología de calculo para el diseño de una red sanitaria por la NC 53-46-1985	37
2.4.2. Metodología de calculo para el diseño de un red sanitaria por simultaneidad	45
2.5. Los software mas utilizados en las empresas cubanas	47
2.6. Conclusiones parciales	51
<i>Capítulo III. “Desarrollo de un ejemplo de cálculo de un proyecto de pequeña complejidad.....</i>	<i>52</i>
3.1. Generalidades	52
3.2. Ejemplos prácticos de los métodos empleados en las empresas	52
3.2.1. Aplicación de la metodología según la NC 58 – 146 -1985	59
3.2.2. Aplicación de la metodología según el método de simultaneidad	57
3.3. Conclusiones parciales	63
<i>Conclusiones generales</i>	<i>64</i>
<i>Recomendaciones</i>	<i>65</i>
<i>Bibliografía</i>	
<i>Anexos</i>	



Titulo: Instalaciones sanitaria en edificios.

INTRODUCCION:

El agua constituye el recurso natural más apreciado por el hombre por ser vital para el desarrollo de la vida orgánica, industrial, agrícola y social. Puede convertirse en un enemigo mortal cuando se le deja escurrir libremente y sin control al producirse las grandes avenidas, por lo que ocasiona inundaciones con las consecuentes pérdidas de vidas y bienes materiales y la subsiguiente contaminación por contacto con aquellos agentes transmisores de enfermedades que ocasionan gran índice de mortalidad a la humanidad, unas veces por ignorancia y otras por negligencia. Como consecuencia de los peligros señalados el agua ha sido y es una de las sustancias más estudiadas por los ingenieros, higienistas, biólogos y bioquímicos, con el objetivo de encontrar las causas de dichos peligros y proyectar los medios más efectivos que sirvan para contrarrestar su peligrosidad en el ciclo natural de su utilización: agua de abasto- agua residual- agua de abasto.

La ingeniería sanitaria y de las aguas residuales es un tema de excepcional interés, en esta época de expansión urbana e industrial, con sus grandes demandas sobre los sistemas hidráulicos existentes y problemas de índole ambiental que amenazan las fuentes de abastecimiento de agua. Por ser los sistemas de instalaciones sanitarias un conjunto de tuberías, piezas y aparatos, por los cuáles circula el agua sucia, con variaciones en su dirección y en los diámetros de los distintos conductos, hay que tener en cuenta gran parte de los principios y leyes que rigen en la hidráulica.

Las redes sanitarias revisten gran importancia dentro de la edificación, no sólo desde el punto de vista de su utilidad, como colectora de los desechos arrastrados por líquidos que evacuan fuera del inmueble con un máximo de seguridad, sino también por la influencia que tienen dentro de la proyección de la obra, desde el punto de vista arquitectónico y estructural.



Título: Instalaciones sanitaria en edificios.

Antecedentes:

En la carrera de ingeniería civil se imparte la asignatura de instalaciones sanitarias en edificios, que comenzó a ejecutarse durante largo tiempo en forma empírica, siendo hasta la década de 1930 a 1940 cuando empezó a desarrollarse una técnica especial que establecía normas de cálculo para proyectos y construcciones acordes con el tipo de edificaciones urbanas que por su altura requirieron la intervención de especialistas o profesionales, en lugar del maestro plomero que realizaba su trabajo al grado permitido por su experiencia y posibilidades. Además el avance de los nuevos materiales y tecnologías que han aparecido en el mercado a nivel mundial como en nuestro país, la bibliografía no aborda temas actualmente importantes como el impacto ambiental que producen las obras de tratamiento de residuales, la legislación ambiental correspondiente, uso de fuentes alternativas para el suministro de agua y el tratamiento de residuales.

Necesidad del Trabajo:

Todo el avance en los materiales, las técnicas y tecnologías para las instalaciones sanitarias se hacen desactualizados los materiales bibliográficos existentes sobre la materia que permita su uso por estudiantes y profesores en los centros de educación superior del país, así como lo disperso de la temática en las diferentes fuentes de consulta. El trabajo realizará un estudio sobre las instalaciones sanitarias con el objetivo de actualizarse sobre el tema, la conformación de un material de uso docente y para proyectos.

Objeto de estudio:

Las instalaciones sanitarias en edificios, tipos de materiales utilizados, procesos de diseño y construcción, soluciones sustentables, recopilar softwares utilizados y desarrollo de un ejemplo de un proyecto de pequeña complejidad.

Hipótesis de la investigación:

A través de los años el avance de los materiales, técnicas y tecnología en las instalaciones sanitaria, ha provocado la desactualización de la bibliografía de la educación superior, con la revisión bibliográfica realizada, la visita a empresas de



Título: Instalaciones sanitaria en edificios.

diseño y construcción y la búsqueda en Internet, se puede llegar a obtener un documento de utilidad para estudiantes y profesionales, con fines de constituir un material docente de consulta.

Objetivos generales:

- Obtener información sobre los diferentes materiales, productos y accesorios, métodos o procedimientos utilizados para el diseño y cálculo de instalaciones sanitarias.
- Recopilar software utilizado para el diseño y cálculo de las instalaciones sanitarias.
- Desarrollar ejemplo de un proyecto de pequeña complejidad.

Objetivos específicos:

- Estudiar las instalaciones sanitarias interiores en edificios.
- Exponer las principales características de los materiales, tecnologías y métodos de cálculo utilizados en las instalaciones
- Exponer criterios generales de redes de saneamiento y ventilación.
- Desarrollar los métodos de diseño y construcción de las instalaciones sanitarias.
- Desarrollar un proyecto de pequeña complejidad para el cálculo de instalaciones sanitarias en interiores de edificios.

Tarea Científica o de investigación.

Etapas I.

- Definición del tema y del problema de estudio. Formación de la base teórica general. Planteamiento de hipótesis. Definición de objetivos.
- Recopilación bibliográfica preliminar, definición, aprobación del tema y elaboración del plan de trabajo general. (Búsqueda en Internet, bibliotecas, empresas, normas, regulaciones, etc.)
- Redacción del Capítulo **1**: “Búsqueda bibliográfica sobre las instalaciones sanitarias”. Presentación y discusión en la Línea de Investigación.



Título: Instalaciones sanitaria en edificios.

Etapas

- Visita a empresas para obtener ejemplo de proyectos de instalaciones sanitarias.
- Desarrollo del tema de las instalaciones sanitaria.
- Redacción del Capítulo 2: "Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias. "

Etapas

- Desarrollo de un ejemplo de poca complejidad de un proyecto de instalaciones sanitaria en edificios con los métodos aplicados en las empresas visitadas.
- Redacción del Capítulo 3: "Desarrollo de un ejemplo de cálculo de un proyecto de pequeña complejidad. "

Novedad de la investigación.

El estudio, actualización y esclarecimiento de la temática de las instalaciones sanitarias en interiores de edificios.

Aportes científicos relevantes.

- El estudio y conceptualización de la temática de las instalaciones sanitarias.
- La exposición de ejemplos de métodos de cálculo en estos tipos de instalaciones.
- La conformación de un material bibliográfico actualizado sobre la temática.

Valor metodológico.

- Se realiza un análisis de las instalaciones sanitarias interiores abordándose de manera integral y de acuerdo a los requerimientos de los planes de estudio sobre la materia, importante para la docencia e investigación en la temática.
- Se presenta un material bibliográfico sobre soporte magnético para el uso docente y de elaboración de proyectos.

Valor Práctico.

- Se cuenta con un documento bibliográfico, de consulta que resume y analiza la bibliografía existente, esclarecedora y actualizada sobre la temática, de utilidad para estudiantes y profesionales vinculados al tema.



Título: Instalaciones sanitaria en edificios.

- Todo el material se encuentra sobre soporte magnético, útil para la docencia de pre y postgrado, así como para proyectos técnicos y de investigación.

Valor científico Investigativo.

El trabajo presenta su valor científico investigativo en el hecho de todo el proceso de búsqueda y actualización conceptual y legislativa sobre la temática permite el establecimiento de un documento resumen de la temática, con gráficos, esquemas y tablas que servirá de consulta para la realización de los proyectos de instalaciones sanitarias interiores de edificios.

Estructura del trabajo.

1. Hoja inicial con los siguientes datos :
 - Nombre de la universidad.
 - Nombre de la facultad.
 - Nombre del departamento.
 - Título del trabajo.
 - Nombre del diplomante.
 - Nombre del tutor.
 - Curso escolar o año.
2. Opcionales.
3. Resumen.
4. Índice
5. Introducción.
6. Capítulo I. “Búsqueda bibliográfica sobre las instalaciones sanitarias”
7. En este capítulo se realizar una búsqueda bibliográfica y detallada referente a las instalaciones sanitarias interiores, haciendo un análisis y destacando los fundamentos teóricos principales.
8. Capítulo II. “Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias. “
9. En este capítulo se trabaja con las metodologías utilizadas por las empresas de proyecto para el diseño y cálculo de las instalaciones sanitarias interiores. Se visitan empresas: la EMPA, EDIM y el MICONS en Cienfuegos y en la provincia



Título: Instalaciones sanitaria en edificios.

de Villa Clara la EMPA y la EMPROY. donde cada una brindó su información con respecto a la temática a tratar.

10. Capitulo III. “Desarrollo de un ejemplo de cálculo de un proyecto de pequeña complejidad. “

En este capítulo no solo se desarrolla un ejemplo de cálculo y diseño sino que se realizan ejemplos, donde se exponen las metodologías utilizadas por las empresas de proyecto de la región central.

11. Conclusiones.

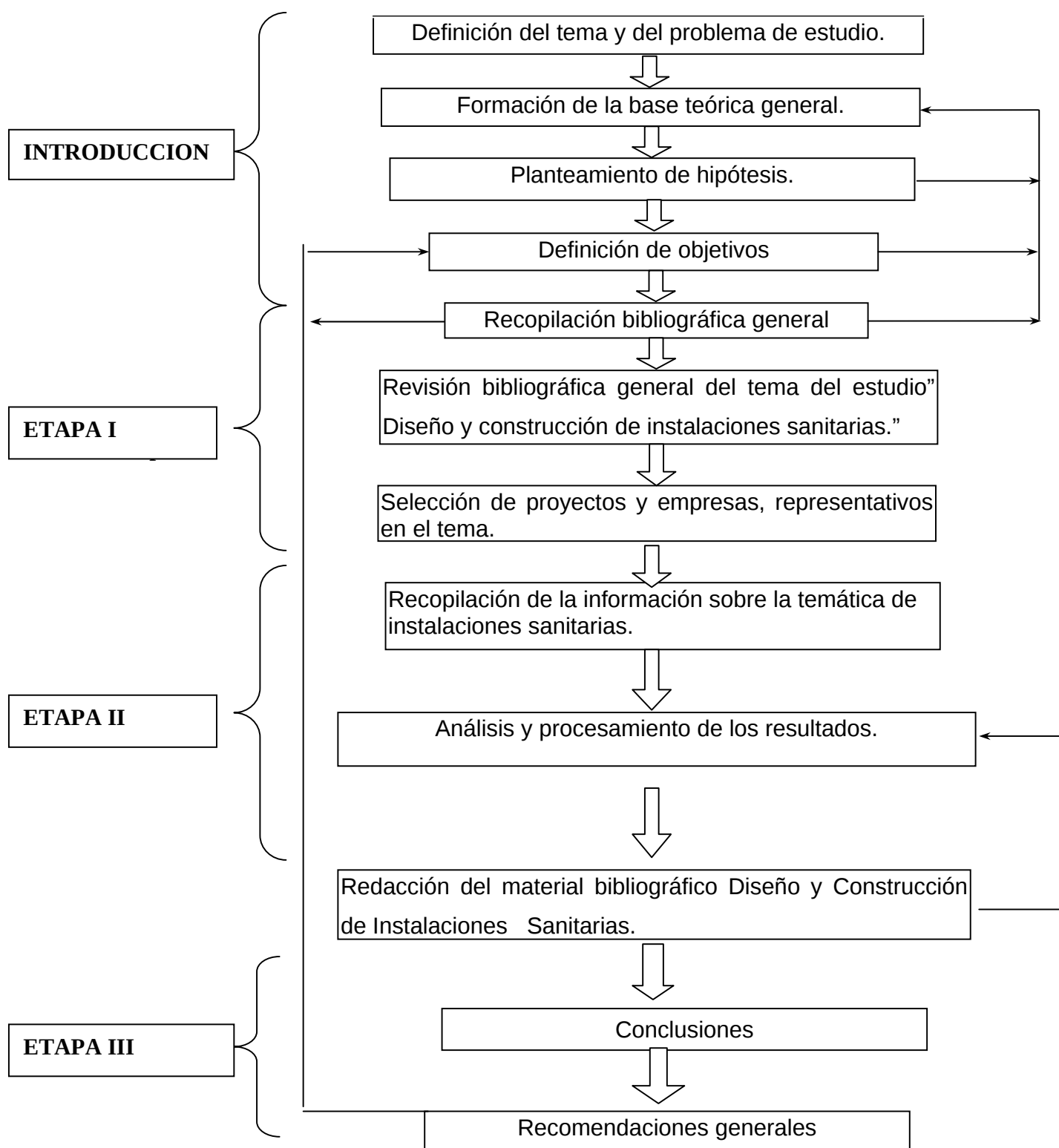
12. Recomendaciones.

13. Bibliografía.

14. Anexos.



Metodología de investigación





CAPITULO 1 Búsqueda bibliografía sobre las instalaciones sanitarias

1.1 Generalidades

En este capítulo inicial se expone la reseña bibliográfica producto de la búsqueda realizada en los centros de documentación e información científico-técnica de la provincia de Villa Clara, de la Universidad Central de Las Villas, así como en el Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Construcciones de dicha universidad, búsquedas en Internet y materiales en poder del tutor de este trabajo. Se trata en este capítulo de citar de una forma breve los principales temas relacionados con las instalaciones sanitarias interiores tratados en cada uno de los documentos bibliográficos aquí expuesto.

1.2. Material Bibliográfico.

- **Libro: Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, (1986)**

Autor: Rodolfo Hidalgo Galbán

Este libro se confeccionó para ser utilizado fundamentalmente en la asignatura Tecnología, de la especialidad de obrero calificado en instalaciones sanitarias. En el se plantean los aspectos que deben ser de dominio para los que tengan que acometer la tarea de ejecución o dirección en la construcción de sistemas de instalaciones sanitarias de forma general, en los distintos tipos de edificaciones: viviendas, hoteles, escuelas, fábricas u otras construcciones, del cual se toma sólo lo necesario para dicho trabajo

- **Folleto: Instalaciones Sanitarias. (1978).**

Autor: Ministerio de la Construcción.

Este texto aborda la importancia que presentan las instalaciones sanitarias en toda la edificación puesto que de ellas depende no sólo la salud de los moradores de las viviendas sino también en múltiples ocasiones su existencia misma. Nos demuestra que un edificio correctamente servido en sus necesidades de desaguado en sus aguas



residuales y pluviales ofrece comodidad y seguridad en cuanto a higiene se refiere. Este texto reproduce de una forma sencilla y amena el arte de instalar o reparar los distintos aparatos o artefactos sanitarios, así como los distintos accesorios empleados fundamentalmente de hierro fundido y barro. Además, de los criterios para la ventilación, reventilación y el tratamiento de las aguas sucias.

- **Libro: Alcantarillado.(1985).**

Autor: Julio C Cardona Frómata.

Esta obra trata fundamentalmente el estudio del alcantarillado, la determinación de la cantidad de agua a evacuar, el cálculo de la red de alcantarillado y la exposición de ejemplos concretos. El estudio del drenaje pluvial y sus normas, así como la metodología para el cálculo de drenajes y trata de forma general sobre la instalación y mantenimiento de alcantarillados. Las ilustraciones relacionadas con un orden lógico, le dan un gran valor didáctico al texto, así como las tablas técnicas normalmente empleadas en la producción. Los medios utilizados inicialmente para la recogida y evacuación de las aguas residuales son sustituidos por otros más eficaces cuando los centros comunitarios crecen producto del desarrollo económico. Estos nuevos medios deben ser capaces de captar, conducir, tratar y descargar las aguas en un punto que no ofrezca peligro para la población.

Al sistema de conducción a través de tuberías generalmente cerradas, se le denomina alcantarillas, que al unirse con el sistema de tratamiento y descarga final, se le llama alcantarillado. Los caudales de aguas residuales, que como aporte de una ciudad es necesario evacuar, están determinados por las aguas residuales domésticas, las industriales, los aportes de las aguas de infiltración y la escorrentía producida por la lluvia. El establecimiento de estas cantidades de agua está en función de la población de diseño para el período proyectado, las características de la urbanización dentro del período, el plan perspectivo para el desarrollo de los núcleos poblacionales etc. Los líquidos pueden circular por caída libre o de forma forzada, los que circulan por caída libre son aquellos en que el caudal que conduce el tubo se desplaza por acción de la



gravidad, los que circulan de forma forzada a diferencia de la anterior los tubos si circulan llenos y la alcantarilla siempre trabaja a presión. En este libro a partir del estudio de ingenieros e investigadores se expresa mediante fórmulas matemáticas, la forma de hallar los diámetros de los conductos por los cuales circulan las aguas residuales.

También se aborda el drenaje pluvial o sea, el proceso de la caída de la lluvia sobre la superficie que ha de ser desaguada por el drenaje, el tiempo que demora en recorrer el agua que va desde la cubierta de los edificios, los patios, pasillos descubiertos a las cunetas de las calles hasta los tragantes del dren.

Además, las instalaciones relativas al alcantarillado son actividades muy importantes y no bastas que el proyecto esté minuciosamente elaborado si su ejecución y posterior mantenimiento no se realizan acorde con las técnicas y experiencias requeridas tales como: replanteo, aberturas de las zanjias, preparación de los materiales, montaje e inspección, pruebas y rehincho.

- **Libro: Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias. (1986)**

Autor: Rubén Bancrofft y Manuel Escariz.

Este libro trata sobre instalaciones sanitarias, sustituye a los folletos que desde el 1976 se utilizaron como documentación básica. El mismo resulta un material docente general que brinda enfoques básicos contemporáneos. Además, la gran cantidad de esquemas y ejemplos de cálculo que presenta, facilita la función del mismo antes mencionada, es decir, es de fácil comprensión por los alumnos.

Este texto aborda métodos de diseño de instalaciones sanitarias, así como elementos a considerar para este fin, sistemas de alimentación y evacuación en edificios, entre otras. Con sus respectivos ejemplos de cálculo y el uso de las distintas unidades de medida del Sistema Internacional.



- **Libro: Manual de autoconstrucción. (1984).**

Autor: Colectivo de autores.

Este manual ha sido concebido como un instrumento de difusión popular de uso flexible. Está compuesto por láminas sueltas identificadas por orden alfabético, las cuales componen los distintos temas. En el capítulo L se hace referencia a la evacuación de residuales en las viviendas, además de los pasos a seguir en la colocación de los diferentes aparatos sanitarios. Este capítulo se divide en tres partes, dos de estas referida a instalaciones sanitarias y a la colocación de los diversos aparatos, de una forma comprensible se explica desde la actividad de pases en la cimentación, replanteo de maestras, unión de tuberías, hasta reventilación y relleno sobre la tubería. Además en este manual se detalla las herramientas que se deben utilizar según el tipo de material, y por ultimo, aborda los criterios a seguir para la colocación de los aparatos garantizando su buen funcionamiento.

- **Folleto: Anexo a la Guía Metodológica API. Fundamentos del Proyecto y la Construcción de Obras Estructurales. (1990).**

Autor: ISPJAE. Colectivo de autores. FAC de Ing. Civil de la Habana.

Este folleto es una compilación realizada de algunos libros y normas ya existentes, mediante sus esquemas sobre trazado en planta y algunos detalles de los aparatos fundamentales, así como accesorios con las dimensiones más usadas, expresado de una forma didáctica, de fácil comprensión por los estudiantes, afirmando así su carácter docente. El mismo destaca una parte fundamental referida a instalaciones sanitarias para el caso de interiores de viviendas.

En este se hace referencia a los principales criterios que deben considerarse para el trazado de la red como: Lograr una concentración lo mayor posible de las instalaciones sanitarias, la red debe realizarse lo más lineal posible, en caso de cruzarse las tuberías hidráulicas y sanitarias estas últimas deben ir por debajo, no usar T ni codo 90 para la concurrencia de dos tuberías, en tramos horizontales y así evitar obstrucciones, entre otras.



- **Libro: Instalaciones Eléctricas - Hidráulicas y Sanitarias.(1988)**
Autor: Colectivo de autores. Fac. Construcciones.

Este folleto recopila información sobre instalaciones sanitarias, con vista a ampliar la bibliografía en estos temas. Con este los estudiantes tienen la posibilidad de ejercitarse en clases prácticas, puesto que contiene la información requerida para ello, incluyendo tablas, ábacos y surtido de elementos de barro, hierro fundido y plástico. Está dividida en tres partes fundamentales, de las cuales la parte III relacionada con la evacuación de residuales, favoreciendo así la práctica de los estudiantes.

- **Folleto: Selección de Normas de instalaciones Hidráulicas y Sanitarias. (1987)**
Autor: Rubén Bancroft Hernández.

Este libro, el cual viene siendo como un texto auxiliar del otro titulado Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias del mismo autor y así lo expone, fue hecho basado en el intenso proceso para dotar el país de las normas que posibiliten un desarrollo integral más armónico y acelerado. Además, con el ímpetu de buscar un vínculo con la realidad productiva y de servicios del país. También con la finalidad de facilitar a los estudiantes principalmente la búsqueda de los datos normativos, recomendaciones y otras informaciones necesarias, de forma tal que resulte más cómoda la labor del cálculo y el diseño. La presente selección no agota en lo absoluto el espectro de información existente sobre este tema, sino que reúne lo esencial. Existe en el mismo, deficiencias tipográficas, de relación, orden, etc. Debido a que de las normas seleccionadas para confeccionar el mismo se fotocopiaron directamente las partes que resultaron de interés.

Esta selección se divide en cuatro partes fundamentales, la parte A que aborda los datos para la elaboración de planos y la representación de instalaciones, diseño de formatos y plegado de las copias, símbolos gráficos convencionales, etc. La parte B, sobre materiales y productos para espacios e instalaciones, los materiales más tratados en el son: barro, hierro fundido, cerámica blanca, asbesto- cemento. Una parte C, que



ofrece datos para el dimensionamiento de instalaciones pluviales en interiores. Por último, la parte D que trata las especificaciones de proyecto en obras industriales, frigoríficos, etc.

- **Folleto: Guía de Estudio de Instalaciones en Edificios. (1989)**

Autor: Ing. Armando Velázquez Rangel, Arq. Carlos O. Sáez, Arq. Adriana López Díaz.

Este es un material de estudio elaborado para la impartición de la asignatura Instalaciones en Edificios en el curso por encuentros de Ingeniería Civil. Se refiere a lo importante que resulta para todos los especialistas de la construcción conocer los elementos básicos de cada uno de los temas relacionados con las instalaciones en general, para que puedan tener criterios, tanto para el diseño como para la ejecución, para incidir así en la economía y calidad de las obras estructurales.

El diseño más perfecto, la estructura más sólida, el conjunto arquitectónico más bello, todos pierden una inmensa parte de su valor, cuando existe una deficiente red de instalaciones, la forma de evacuación es incorrecta, etc. Existen muchos ejemplos que demuestran la ausencia de conocimientos mínimo sobre el trabajo de las instalaciones por parte de los máximos responsables de las obras, con esta guía se pretende eliminar o al menos reducir, las deficiencias y molestias que se ocasiona por un incorrecto diseño y construcción de las instalaciones interiores en edificaciones.

En este texto se presentan seis temas fundamentales que tratan: la enumeración y descripción de las características, partes componentes y campo de aplicación de las instalaciones en interiores de los edificios, se distinguen los distintos tipos de instalaciones más comunes, aborda sobre las principales consideraciones constructivas y de montaje de las mismas, el diseño y cálculo de instalaciones sanitarias. Nos brinda la posibilidad de identificar la simbología oficial que se emplea, así como la comprensión del lenguaje técnico utilizado en la especialidad.



- **Folleto: Instalaciones en Edificios.(1987)**

Autor: Manuel Escariz Arias. Departamento de Construcciones de Universidad de Camaguey.

Es un material que fue elaborado en la Universidad de Camagüey y se refiere a que, las instalaciones en los edificios conllevan numerosos trabajos y un largo tiempo para su realización, lo cual encarece el valor final de la obra. Estudios realizados en numerosos países coinciden en afirmar que el monto total de este grupo de tareas, puede alcanzar la respetable cifra de hasta el 30% del valor total y hasta el 25% del tiempo de ejecución de la obra, fundamentalmente en aquellas tecnologías de trabajo que requieran montaje de elementos prefabricados.

En casi todos los casos interviene las instalaciones de evacuación, drenaje pluvial, las instalaciones de ventilación. Ahora bien, la tarea de acometer teórica y prácticamente el montaje de estas instalaciones obliga al profesional encargado, al conocimiento de numerosos campos de trabajo que no son adquiridos en una sola especialidad de estudio. Precisamente en esta dirección está enfocado este texto, que si bien no es un diccionario de las instalaciones, pretende al menos, recopilar las informaciones más importantes. Para una mejor comprensión, se brindan algunos ejemplos de cálculo a partir de tablas, y se dedica un capítulo inicial sobre el sistema de unidades que pueden resultar de gran auxilio.

- **Libro: Instalaciones en los Edificios. Fontanería y Saneamiento. (1958)**

Autor: Mariano Rodríguez Avial. Tercera edición.

Este libro a pesar de ser muy viejo, resulta ser un clásico en cuanto a este tema se refiere, se publicó con el objetivo de orientar sobre cuestiones relativas a instalaciones de fontanería y saneamiento en los edificios a los numerosos técnicos, arquitectos, ingenieros etc., a quienes afectan con frecuencia en el ejercicio de su profesión. En particular es importante conocer el procedimiento de determinar con suficiente exactitud las tuberías de evacuación de las aguas de un edificio. En este libro se estudian



concretamente las instalaciones en el interior de las edificaciones y el mismo está dividido en XIII capítulos.

En los capítulos IX, X, XI se estudian las disposiciones de la red de evacuación de agua de los edificios y las tuberías en ellas empleadas, además de normas para las mismas. En el XII explica y detalla los diversos aparatos sanitarios usados.

Agotada la segunda edición, se realizó esta tercera edición. En esta, se incluyó un ábaco para el cálculo de tuberías, aunque el mismo es menos preciso que las tablas numéricas (tabla I) tiene la ventaja de su sencillez y rápido manejo. En el capítulo de aparatos sanitarios se incluyó también un ejemplo de unidad sanitaria para viviendas económicas. Además, se añadió un nuevo capítulo sobre elevación de aguas sucias, problema que se presenta cuando parte de la red queda por debajo del nivel de la alcantarilla general a la que ha de verter aquella red. Esta última edición es igualmente útil y práctica que las demás ediciones, a los técnicos que han de tratar con instalaciones.

- **Folleto: Instalaciones Hidráulicas. (1976).**
Autor: Amado Leiva Ricardo.

Este folleto fue realizado en la facultad de construcciones de la Universidad Central de Las Villas, con el objetivo de complementar la bibliografía existente para los estudiantes de dicha facultad. El mismo se encuentra en muy mal estado desde el punto de vista de su impresión, además de ser una guía muy vieja, pues fue editada en el 1976. Aún así, refleja una reseña histórica de las instalaciones sanitarias.

Esta reseña histórica prueba que ha sido preciso desde el origen de la humanidad, preocuparse por hacer desaparecer las causas de peligro que podían resultar de la aglomeración en su punto de un gran número de individuos.



- **Libro: Reparaciones de lesiones en Edificios. (1991).**

Autor: Juan de Cusa.

La adecuación permanente de un edificio se basa en dos procesos complementarios, el de su mantenimiento, que busca evitar el envejecimiento prematuro de la obra y el de reparación, que tiene como objetivo restablecer el estado normal alterado. El descuido de ambos factores por parte de amplios sectores de la propiedad inmobiliaria, ha sido una característica social durante muchos años, que en el fondo tenía una motivación estrictamente económica. La situación últimamente ha cambiado de manera radical, a nivel mundial se promociona la defensa del patrimonio y la conservación del entorno urbano.

En este texto se desarrolla las formas de solucionar las lesiones que pueda tener un edificio, sean leves o graves, cualquiera que sea la causa que pudiera haberlas provocado. Todo esto tratado desde una óptica actual, de acuerdo con los últimos avances tecnológicos experimentados en este campo. Particularmente en el capítulo # 2, se aborda el problema de las instalaciones, específicamente las instalaciones de evacuación en los locales habitables, las cuales pueden ocasionar las llamadas humedades accidentales o transitorias al producirse salidas incontrolables de agua a través de los accesorios y grietas de las tuberías. Explica como el agua es una fuente eterna de humedades, debida en gran parte a que las instalaciones sanitarias comprendiendo dentro de tal denominación: (los aparatos y servicios de la cocina, cuartos de baño, aseos, lavabos, así como el conjunto de griferías, mecanismos y accesorios que componen sus redes). Están sometidas a diferentes tipos de averías y fallos, desde el mal funcionamiento de una válvula de evacuación, que no traga como debe, hasta el tanque del inodoro que no cierra la entrada del agua cuando el depósito está lleno.

Se especifica también, los lugares y formas en que se pronuncian las lesiones, cuando existen agrietamientos en los aparatos sanitarios, inodoro, lavabo, así como soluciones y recomendaciones.



- **Libro: Evacuación de Excretas en Las Zonas Rurales y En las Pequeñas Comunidades. (1981)**

Autor: Edmund G. Wagner. J.N. Lanoix.

Han evolucionado notablemente los métodos de evacuación de residuos humanos, sin embargo la mayoría de la literatura existente al respecto, tratan exclusivamente de los sistemas de alcantarillado y evacuación de aguas residuales en las ciudades, grandes poblaciones y otras localidades. Haciendo una reexaminación a las publicaciones pertinentes y al escaso número de libros dedicados al saneamiento rural, se descubren grandes lagunas, en casi todos los casos, esos trabajos se limitan al estudio de un problema o de un grupo limitado de problemas concretos de saneamiento, como letrinas, pozos, fosos sépticos o de algún método particular de evacuación de desechos, apropiados para comunidades pequeñas. En muy pocas publicaciones se estudian de modo completo los medios para lograr la adecuada construcción y utilización de instalaciones para evacuar excretas, así como los diversos factores que intervienen en el proceso, como se tratan en este texto, en el que se encuentran no sólo datos técnicos sobre determinadas instalaciones rurales de evacuación de excretas, sino que también información acerca de lo que se considera necesario o indispensable para la eficaz ejecución de los programas de evacuación en zonas rurales y pequeñas localidades. Se trata en el presente estudio de la función del departamento sanitario, de la necesidad de conseguir la participación activa de la colectividad y la familia, de la elaboración de programas y del adiestramiento del personal necesario, así como de métodos más recientes de evacuación de excretas en las zonas rurales. Los autores han formulado los siguientes principios que estiman importantes en la mayor parte de los países para poder llevar a cabo con éxito programas sanitarios de evacuación de excretas, los cuales constituyen líneas generales de la base del presente estudio, aunque cada problema es diferente y debe resolverse teniendo en cuenta cada situación local.

- El objeto de todo programa de construcción de letrinas debe ser: lograr que la familia asuma la responsabilidad de sus propios problemas de evacuación de excretas los resuelva.



- El departamento sanitario debe facilitar fondos para la adquisición de materiales o para la remuneración de la mano de obra o para ambas cosas.
- El departamento sanitario debe preparar a inspectores sanitarios que enseñen a las familias de las localidades los aspectos educativos y técnicos de la construcción, empleo y conservación de letrinas.
- Las actividades de saneamiento deben realizarse bajo la dirección general de un ingeniero convenientemente preparado.

Se han incluido al mismo tiempo algunas ideas y puntos de vista que pueden resultar nuevos para aquellos que ya poseen experiencias en cuestiones de saneamiento rural. Se divide en tres capítulos fundamentales, el primero, aborda la evacuación de excretas por sistemas de letrinas, el segundo, los métodos hidráulicos de evacuación de excretas en zonas rurales y por último programas de dichas evacuaciones en zonas rurales.

- **Libro: Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales. Abastecimiento de aguas y Remoción de Aguas Residuales.(1985)**

Autor: Gordon Maskew Fair. John Charles Séller. Daniel Alexander Okun. Primera parte. Volumen 1.

Los temas que son tratados en este libro se refieren al diseño de los sistemas de recolección de las aguas residuales. Se analizan de forma didáctica distintos aspectos que deben considerarse en estos diseños, lo que permite consolidar conocimientos teóricos y prácticos de otras disciplinas que sirven de base a estos. La expresión del mismo es clara y en un orden adecuado, incluyéndose en este volumen 1, elementos de hidrología e hidráulica.

Como otros campos de la ingeniería, la sanitaria y de aguas residuales posee su ciencia, arte y cultura, se le ha dado principal importancia a la ciencia de las ingenierías citadas. Sin embargo, no se ha despreciado totalmente su arte. Se habla de esto con suficiente amplitud para mantener al lector enterado de las construcciones que se realizan con objeto de poner el agua al servicio de las comunidades urbanas y rurales. También se ha dado expresión a la cultura de la ingeniería de aguas y de



aguas residuales, como lo demuestran en el capítulo introductorio y las informaciones y notas al pie de página que aparecen en el texto. El diseño, construcción y operación de sistemas de mayor magnitud y la coordinación de acciones internas más complejas, requieren la atención de ingenieros, científicos, asesores, economistas, investigadores políticos y proyectistas urbanos y regionales que trabajen asociados y con iniciativa. El título de este libro expresa su intento y propósito y afirma que el diseño, construcción y operación de las obras mediante las cuales se elimina a través de aguas residuales, pertenece primordialmente al campo de la ingeniería. Este volumen se divide en 9 capítulos principales que tratan los sistemas de aguas residuales, el análisis de la información, aborda información sobre precipitación pluvial y escurrimiento, así como su almacenamiento y control.

- **Libro: Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales. Abastecimiento de aguas y Remoción de Aguas Residuales. (1986.)**

Autor: Gordon Maskew Fair. John Charles Séger. Daniel Alexander Okun.

Segunda parte. Volumen 1.

Esta parte se divide en 9 capítulos al igual que la primera parte. En el capítulo # 3 han sido descrito los sistemas de aguas residuales y sus componentes, las cantidades de aguas negras y las de lluvia, por ser conectadas mediante ellos, se trataron en los capítulos 5 y 7. Sirviendo esto de antecedente al diseño que se desarrollan en el capítulo 14 y en el siguiente.

Las bombas y sopladores son componentes importantes de los sistemas de captación de agua negras, igualmente lo son los enrejados, cribas, y medidores de agua, el equipo auxiliar para los compresores de aire, filtros y tuberías de aire, debido a su uso común, estos dispositivos, son tratados por separados en el capítulo 16. Por último en los capítulos 17 y 18 se estudian las técnicas de optimización y proyectos de ingeniería, respectivamente.



- **Libro: Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales. Purificación de aguas y tratamiento y Remoción de Aguas Residuales.(1987)**

Autor:Gordon Maskew Fair. John Charles Séger. Daniel Alexander Okun. Segunda parte. Volumen 2.

Este libro ofrece los distintos métodos para el tratamiento de los residuales líquidos. Puede considerarse que esta obra junto con la de remoción de aguas residuales constituye un tratado bastante completo sobre estos temas.

Su extenso contenido se desarrolla también en 9 capítulos que van desde el capítulo 30 al 38, los cuáles tratan el tratamiento biológico y su diseño, diseño de plantas de tratamiento, entre otras cuestiones de menos interés por nuestra parte.

- **Libro: Construcción y Montaje de los Sistemas Técnico- Sanitarios de los Edificios. 1990.**

Autor: V. Isáev. V. Sasin. N. Chstiakov.

Los trabajos técnicos – sanitarios aquí tratados, constituyen una parte considerable del volumen general de construcción de obras industriales, edificios públicos, y viviendas. En los edificios de diverso destino, se instalan sistemas de canalización y desagüe, de ventilación y otras instalaciones especiales que no son de nuestro interés. El presente manual está destinado a los estudiantes que cursan la especialidad de operario de la técnica sanitaria (plomero) y que en sus labores prácticas desean aplicar métodos progresivos de trabajo, orientados al incremento ulterior de la productividad del trabajo y al mejoramiento de su calidad.

La primera parte de este manual se refiere específicamente a los elementos de los edificios y a los tipos de trabajos técnico- sanitarios, así como a la documentación técnica y el diseño de montaje de estos trabajos. En el capítulo III se tratan los trabajos de aprovisionamiento, los cuáles son muy importantes para garantizar la adecuada colocación, entre ellos están: lograr la curvatura de los tubos, el empalme de tubos para materiales distintos, acero, plástico, hierro etc.



Mientras que en el capítulo IX de la tercera parte de este libro, se encuentra explicado el montaje de la tubería de agua interior y en la cuarta parte, el montaje de los sistemas de alcantarillado. En resumen, se puede expresar que este libro se basa más bien en la técnica que se aplica en la colocación de las instalaciones antes mencionadas, o sea, es un manual muy instructivo que nos enseña como enfrentar a la práctica real.

- **Folleto: Indicaciones Técnicas para el diseño, ejecución, reparación, y/o remodelación de las instalaciones hidráulicas y sanitarias en las edificaciones sociales. (2004)**

Autor: Departamento de normalización.

El presente documento tiene por objeto unificar los criterios del diseño y la ejecución de las Instalaciones Sanitarias en las edificaciones sociales: escuelas, policlínicos y hospitales. Para el desarrollo del trabajo se tuvo en cuenta lo establecido por el Reglamento del Proceso Inversionista y la documentación normativa vigente. El documento consta de los apartados 3,4 y 5 que recomiendan la estrategia a seguir para la selección de las tuberías y conexiones a utilizar, los aspectos que deben tenerse en cuenta para el diseño de instalaciones sanitarias en las edificaciones sociales, escuelas policlínicos, hospitales, así como las buenas prácticas para la ejecución de los trabajos, constando además con los anexos correspondientes a las zonas húmedas, como se realizan las pruebas a las instalaciones sanitarias y como se calcula la cantidad de cemento solvente para pegar tuberías plásticas. Entendemos que el mismo traza las pautas requeridas para el buen diseño y ejecución de los trabajos que se realizan en las instalaciones sanitarias.



- **Folleto: BASES DE DISEÑO HIDRAULICA Y SANITARIA. 1990. (específicamente para el turismo)**

Es un documento bastante actualizado, cuyas recomendaciones y métodos de cálculo son específicamente para el turismo, que actualmente se ha convertido en el renglón más importante en nuestro país. La misma es bastante abarcadora en cuanto a instalaciones sanitarias.

1.3. Normas Cubanas.

- **NC-48-15. REDES INTERIORES HIDRAULICAS Y SANITARIAS DE EDIFICIOS INDUSTRIALES. VIGENTE DESDE 1984.**

La misma establece las especificaciones de proyecto de las siguientes redes interiores sanitarias de los edificios industriales.

Red interior de alcantarillado, de agua residual, social e industrial.

Red interior de drenaje de aguas pluviales.

- **NC-054-045. TUBOS Y CONEXIONES DE HIERRO FUNDIDO, MANIPULACION, TRANSPORTE-ALMACENAMIENTO. VIGENTE DESDE 1979.**

Establece las condiciones que han de cumplirse en la manipulación, transporte y almacenamiento de los tubos y conexiones de hierro fundido, sanitarios

- **NC-54-235. MUEBLES Y ACCESORIOS SANITARIOS. VIGENTE DESDE 1983.**

Se establecen las especificaciones generales de calidad para los muebles y accesorios sanitarios de cerámica.



- **NC-052-047-78. TUBERÍA SANITARIA DE PVC RIGIDO. COLOCACION E INSTALACION.**

El objetivo de esta norma es establecer el procedimiento a seguir para la colocación e instalación de las tuberías sanitarias de PVC rígido (poli cloruro de vinilo).

- **NC-53-146-85. ELABORACION DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION, INSTALACIONES SANITARIAS Y PLUVIALES EN INTERIORES DE EDIFICIOS. METODO DE CÁLCULO. VIGENTE DESDE 1986.**

Esta norma establece el método de cálculo que se utilizará en la elaboración de proyectos de instalaciones sanitarias y pluviales en interiores de edificios.

- **NC-53-162-85. ELABORACION DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION. INSTALACIONES HIDROSANITARIAS. TERMINOS Y DEFINICIONES. VIGENTE DESDE 1986.**

Establece los términos y definiciones de uso más frecuentes en la elaboración de proyectos de instalaciones Hidrosanitarias interiores y exteriores, de la cual solo nos interesa la parte sanitaria de interiores.

- **NRMC-050-84. MATERIALES Y PRODUCTOS PARA LA CONSTRUCCION. URINARIOS DE CERAMICA: TIPOS, PARAMETROS Y DIMENSIONES PRINCIPALES. VIGENTE DESDE 1985.**

Esta norma establece los tipos, parámetros y dimensiones principales de los urinarios de cerámica brindando la información necesaria a los diseñadores y constructores para su utilización en obra.



- **NRMC-051-84. MATERIALES Y PRODUCTOS PARA LA CONSTRUCCION. TAZA TURCA DE CERAMICA: TIPOS, PARAMETROS Y DIMENSIONES PRINCIPALES. VIGENTE DESDE 1985.**

Establece los parámetros y dimensiones principales de la taza turca de cerámica, brindando la información necesaria a los diseñadores y constructores para su utilización en obra.

- **NC-93-03:86. HIGIENE COMUNAL. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PÚBLICO DE AGUA. REQUISITOS SANITARIOS. VIGENTE DESDE 1987.**

Esta norma establece los diferentes requisitos sanitarios que se deben tener en cuenta en los distintos sistemas de abastecimientos de agua públicos.

- **NC-93-12:86. HIGIENE COMUNAL. INSTALACIONES HIDROSANITARIAS. REQUISITOS SANITARIOS GENERALES. VIGENTE DESDE 1987.**

La misma establece los requisitos generales sanitarios para las instalaciones sanitarias entre otras.

- **NC-51-17-78. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE INSTALACIONES DE TUBERÍAS. DIBUJO TÉCNICO DE LA CONSTRUCCIÓN. VIGENTE DESDE 1979.**

Establece las formas de representar las distintas tuberías existentes en las instalaciones que se llevan acabo en la construcción en sentido general, así como simbologías oficiales para la representación de las mismas.



- **NC-45-9:1999 BASES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INVERSIONES TURISTICAS.**

PARTE 9 REQUISITOS DE HIDRAULICA Y SANITARIA

Esta norma nos habla de la forma de diseño de las instalaciones sanitarias en las construcciones turísticas, así como los aparatos sanitarios a utilizar.

1.4. Regulaciones de la construcción

- **RC-3108. INSTALACIONES SANITARIAS MUEBLES. VIGENTE DESDE 1981.**

Esta regulación de la construcción establece el proceso de montaje de los muebles sanitarios, fijando las especificaciones de la calidad de los materiales y de los trabajos a ejecutar, así como los criterios para su aceptación o rechazo.

- **RC-3107. INSTALACIONES SANITARIAS Y PLUVIALES. VIGENTE DESDE 1981.**

Esta regulación de la construcción establece el procedimiento y los puntos de control en la ejecución de las instalaciones sanitarias y pluviales en las edificaciones, fijando las especificaciones de la calidad de los materiales y de los trabajos a ejecutar, así como los criterios para su aceptación o rechazo.

- **RC-3530:89. MANTENIMIENTO Y REPARACION. INSTALACIONES HIDROSANITARIAS.**

Establece el procedimiento y los puntos de control en la localización de salideros en líneas sanitarias o pluviales, soterradas, expuestas o colgadas, fijando las especificaciones de la calidad de los materiales y de los trabajos a ejecutar, así como los criterios para su aceptación o rechazo.



- **RC-3535:89. MANTENIMIENTO Y REPARACION. INSTALACIONES HIDROSANITARIAS.**

Establece el procedimiento y los puntos de control en la reparación y mantenimiento de muebles sanitarios, fijando las especificaciones de la calidad de los materiales y de los trabajos a ejecutar, así como los criterios para su aceptación o rechazo.

- **RC-1021:84. PROYECTO HIDROSANITARIO.**

Establece el procedimiento para el cálculo de instalaciones sanitarias y pluviales en edificios fijando las especificaciones de la calidad de los materiales y de los trabajos a ejecutar, así como los criterios para su aceptación o rechazo.

1.5. Principales Sitios y Artículos Bajados de Internet.

- AGUA PARA EL PUEBLO. apueblo@sdnhon.org.hn
- ENCICLOPEDIA ENCARTA. ARTICULO SOBRE DEPURACION DE AGUAS. www.encarta.msn.com
- INSTALACIONES EN EDIFICIOS. info.arg@fpc.upc.s
- VARIOS ARTICULOS SOBRE INSTALACIONES EN GENERAL. www.monografias.com
- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. <http://icc.ucv.cl>
- AGUA Y HABITAT. www.icrc.org/spa
- COMO SE USA EL AGUA. poprepts@jhuccp.org
- GLOSARIO DEL AGUA. info@lennetech.com
- SIGLO XXI GUERRA DEL AGUA. www.politicayactualidad.com
- ORIENTACION PARA LOS PRODUCTOS DE IMPACTO AMBIENTAL. www.conama.cl
- INSTALACIONES TECNICAS EN VIVIENDAS. www.volcanes.com
- PAGINA DE INSTALACIONES EN EDIFICIOS. INGENIERO NESTOR QUADRI. www.acondicionamiento.com.ar



Reseña analítica

Los documentos consultados en la reseña bibliográfica se dividen en cuatro partes principales: la bibliografía, las normas estatales, las regulaciones de la construcción y la búsqueda en Internet.

Con relación a la bibliografía, a pesar de ser textos muy instructivos, se aprecia muy poca actualización, en las disponibles en bibliotecas especializadas del MICONS y las universidades, primando las de las décadas de los años 70 y 80, las más actuales están en poder del tutor de este Trabajo de Diploma y datan de los años 1990, 1991 y 1997.

Del análisis realizado se puede llegar a la conclusión de que no existe un libro donde se resuma todos los aspectos que abarca la tecnología, métodos y procedimientos, materiales novedosos, entre otras cuestiones de los trabajos de instalaciones sanitarias, con relación a las Normas Estatales y Regulaciones de la Construcción vigentes en Cuba, que constituyen la segunda y tercera parte de esta reseña, sólo debe destacarse que requieren de actualización y completamiento, no obstante con las mismas se puede lograr una aceptable calidad en la ejecución de estos trabajos.

Por lo que puede concluirse afirmándose que, es muy necesario e importante para los profesionales de la construcción vinculados a las actividades de las instalaciones en general el contar con una Monografía con la debida actualización y enfoque integrador de los temas más importantes de estas instalaciones, incluyendo los métodos y procedimientos aplicados en las empresas del país, el cual no ha sido tratado con claridad.



CONCLUSIONES PARCIALES DEL CAPITULO

1. La bibliografía consultada para la realización de este capítulo, a pesar de ser la más empleada y útil que existe, no se presenta actualizada, incluyendo las normas cubanas y las regulaciones.
2. Es muy necesario e importante para los estudiantes vinculados a las actividades del proyecto de instalaciones sanitarias el contar con una Monografía con la debida actualización y enfoque integrador del proceso de cálculo.
3. La revisión bibliográfica desarrollada nos permitió tomar criterios de los principales aspectos a abordar en esta temática.

Capítulo I. Búsqueda bibliográfica sobre las instalaciones sanitarias
Título: Instalaciones sanitarias en edificios





Capítulo 2 Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias

2.1 Generalidades.

El objetivo principal de este capítulo es mostrar los resultados de la investigación en diferentes empresas del territorio que se dedican al diseño y cálculo de instalaciones sanitarias de edificios, no obstante para el mejor desarrollo del tema se abordan diferentes temas importantes para la mejor comprensión del trabajo.

2.2 Aspectos fundamentales de las instalaciones sanitarias en edificios.

2.2.1 El espacio sanitario.

En los países desarrollados existen y se desarrollan documentos, que norman casi todos los aspectos del proyecto arquitectónico y técnico de todos los tipos conocidos de edificios. En Cuba se han desarrollado en los últimos años algunas normas que ayudan en el proceso de diseño y construcción de las instalaciones sanitarias. En anteriores recopilaciones se observa que no existe mucha documentación en el campo del diseño de espacios sanitarios.

2.2.2 Actividades que se realizan en los espacios sanitarios.

Los espacios sanitarios son aquellos locales de una edificación en donde se realizan los siguientes tipos de actividades:

Actividades de evacuación de desechos humanos, en este caso orinas y excretas.

Actividades de higiene corporal: de las partes superior, inferior y de todo el cuerpo.

Otras actividades higiénicas tales como cambio de vestimenta, afeitado, depilación, cuidados cutáneos, lavado, fregado, limpieza entre otras.

Estas actividades pueden realizarse todas en un mismo local, como en el caso de los baños de las viviendas, o en locales más especializados cuando el volumen de usuarios es grande, como sucede en instalaciones públicas (espacios sanitarios de fábricas, centros docentes, recreativos, etc.).



2.2.3 Clasificación de los espacios sanitarios.

En concordancia con la clasificación de actividades antes analizadas se produce la siguiente clasificación de los espacios:

De evacuación, en los cuales se ubican inodoros, urinarios, o servicios sanitarios y los correspondientes lavamanos.

Para la higiene corporal, en los cuales se ubican duchas o baños lavabos, y el mobiliario necesario. Para el cambio de vestuario, en los cuales se ubican taquillas, bancos y el mobiliario necesario.

2.2.4 Muebles o Aparatos sanitarios.

Se denominan aparatos o muebles sanitarios a los equipos que se utilizan para la realización de funciones higiénicas mediante el uso del agua. Estos cumplen diferentes funciones a partir de las cuales se ha realizado su clasificación. En el transcurso del tema se hará referencia a las nuevas tendencias en el desarrollo de aparatos sanitarios, tanto de uso general como algunos especializados.

2.2.5 Clasificación de los muebles sanitarios.

Muebles evacuadores: Son aquellos que se utilizan para recibir las deposiciones orgánicas del cuerpo humano (orinas y excretas), de ahí su nombre. Los principales son los inodoros y los urinarios. Ambos aparatos están formados por dos partes principales: la cubeta o taza, y el sistema de alimentación hidráulica, que puede ser de tanque o no.

Muebles para higiene personal: En esta clasificación se incluyen los lavamanos y los lavados, duchas y bañeras. Los primeros tienen el propósito único de posibilitar el lavado de manos y los segundos sirven para la higiene de la parte superior del cuerpo (aunque ambos aparatos cumplen las mismas funciones), en consecuencia sus dimensiones son mayores y pueden disponer de agua fría y caliente. Sus partes componentes, las cuales son: la cubeta, los grifos y el sistema de desagüe.

Duchas y Bañeras: En el caso de las duchas se utiliza la aspersión para la limpieza del cuerpo, produciendo esto efectos terapéuticos convenientes a la salud. Este aparato ocupa poco espacio y gasta relativamente poco líquido; además permite la utilización de agua siempre limpia. Varía con respecto a la bañadera; está compuesta por un plato



más o menos profundo y los grifos de agua fría y caliente. Generalmente se coloca en comportamientos contruidos in situ o prefabricados para evitar las salpicaduras que su uso produce.

Últimamente han aparecido en el mercado capitalista algunas duchas diseñadas aplicando algunos del profesor Kira. En estos casos las duchas poseen paredes laterales y de fondo integrados, incluyéndose en los diseños asientos, jaboneras, apoyos y otros elementos. Estas duchas son prácticamente cabinas sanitarias abiertas, contruidas industrialmente con materiales ligeros, plástico, metal inoxidable, etc., las cuales sólo se deben montar y conectar a las redes Hidrosanitarias.

2.2.6 Muebles para la limpieza

Fregaderos: Los fregaderos están contruidos básicamente de depósitos rectangulares a los que se le añaden elementos para escurrir los objetos lavados, por los grifos y el sistema de desagüe. En casi todos los casos se le incorporan sifas. Pueden ser de cubeta simple o doble, normal o profunda, y con escurridor a un lado, o a ambos. También es posible que estén incorporados a gabinetes como en el caso de los lavabos, y además pueden tener incorporados trituradores eléctricos en los desagües y antes de las sifas. Los grifos pueden ser para agua fría y caliente, y es conveniente que tenga un caño dirigible flexible. Estos grifos son los más utilizados en una vivienda, por lo que deben ser de construcción robusta. Pueden tener los grifos incorporados al aparato o colocados sobre la pared, para esto resulta válido lo planteado en el caso del lavabo. El diámetro de la tubería de evacuación debe ser entre 12 y 25 mm. De ser posible el aparato debe tener reboso y ser susceptible de utilización con la cubeta llena.

Lavaderos y vertederos: En Cuba no se les ha dedicado igual importancia a los lavaderos y vertederos que a los fregaderos; es muy poca la cantidad de aparatos industrializados que han sido instalados, prefiriéndose los de producción artesanal, generalmente de hormigón armado o asbesto – cemento. Se presentan con igual o mayor capacidad en la cubeta que en los fregaderos, aplicándose los mismos criterios con respecto a los diámetros de alimentación y evacuación. Solo llevan, en general, alimentación de agua fría, no contando con reboso ni sifa.



2.2.7 Sistema de drenaje o redes de evacuación.

Una red de evacuación esta constituida por el conjunto de tuberías y accesorios encargados de canalizar las aguas servidas, sucias, fecales y pluviales de los edificios, incluyendo los elementos necesarios para proteger los locales de los malos olores que se generan en el interior de los conductos y para mantener una presión atmosférica normal dentro de ella. Se parte del principio de utilizar la gravedad para la conducción de dichas aguas por razones económicas, siempre que sea posible. Estos son contruidos tanto en las plantas bajas como en las altas, y tienen sus peculiaridades en cuanto a los materiales para su construcción, las condiciones de trabajo y los procesos tecnológicos.

2.2.8 Condiciones que deben cumplir las redes de evacuación.

Tener pendiente o desnivel adecuado para una rápida y eficiente evacuación.

Los tubos deben ser impermeables al agua y a los gases.

Deben impedir el paso de los gases y malos olores al interior de la vivienda.

Estar debidamente ventilado para evitar acumulación de gases en su interior.

El material de las tuberías debe resistir la acción corrosiva de las aguas servidas.

Sus desviaciones no deben ser en ángulo recto.

La junta tiene que ser completamente estancas.

Los ramales y derivaciones que entronques horizontalmente con las maestras deben ser a menos de 90°.

Deben contar con los registros suficientes para su limpieza.

Impedir el paso del aire, olores, insectos y animales al interior del edificio.

Las tuberías deben ser duraderas e instaladas de forma tal que los ligeros movimientos de la edificación no las afecten.

2.2.9 Partes de un sistema de drenaje.

Tuberías de drenaje o evacuación: Son las encargadas de evacuar los líquidos residuales o aguas servidas del edificio, colocándolas en el lugar correspondiente, como pueden ser: alcantarillado, laguna de oxidación, plantas de tratamientos etc.

Estas a su vez están compuestas por:

Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.



Título: Instalaciones sanitarias en edificios.

Colectoras o Maestras: Son las líneas (sucesión de tubos colocados en posición horizontal) que reciben la descarga o desagüe de una o varias derivaciones o ramales, de bajantes o columnas y que van a descargar a las alcantarillas o en fosas.

Ramales o Derivaciones: son las líneas de tubos que salen de las colectoras o maestras con el objetivo de recoger los desagües o descargas de bajantes, de uno o varios aparatos, así como de otros ramales de menor diámetro. Cuando un ramal recibe la descarga de un bajante o varios ramales de igual o menor diámetro, recibe el nombre de ramal o derivación principal.

Bajantes o Columnas: los bajantes son los tubos que, colocados en posición vertical u oblicua, reciben las descargas de los aparatos y de ramales o derivaciones. Los bajantes se clasifican en bajantes fecales y bajantes pluviales.

El Colector General: El colector general en planta baja es el encargado de colectar y trasegar horizontalmente el agua de las columnas o bajantes fuera de la edificación, hacia la red urbana de alcantarillado, si existe, o hacia los lugares de tratamiento, si este es aislado.

Sifas y Accesorios. Los accesorios cumplen la misión de incorporar tramos secundarios o ramales (yees), producir inflexiones en la dirección (codos), colocar tuberías verticales o perpendiculares o la dirección de la principal (te), etc.

Entre los accesorios cobran especial importancia las Sifas: Las aguas servidas contienen materias orgánicas que se descomponen rápidamente, esta descomposición produce gases y olores que pueden introducirse en los locales a quienes sirve la red, produciendo molestias y afectando en ocasiones la salud de los ocupantes del inmueble o local servido.

2.3 Materiales y accesorios utilizados en las instalaciones sanitarias.

Los aparatos sanitarios se fabrican de los siguientes materiales:

- Porcelana (normal o vítreos china).
- Cerámica vitrificada.
- Fundición esmaltada.
- Acero inoxidable.

Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.



Título: Instalaciones sanitarias en edificios.

- Fibrocemento.
- Mortero armado.
- Plástico (cloruro de polivinilo o poliéster con fibra de vidrio etc.) (PVC)

El plástico va sustituyendo poco a poco a los demás materiales. Ha sido probado ya en todos los tipos de aparatos; imponiéndose, aun cuando su durabilidad es mucho menor que la de los materiales tradicionales en el caso de los aparatos sanitarios, debido a su bajo costo, y facilidades de instalación y reparación. Es el más utilizado en nuestros días en la construcción.

Lo más utilizados en las instalaciones sanitarias son los tubos de pvc y polietileno, ejemplos:

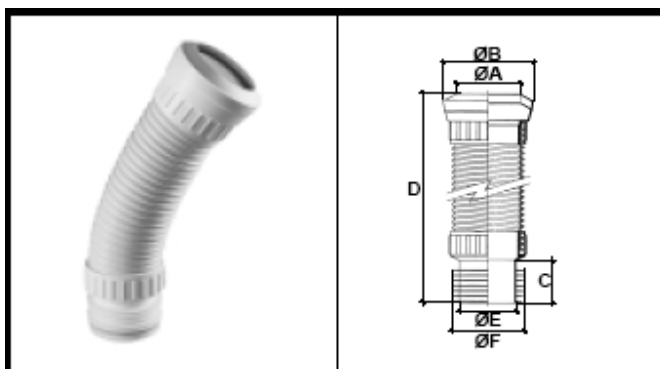


- Sifón placa turca con junta.
- Salida vertical orientable.
- PVC encolar.

Figura 2.1

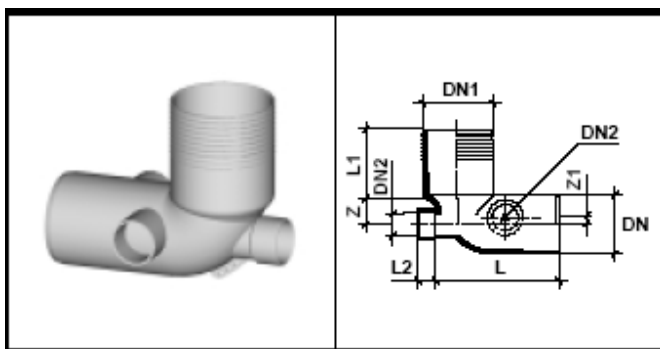
Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.

Titulo: Instalaciones sanitarias en edificios.



- Manguito inodoro flexible.
- Para conexiones de difícil acceso
- Sistema de unión multijunta.

Figura 2.2



- Manguito acodado prolongable.
- 3 tomas auxiliares $\varnothing 50$ con reducción a $\varnothing 40$ mm.
- Material PVC encolar.

Figura 2.3



Fregadero acero inoxidable

Figura 2.4



Inodoro de porcelana

Figura 2.5

2.4 Métodos de cálculo de las instalaciones sanitarias interiores.

Para la realización de este epígrafe se realizaron visitas a diferentes empresas de proyecto, donde se recopiló información sobre los métodos de cálculo de instalaciones sanitarias interiores en edificios de mediana complejidad ellas fueron:

- Empresa de Construcción y Mantenimiento del Poder Popular de Cienfuegos. (EDIM)
- Ministerio de la Construcción en Cienfuegos. (MICONS)
- Empresa Nacional de Proyectos Agrícolas Cienfuegos. (ENPA).
- Empresa de Proyecto N° 9 de Villa Clara. (EMPROY 9).
- Empresa Nacional de Proyectos Agrícolas Villa Clara. (ENPA).
- ECM 3

Los métodos utilizados en las empresas son: el cálculo de una red sanitaria según la NC 53-146-1985 y el método de simultaneidad, el primero se aplica en las empresas siguientes: ECM #3, EMPROY #9 (estas empresas mencionadas anteriormente son de la provincia de Villa Clara), ENPA, MICONS y EMPC (estas empresas son de Cienfuegos) y el segundo método se aplica en la EMPROY # 9 específicamente para los proyectos de hoteles que desarrolla la constructora militar Cayo Santa María.

Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.

Título: Instalaciones sanitarias en edificios.



2.4.1. Metodología de cálculo para el diseño de una red sanitaria (NC 53-146-1985)

• Método de cálculo de para diseño de una red sanitaria (NC 53-146-1985)

1. Elaboración de esquemas simplificados de la tubería a fin de facilitar el proceso de cálculo.

Estos esquemas se realizan a partir del diseño de la red realizado anteriormente y deben ser como mínimo de:

Todas las derivaciones o ramales diferentes que existan en el núcleo, en planta.

Todas las columnas de descarga diferentes que existan, en elevación.

Todos los colectores o maestras diferentes.

Todas las derivaciones o ramales de ventilación, conjuntamente con las columnas, en elevación y planta si fuera necesario.

2. Asignación de unidades de descarga y diámetro a los aparatos sanitarios, así como a derivaciones de diferentes zonas y pisos a calcular.

El tipo de descarga a utilizar dependerá de los tipos de muebles a utilizar y de la clase en que se encuentre ubicada la edificación según **tabla # 1**. A partir de lo realizado quedan definidos los diámetros de las derivaciones individuales y de los aparatos.

Tabla 1. Unidades de descarga por aparatos y diámetros mínimos en uso de las derivaciones y sifones de descarga

Muebles sanitarios.	Unidades de descarga por aparatos			Diámetro mínimo de derivaciones y sifones de descarga. (mm)		
	Tipos			Tipos		
	1	2	3	1	2	3
Lavamanos	1	2	2	32	32	32
Inodoro de tanque.	4	5	6	100	100	100
Inodoro turco.		8	8		100	100

Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.



Título: Instalaciones sanitarias en edificios.

Inodoro de flush	6	8	8		100	100
Bidet.	2	3		50	50	
Ducha.	2	3	4	50	75	75
Bañadera.	3	4	4	50	50	75
Urinario colgado.	2	2	3	38	38	38
Urinario colgado sifón integral.		4	4		50	50
Urinario pedestal.		6	6		75	75
Urinario colectivo.		2	2		50	50
Fregadero vivienda.	2			38		
Fregadero restaurante y cocina central.		8	8		75	75
Fregadero pantry.	3	3	3	75	75	75
Tragante de piso.	3	3	3	75	75	75
Vertedero.	8	8	8	75	75	75
Bebadero.	1	1	1	32	32	32
Caja de agua.		2	2		50	50
Lavadero.	3		4	50		75

3. Definición de los diámetros de los ramales o derivaciones de las diferentes zonas y pisos a calcular.

Este proceso se realiza con la **tabla # 2**, como dato para el cálculo se necesita conocer las pendientes de los diferentes ramales (secundarios, terciarios y principales). Con el fin de facilitar el desarrollo del cálculo se acostumbra a identificar cada uno de los tramos de tubería, dado que cada uno será objeto de estudio. Se considera que hay un cambio de tramo cuando a la tubería se incorpora el flujo de uno o varios aparatos provenientes de alguna derivación individual o colectiva. Se debe ir siempre desde los extremos de los ramales hasta el o los bajantes.

Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.

Título: Instalaciones sanitarias en edificios.



Tabla 2 Diámetro de las derivaciones o ramales.

Diámetro del ramal. (mm)	<u>Número de unidades de descarga.</u>			
	Pendiente %			
	1 %	2 %	3 %	4 %
32	1	1	1	1
38	2	2	2	2
50	5	6	7	8
75 (sin inodoro)	24	27	31	36
100	84	96	105	114
150	330	440	510	580
200	870	1150	1350	1680
250	1740	2500	3000	3600
300	3000	4200	5400	6500
350	6000	8500	11000	13500

4. Definición de los diámetros de las columnas o bajantes de aguas residuales.

En este caso es necesario conocer, además de los datos utilizados y los cálculos hechos hasta ahora, las dimensiones del bajante en sus diferentes tramos.

5. Definición de los diámetros de los colectores.

Para ello se trabaja con la **tabla # 3** mostrada en los anexos. A partir de las descargas por planta y por columna.

Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.

Título: Instalaciones sanitarias en edificios.



Tabla 3 Diámetro de la columnas de aguas residuales.

Diámetro de las columnas de descarga. (m)	Columna de descarga de agua residual.		
	Número máximo de unidades de descarga.		Longitud máxima de la columna de la columna (m)
	Por planta.	Por columna.	
50 (sin inodoro)	8	18	27
75 (sin inodoro)	45	72	64
100	190	384	91
150	540	2070	153
200	1200	5400	225

6. Definición de los diámetros de las derivaciones o ramales de la ventilación secundaria.

Antes de efectuar el proceso de cálculo es necesario definir como estarán ubicadas las tuberías para la ventilación. El cálculo también se realiza apoyándonos en las **tablas 7 y 8** en el ejemplo se explica más detalladamente.

Tabla 7 Diámetro de derivación de ventilación.

Diámetro de derivación. (mm)	Unidades de descarga.
50	Hasta 17
75	18 – 60
100	

Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.



Título: Instalaciones sanitarias en edificios.

Tabla 8 Máxima longitud admisible (en metros para la columna de ventilación).

Diámetro de la columna (mm)	Número de descarga	Diámetro de ventilación.				
		50	75	100	150	200
		Longitud de la columna (m)				
Hasta 50	18	27.5				
75	12	36.6	64.7			
75	18	21.3	64.7			
75	24	15.2	64.7			
75	36	10.7	64.7			
75	48	9.8	64.7			
75	72	7.6	64.7			
100	24	7.6	61.0	91.5		
100	48	4.9	35.1	91.5		
100	96	3.7	25.6	91.5		
100	144	2.7	22.0	91.5		
100	192	2.4	19.5	86.5		
100	264	2.1	17.1	74.7		
100	384	1.5	14.3	62.8		
150	144		8.2	32.9	155	
150	288		4.6	21.3	155	192
150	576		3.0	13.1	130	192
150	864		2.1	10.1	97.6	192
150	1 296		1.8	7.6	73.2	192
150	2 070		1.2	6.4	56.7	192
200	320			12.8	122	229
200	640			9.1	79.3	229
200	960			6.7	58.0	229
200	1 600			4.9	37.0	160

Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.



Título: Instalaciones sanitarias en edificios.

200	2 500			3.7	27.7	113
200	4 160			2.1	18.9	76.9
200	5 400			1.5	15.9	64.7

-Hasta dos grupos de aparatos en edificios de apartamentos, por ejes

D = 100mm Sirven hasta 10 pisos

D = 130mm Sirven hasta 12 pisos

D =150mm Sirven hasta 25 pisos

El sistema de ventilación es primaria será de uso obligatorio en todas las edificaciones que tengan núcleos sanitarios, la salida de la ventilación en la cubierta debe estar a 0.15 m por encima del nivel de cubierta, para que no queden sujetas a inundación, si la misma es accesible la altura debe ser como mínimo de 1.80m.

7. Definición de los diámetros de las columnas de ventilación secundaria.

En este caso es necesario considerar además de los cálculos de ventilación realizados hasta el momento, la longitud de las columnas de ventilación decididas en el diseño. En algunos casos se puede emplear los datos utilizados en las columnas de evacuación. La disposición de los datos en la forma que se verá en la tabla resumen facilitará el proceso de cálculo.

8. Definición de los diámetros de las columnas colectoras de aguas pluviales.

Se parte del criterio de que las aguas se recogerán el techo y se canalizarán por medio de tuberías al suelo, de donde se llevarán a la alcantarilla pluvial. Para los Cálculos se utilizará las **tablas 5 y 6** basadas en una intensidad de lluvia máxima de 10cm/h. El técnico deberá asegurarse de cuál es el régimen histórico medio de lluvia y hacer las correcciones correspondientes si fuera necesario.

Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.

Título: Instalaciones sanitarias en edificios.



Tabla 5 Diámetro del colector de aguas residuales.

Diámetro del colector. (mm)	Unidades de descarga.			
	Pendientes.			
	1 %	2 %	3 %	4 %
50 (sin inodoro)	7	9	10	12
75 (sin inodoro)	27	36	42	48
100	114	150	180	210
150	510	720	875	1 050
200	1 290	1 860	2 170	2 640
250	2 520	3 600	4 300	5 250
300	4 390	6 300	7 700	9 300

Tabla 6 Diámetro del colector de aguas pluviales.

Diámetro del colector (mm)	Área recogida (m2)			
	Pendientes.			
	1 %	2 %	3 %	4 %
50	28	41	50	58
75	80	116	149	163
100	173	246	321	352
150	488	697	874	995
200	1 023	1 488	1 875	2 065
250	1 814	2 557	3 402	3 720
300	3 022	4 231	5 508	6 090

9. Definición de los diámetros de los colectores o maestras de las aguas pluviales.

Como información adicional a la ya disponible debe tenerse la pendiente que tendrá el colector. En el ejemplo se detalla más este paso.

Según la NC 48:14:83, el diámetro mínimo de los bajantes pluviales varía según la categoría de la obra.

Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.

Titulo: Instalaciones sanitarias en edificios.



Categoría A

Obras	Diámetro del bajante (mm)
Central termonuclear	100
Central termoeléctrica	100
Obra especiales	100

Categoría B

Obras	Diámetro del bajante (mm)
Hospitales	100
Obras de fundamentales y de gran importancia	100
Centros investigativos	100

Categoría C

Obras	Diámetro del bajante (mm)
Naves de alma menores	100
Edificios altos de vivienda	100
Obras fundamentales menores	100
Edificios sociales y agropecuarios de importancia	100

Categoría D

Obras	Diámetro del bajante (mm)
Edificios bajos de vivienda	75
Edificios sociales y agropecuarios de menos importancia	75

Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.

Titulo: Instalaciones sanitarias en edificios.



2.4.2. Metodología de cálculo para el diseño de una red sanitaria (método de simultaneidad)

▪ **Método de simultaneidad para el diseño de una red sanitaria**

1. Elaboración de esquemas simplificados de la tubería a fin de facilitar el proceso de cálculo.

Estos esquemas se realizan a partir del diseño de la red realizado anteriormente y deben ser como mínimo de:

Todas las derivaciones o ramales diferentes que existan en el núcleo, en planta.

Todas las columnas de descarga diferentes que existan, en elevación.

Todos los colectores o maestras diferentes.

Todas las derivaciones o ramales de ventilación, conjuntamente con las columnas, en elevación y planta si fuera necesario.

2. Se realiza un conteo de los aparatos por separado, por habitación, por niveles y de forma general

3. Asignación de lo diferentes gastos a los aparatos sanitarios.

Utilizando la tabla # 2 de simultaneidad se toman lo diferentes gastos que corresponde a cada aparato, con este dato se realiza una tabla.

Tabla # 2 Gasto de los muebles sanitarios

Muebles sanitarios	Gastos de descarga (L/s)
Lavabo	0.6
Fregadero de cocina industrial	1.6
Urinario	0.15
Ducha	0.4
Tragante de piso	0.2
Vertedero de limpieza	0.6
Inodoro de taque bajo	2.00

Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.



Título: Instalaciones sanitarias en edificios.

4. Se calcula el coeficiente de uso de simultaneidad (k), con la siguiente fórmula:

Se calcula el coeficiente de simultaneidad, no será menor que 0.2 (en caso de que sea menor se tomara 0.2), para duchas y fregaderos el coeficiente k= 1.

$$K = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{aparto}} * K$$

5. Definición de los diámetros colectores.

Se utiliza las tablas de la fórmula de Pavlovski para hallar el diámetro correspondiente, obteniéndose una velocidad, que esta va en descenso del nivel superior al nivel inferior.

6. Definición de los diámetros de las derivaciones o ramales de la ventilación secundaria.

Por la tabla 3 se determina el diámetro de las derivaciones o ramales de la ventilación secundaria.

Tabla # 3 Diámetros de las derivación de la ventilación

Diámetro de la tubería de ventilación	Cantidad de muebles sanitarios o sifas	Diámetros de la sifas
50	De 1 a 6	De 76 a 100
75	De 7 a 15	De 76 a 100

7. Definición de los diámetros de las columnas de ventilación secundaria.

Se utiliza la tabla # 3 para determinar el diámetro de la columna secundaria.

Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.

Título: Instalaciones sanitarias en edificios.



2.5. Los software más utilizados en las empresas cubanas.

Los software más utilizados en las empresas de Cienfuegos son hojas de cálculo, la más utilizada es la fórmula de Pavlovki, para el cálculo de los diámetros de las tuberías. En Villa Clara en la ECM #3 el que se utiliza es la fórmula de Pavlovki, en la EMPROY # 9 y en la constructora militar del Cayo Santa María mas utilizados son el Calredhint y el programa de cálculos de hidráulico-sanitarios.

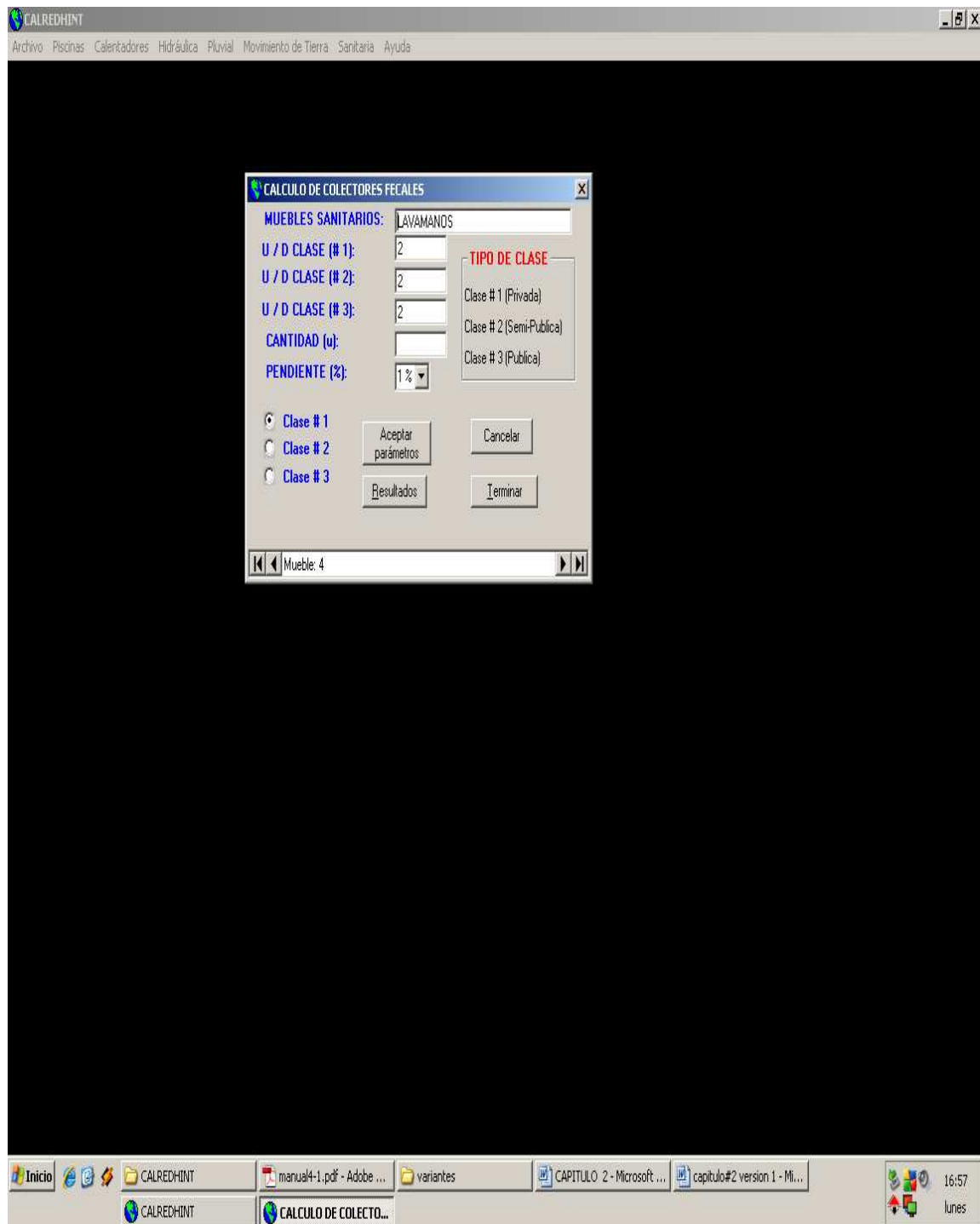
Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.



Título: Instalaciones sanitarias en edificios.

A continuación imágenes de dichos software:

El Calredhint:



Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.



Título: Instalaciones sanitarias en edificios.

Cálculos de hidráulico-sanitario

CÁLCULOS HIDRÁULICOS v 1.1.1

Volumenes y Gastos Hidrosanitaria Interior Incendios Bombas Tuberías Canales y OF Vertedores Residuales Ayuda

Instalación sanitaria interior. Cantidad de Unidades de Descarga.

Cantidad de aparatos instalados:

	Privado	Semi Público	Público		Privado	Semi Público	Público
Lavamanos	1			Fregadero vivienda	1		
Lavamanos barbería, salón de belleza				Fregadero laboratorio			
Lavamanos clínico				Fregadero parity			
Lavamanos quirujano				Fregadero restorán y cocina centralizada			
Inodoro de tanque	1			Tragante de piso			
Inodoro turco				Vertedero de limpieza			
Inodoro flush				Vertedero clínico			
Bidé				Equipo cuarto oscuro			
Ducha	1			Esterilizadora			
Bañadera				Dializador			
Bañadera quemados				Bebedero			
Baño Hubbart				Caja de agua			
Equipo hidromasaje				Lavadero			
Urinario colgado				Baño politraumatizado			
Urinario sillón integral				Baño colónico			
Urinario pedestal				Lavacubios			
Urinario colectivo; L= m							

Resultados:

Cantidad de Unidades de Descarga:

Estado 25/05/2009 17:01

Inicio CALCULOS HIDRAULICO... manual4-1.pdf - Adobe ... variantes CAPITULO 2 - Microsoft ... capitulo#2 version 1 - Mi... 17:01 lunes

Dibujo - Paint CÁLCULOS HIDRÁULIC...

Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.



Título: Instalaciones sanitarias en edificios.

Fórmula de Pavlovki

CÁLCULO HIDRÁULICO DE REDES DE ALCANTARILLADO

- LOS CÁLCULOS UTILIZAN LA FÓRMULA DEL ACADÉMICO N. N. PAVLOVSKI
- LOS DATOS APARECEN EN AZUL Y LOS RESULTADOS EN NEGRO
- DEBAJO LA TABLA TÍPICA EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO, RUGOSIDAD Y PENDIENTE.
- A LA DERECHA CUATRO CÁLCULOS INDEPENDIENTES CON DIFERENTES DATOS.

RUGOSIDAD	=	0,0140
DIÁMETRO(mm)	=	100

h/d	0,01000		0,01500		0,02000		0,02500	
	v	q	v	q	v	q	v	q
0,05	0,16	0,02	0,19	0,03	0,22	0,03	0,25	0,04
0,10	0,25	0,10	0,30	0,12	0,35	0,14	0,39	0,16
0,15	0,32	0,24	0,39	0,29	0,45	0,33	0,50	0,37
0,20	0,38	0,42	0,46	0,52	0,54	0,60	0,60	0,67
0,25	0,43	0,66	0,53	0,81	0,61	0,94	0,68	1,05
0,30	0,48	0,95	0,59	1,16	0,68	1,34	0,76	1,50
0,35	0,52	1,28	0,64	1,56	0,74	1,80	0,82	2,02
0,40	0,56	1,63	0,68	2,00	0,79	2,31	0,88	2,58
0,45	0,59	2,02	0,72	2,47	0,83	2,86	0,93	3,19
0,50	0,62	2,43	0,76	2,97	0,87	3,43	0,98	3,83
0,55	0,64	2,84	0,79	3,48	0,91	4,02	1,01	4,49
0,60	0,66	3,26	0,81	3,99	0,94	4,61	1,05	5,15
0,65	0,68	3,67	0,83	4,49	0,96	5,19	1,07	5,80
0,70	0,69	4,06	0,85	4,97	0,98	5,74	1,09	6,42
0,75	0,70	4,42	0,86	5,42	0,99	6,26	1,11	6,99
0,80	0,70	4,74	0,86	5,81	1,00	6,71	1,11	7,50
0,85	0,70	5,00	0,86	6,12	0,99	7,07	1,11	7,90
0,90	0,69	5,17	0,85	6,33	0,98	7,31	1,10	8,18
0,95	0,68	5,21	0,83	6,38	0,96	7,37	1,07	8,24
1,00	0,62	4,85	0,76	5,94	0,87	6,86	0,98	7,67

PARÁMETRO	VALOR
h/d	1,00
DIÁMETRO (mm)	100
RUGOSIDAD	0,0140
PENDIENTE (m/m)	0,01000
VELOCIDAD (m/s)	0,62
GASTO (L/s)	4,85

h/d	1,00
DIÁMETRO (mm)	100
RUGOSIDAD	0,0140
VELOCIDAD (m/s)	0,62
GASTO (L/s)	4,87
PENDIENTE (m/m)	0,01008

h/d	1,00
DIÁMETRO (mm)	2000
RUGOSIDAD	0,0140
GASTO (L/s)	4,85
VELOCIDAD (m/s)	0,00
PENDIENTE (m/m)	0,00000

h/d	1,00
RUGOSIDAD	0,0140
GASTO (L/s)	4,85
VELOCIDAD (m/s)	0,62
DIÁMETRO (mm)	100
PENDIENTE (m/m)	0,01011

Confeccionado: MSc. Ing. Reinaldo Pérez Cabrera

Capítulo II. Análisis de los procedimientos utilizados en las empresas de proyecto para el cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias.

Titulo: Instalaciones sanitarias en edificios.



Conclusiones parciales del capítulo

1. Se visitaron 5 empresas de proyecto de las provincias de Cienfuegos y Villa Clara que realizan proyectos de instalaciones sanitarias interiores de edificios, las cuales facilitaron de forma teórica y analítica las bases para la realización de los ejemplos que se desarrollan en el trabajo.
2. Se puede expresar que no existe un procedimiento único que se aplique en las empresas para el cálculo de una red sanitaria interior en un edificio.
3. Se comprueba que el método más empleado en las empresas visitadas es el que establece la NC 53:146:85 " Instalaciones sanitarias y pluviales en interiores de edificios, que es específicamente el que se utiliza en la docencia de la Facultad.



CAPITULO 3 Desarrollo de un ejemplo de cálculo de un proyecto de pequeña complejidad

3.1 Generalidades

En este capítulo se desarrolla un ejemplo aplicando los métodos de cálculo que se utilizan en las empresas de proyecto que fueron visitadas

3.2 Ejemplos prácticos de los métodos empleados en las empresas

A continuación se desarrolla un ejemplo de cálculo y diseño de las instalaciones sanitarias interiores de un proyecto de mediana complejidad en un edificio de viviendas.

El proyecto corresponde a un edificio de viviendas en la zona de desarrollo del municipio de Caibarién.

Datos

Cuenta el edificio con 5 niveles

Cuenta con 10 apartamentos

Sistema constructivo es Gran Panel Modificado.

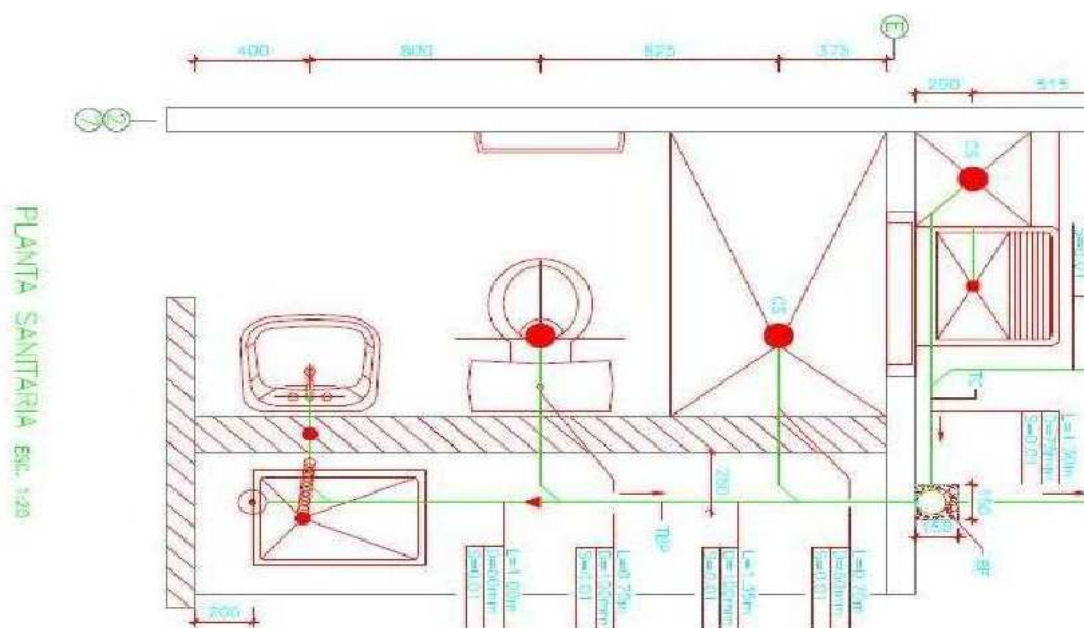


Figura 3.1 Planta sanitaria de un apartamento



Figura 3.2 Elevación del edificio

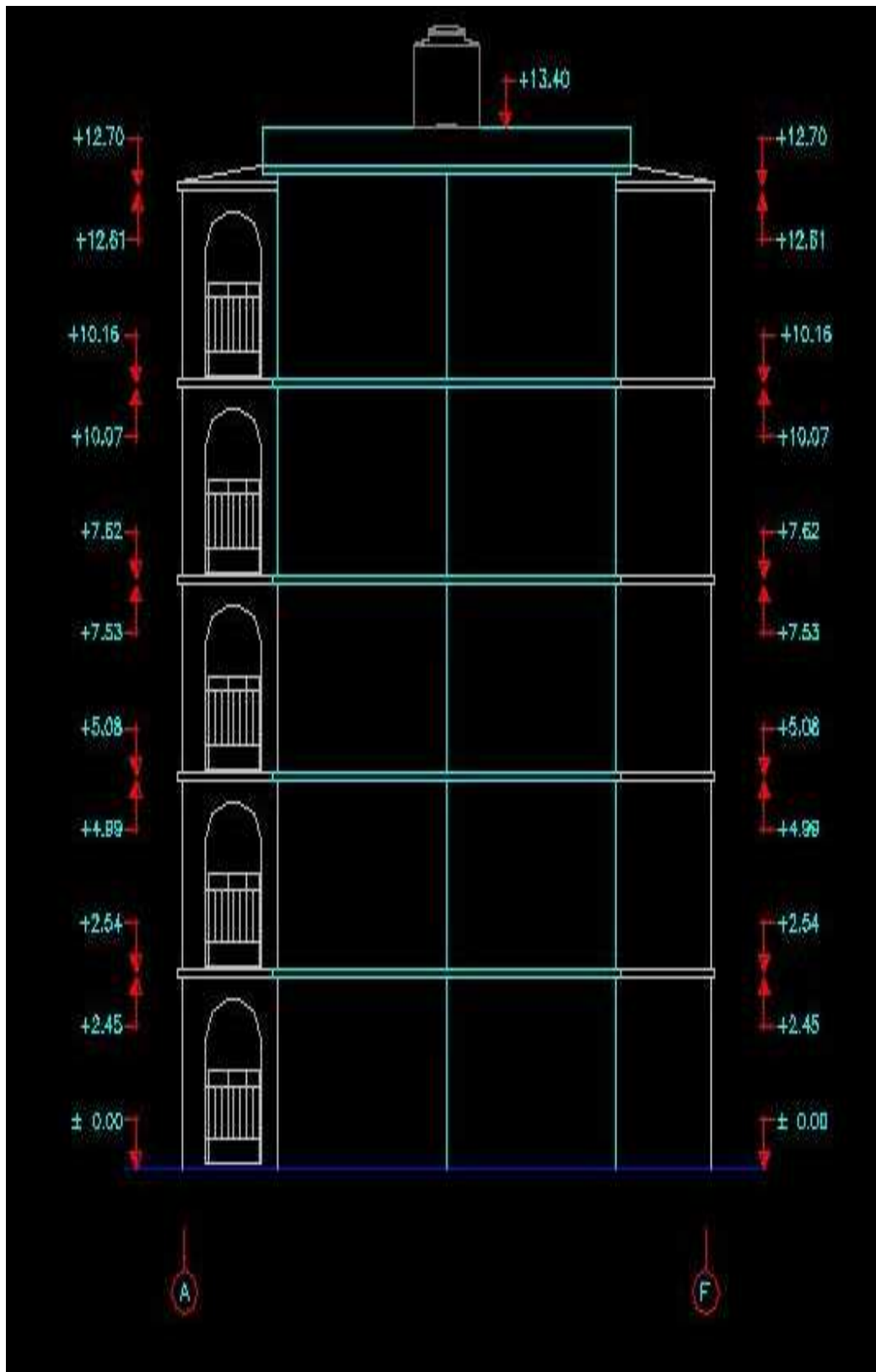
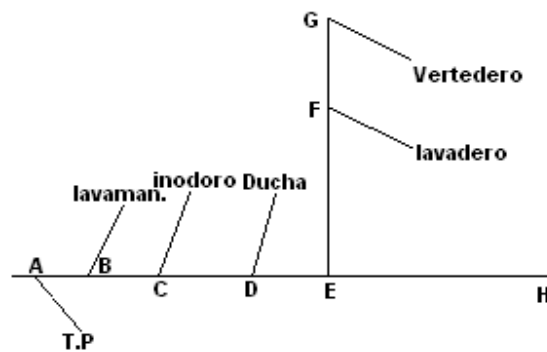


Figura 3.3 Elevación lateral



3.2.1 Aplicación de la metodología según la NC 53-146-1985

1. Elaboración de esquemas simplificados de la tubería a fin de facilitar el proceso de cálculo.



Red sanitaria de una habitación

Figura 3.4 Esquema de cálculo de la red sanitaria interior de la habitación.

2. Asignación de unidades de descarga y diámetro a los aparatos sanitarios, así como a derivaciones de diferentes zonas y pisos a calcular.

Tabla 3.1 Unidades de descarga por aparatos y diámetros mínimos en uso de las derivaciones y sifones de descarga

Aparatos	U de descarga	Diámetro (mm)
Lavamanos	1	32
Lavaderos	3	50
Ducha	2	50
Tragante de piso	3	75
Vertedero	8	75
Inodoro	4	100

Capítulo III. "Desarrollo de un ejemplo de cálculo de un proyecto de pequeña complejidad."

Título: Instalaciones sanitaria en edificios



3. Definición de los diámetros de los ramales o derivaciones de las diferentes zonas y pisos a calcular.

Tabla 3.2. Diámetro de las derivaciones o ramales

Rama	Tramo	Pend. (%)	UD que pasa	Diám. (mm)
PS1	AB	1	3	50
	BC	1	4	50
	CD	1	8	100
	DE	1	10	100
	GF	1	8	75
	FE	1	3	75
	EH	1	21	100

4. Definición de los diámetros de las columnas o bajantes de aguas residuales.

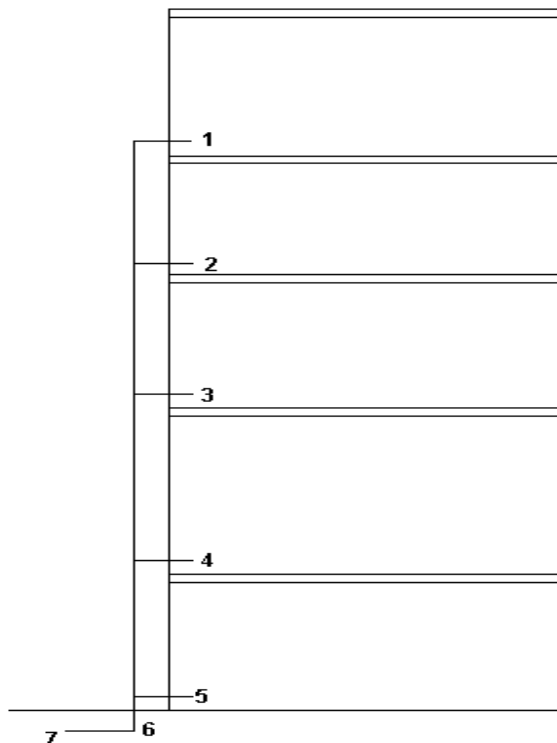


Figura 3.5 Esquema del bajante fecal

Capítulo III. "Desarrollo de un ejemplo de cálculo de un proyecto de pequeña complejidad."

Título: Instalaciones sanitaria en edificios



Tabla 3.3 Diámetros de la columna o bajante

# columna	Tramo	# Máx. de UD		Chequeo de la longitud de la columna	Diám. (mm)
		Por columna	Por planta		
1	1 - 2	42	42	2.54<91	100
	2 - 3	42	84	5.08<91	100
	3 - 4	42	126	7.62<91	100
	4 - 5	42	168	10.16<91	100
	5 - 6	42	210	12.70<91	100

5. Definición de los diámetros de los colectores.

El diámetro del colector nunca será menor que la columna de descarga y no Menor de 150 mm por especificaciones de NC 48:15:83.

Tabla 3.4 Diámetro de la columnas de aguas residuales

Rama	Tramo	Pend. (%)	UD que pasan	Diám. (mm)
	6 -7	1	210	150

6. Definición de los diámetros de las derivaciones o ramales de la ventilación secundaria.

Este edificio multifamiliar presenta un sistema de ventilación primario que permite lo siguiente:

- La salida de la ventilación en la cubierta debe estar a 0.15 m por encima del nivel de cubierta. La cubierta del edificio al no tener pretilas, el agua escurre por caída libre.
- El diámetro de la derivación principal es 100 mm por tener dos grupos de aparatos en edificios de apartamentos, por ejes.

Capítulo III. "Desarrollo de un ejemplo de cálculo de un proyecto de pequeña complejidad."

Titulo: Instalaciones sanitaria en edificios



7. Definición de los diámetros de las columnas de ventilación secundaria.

El ejemplo que se muestra no presenta una columna secundaria de ventilación, pues el proyectista utilizó una solución sencilla de ventilación.

8. Definición de los diámetros de las columnas colectoras de aguas pluviales.

El diámetro del colector nunca será menor que la columna de descarga y no menor de 150 mm por especificaciones de NC 48:15:83.

9. Definición de los diámetros de los colectores o maestras de las aguas pluviales.

Según la NC 48:14:83, el diámetro mínimo de los bajantes pluviales varía según la categoría de la obra.

Según la clasificación anterior determinamos que el diámetro pluvial del edificio en cuestión no es más que de 100 mm.



3.2.2 Aplicación de la metodología por el método de simultaneidad

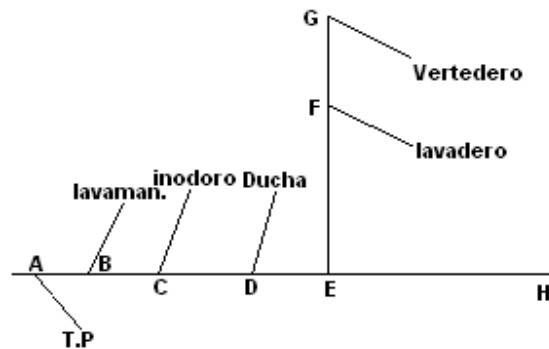
Datos

Nuestro edificio consta de 5 niveles

Consta de 10 apartamentos

Sistema constructivo es Gran Panel Modificado.

1. Elaboración de esquemas simplificados de la tubería a fin de facilitar el proceso de cálculo.



Red sanitaria de una habitación

Figura 3.4 Esquema de cálculo de la red sanitaria interior de la habitación.

2. Se realiza un conteo de los aparatos por separado, por habitación, por niveles y de forma general

Tabla 3.5 Cantidad de muebles del edificio

Muebles sanitarios	Cantidad general
Lavamanos	10
Inodoro	10
Duchas	10
Lavaderos	10
Vertederos	10

Capítulo III. "Desarrollo de un ejemplo de cálculo de un proyecto de pequeña complejidad."

Titulo: Instalaciones sanitaria en edificios



3. Asignación de lo diferentes gastos a los aparatos sanitarios.

Tabla 3.6 Gasto de los muebles sanitarios y cantidad de aparatos

Muebles sanitarios	Gasto (L\s)	Gasto * # aparatos
Lavamanos	0.6	6
Inodoro	2.0	20
Duchas	0.4	4
Lavaderos	0.6	6
Vertederos	0.6	6
total	----	42

4. Calcula el coeficiente de uso de simultaneidad (k)

$$K = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

Para el edificio general

$$K = \frac{1}{\sqrt{50-1}} = \frac{1}{7} = 0.143$$

Para 5 nivel

$$K = \frac{1}{\sqrt{10-1}} = \frac{1}{3} = 0.333$$

Para 4 nivel

$$K = \frac{1}{\sqrt{20-1}} = \frac{1}{\sqrt{19}} = 0.23$$

Para 3 nivel

$$K = \frac{1}{\sqrt{30-1}} = \frac{1}{\sqrt{29}} = 0.19$$

Para 2 nivel

$$K = \frac{1}{\sqrt{40-1}} = \frac{1}{\sqrt{39}} = 0.1$$

Capítulo III. "Desarrollo de un ejemplo de cálculo de un proyecto de pequeña complejidad."

Titulo: Instalaciones sanitaria en edificios



5. Fórmula para hallar el gasto del colector

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{total de aparatos}} \cdot K$$

Para el edificio en general

$$Q_{\text{total}} = 42 \cdot 0.143$$

$$Q_{\text{total}} = 6.01 \text{ L/s}$$

Para el 5 nivel es:

$$Q_{\text{total}} = 8.4 \cdot 0.333$$

$$Q_{\text{total}} = 2.80 \text{ L/s}$$

Para el 4 nivel

$$Q_{\text{total}} = 16.8 \cdot 0.23$$

$$Q_{\text{total}} = 3.86 \text{ L/s}$$

Para el 3 nivel

$$Q_{\text{total}} = 25.2 \cdot 0.19$$

$$Q_{\text{total}} = 4.79 \text{ L/s}$$

Para el 2 nivel

$$Q_{\text{total}} = 33.6 \cdot 0.16$$

$$Q_{\text{total}} = 5.38 \text{ L/s}$$

5. Definición de los diámetros colectores.

Por la tabla de Excel de la formula de Pavlovki:

El diámetro del colector es de $\Phi = 100 \text{ mm}$.

6. Definición de los diámetros de las derivaciones o ramales de la ventilación secundaria.

Según la tabla # 3 el diámetro que corresponde es 75mm, pero por tener un inodoro y sea más fácil el trabajo con las uniones se utilizará 100 mm

Capítulo III. "Desarrollo de un ejemplo de cálculo de un proyecto de pequeña complejidad."

Titulo: Instalaciones sanitaria en edificios



7. Definición de los diámetros de las columnas de ventilación secundaria.

El ejemplo que se muestra no presenta una columna secundaria de ventilación, pues el proyectista utilizó el sistema de ventilación primaria, con solución sencilla.

3.7 Tabla de comparación con los diámetros.

Métodos	Diámetro de colector (mm)	Diámetro de ventilación (mm)
NC 58-146-1985	150	100
Simultaneidad	100	75



Conclusiones parciales del capítulo

1. El método más aplicado en las empresas es el que está especificado en la NC 53-146-1985, es más exacto, pues no trabaja con coeficientes.
2. Con el método de simultaneidad se obtiene un diámetro del colector menor, pues trabaja con la fórmula de pavlovky que tiene en cuenta la relación altura/diámetro (h/d) que considera la forma de trabajo de la tubería: llena o a medio caudal, lo que la hace más racional.
3. El método de simultaneidad es un método útil y sencillo, que sirve no sólo para trabajar en el cálculo de las instalaciones sanitarias interiores, sino también en la hidráulica.
4. Con la resolución del ejemplo de este capítulo, queda confeccionado un documento-guía de utilidad para la docencia.



Conclusiones generales

1. En este trabajo se exponen los métodos y procedimientos de cálculo de instalaciones sanitarias en interiores más empleados en las empresas cubanas.
2. Se cuenta con un documento bibliográfico, de consulta que resuelve un proyecto sencillo de instalaciones sanitarias interiores de un edificio, esclarecedor y actualizado sobre la temática, de utilidad para estudiantes y profesionales vinculados al tema.
3. De la aplicación de los métodos podemos apreciar que la diferencia en los diámetros obtenidos es muy parecida, lo que refuerza el hecho de que se aplican indistintamente.
4. La resolución de un ejemplo de cálculo aplicando el método de simultaneidad es de gran valor al no utilizarse este en la docencia de las carreras de Arquitectura e Ingeniería Civil, útil además para la enseñanza de postgrado.

Capítulo III. "Desarrollo de un ejemplo de cálculo de un proyecto de pequeña complejidad."

Título: Instalaciones sanitaria en edificios



Recomendaciones

1. Continuar perfeccionado el material, incluyendo detalles constructivos, confección de planos en autocad y el desarrollo de ejemplos para otros tipos de edificaciones.
2. Desarrollar una investigación sobre el diseño y cálculo de evacuación de aguas pluviales y de los sistemas de ventilación.



Bibliografía

1. Rodolfo Hidalgo Galbán. Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias. Cuba. 1986.
2. Ministerio de la Construcción. Instalaciones Sanitarias. Cuba. 1978.
3. Julio C Cardona Frómeta. Alcantarillado. Cuba. 1985
4. Colectivo de autores. Manual de autoconstrucción. Cuba. 1984
5. ISPJAE, Colectivo de autores, FAC de Ing. Civil de la Habana. Anexo a la Guía Metodológica API. Fundamentos del Proyecto y la Construcción de Obras Estructurales. Cuba. 1990
6. Colectivo de autores. Fac. Construcciones. Instalaciones Eléctricas, Hidráulicas y Sanitarias. Cuba. 1988.
7. Rubén Bancroft Hernández. Selección de Normas de instalaciones Hidráulicas y Sanitarias. 1987.
8. Ing. Armando Velázquez Rangel, Arq. Carlos O. Sáez, Arq. Adriana López Díaz. Guía de Estudio de Instalaciones en Edificios. Cuba. 1989.
9. Manuel Escariz Arias. Departamento de Construcciones de Universidad de Camaguey. Instalaciones en Edificios. Cuba. 1987.
10. mariano Rodríguez Avial. Instalaciones en los edificios. Fontanería y saneamiento. Cuba. Tercera edición. 1958.
11. Amado Leiva Ricardo. Instalaciones Hidráulicas. Cuba. 1991.
12. Juan de Cusa. Reparaciones de lesiones en Edificios. Cuba. Edición. 1991.
13. Edmund G. Wagner, J.N. Lanoix. Evacuación de Excretas en Las Zonas Rurales y En las Pequeñas Comunidades. 1981.
14. Gordon Maskew Fair. John Charles Séller. Daniel Alexander Okun. Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales. Abastecimiento de aguas y Remoción de Aguas Residuales. Pais. Primera parte. Volumen 1. 1985.
15. Gordon Maskew Fair. John Charles Séger. Daniel Alexander Okun. Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales. Abastecimiento de aguas y Remoción de Aguas Residuales. Segunda parte. Volumen 1. 1986.



16. Gordon Maskew Fair. John Charles Séger. Daniel Alexander Okun. Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales. Purificación de aguas y tratamiento y Remoción de Aguas Residuales. Segunda parte. Volumen 2. 1987.
17. V. Isáev. V. Sasin, N. Chstiakov. Construcción y Montaje de los Sistemas Técnico- Sanitarios de los Edificios. 1990.
18. Departamento de normalización. Folleto: Indicaciones Técnicas para el diseño, ejecución, reparación, y/o remodelación de las instalaciones hidráulicas y sanitarias en las edificaciones sociales. Cuba. 2004.
19. Folleto: BASES DE DISEÑO HIDRAULICA Y SANITARIA. 1990. (específicamente para el turismo)

1. Normas Cubanas.

20. NC-48-15. REDES INTERIORES HIDRAULICAS Y SANITARIAS DE EDIFICIOS INDUSTRIALES. VIGENTE DESDE 1984.
21. NC-054-045. TUBOS Y CONEXIONES DE HIERRO FUNDIDO, MANIPULACION, TRANSPORTE-ALMACENAMIENTO. VIGENTE DESDE 1979.
22. NC-54-235. MUEBLES Y ACCESORIOS SANITARIOS. VIGENTE DESDE 1983.
23. NC-052-047-78. TUBERÍA SANITARIA DE PVC RIGIDO. COLOCACION E INSTALACION.
24. NC-53-146-85. ELABORACION DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION, INSTALACIONES SANITARIAS Y PLUVIALES EN INTERIORESDE EDIFICIOS. METODO DE CÁLCULO. VIGENTE DESDE 1986.
25. NC-53-162-85. ELABORACION DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION. INSTALACIONES HIDROSANITARIAS. TERMINOS Y DEFINICIONES. VIGENTE DESDE 1986.
26. NRM-050-84. MATERIALES Y PRODUCTOS PARA LA CONSTRUCCION. URINARIOS DE CERAMICA: TIPOS, PARAMETROS Y DIMENSIONES PRINCIPALES. VIGENTE DESDE 1985.



- 27.NRMC-051-84. MATERIALES Y PRODUCTOS PARA LA CONSTRUCCION.
TAZA TURCA DE CERAMICA: TIPOS, PARAMETROS Y DIMENSIONES
PRINCIPALES. VIGENTE DESDE 1985.
- 28.NC-93-03:86. HIGIENE COMUNAL. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
PUBLICO DE AGUA. REQUISITOS SANITARIOS. VIGENTE DESDE 1987.
- 29.NC-93-12:86. HIGIENE COMUNAL. INSTALACIONES HIDROSANITARIAS.
REQUISITOS SANITARIOS GENERALES. VIGENTE DESDE 1987.
- 30.NC-51-17-78. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE INSTALACIONES DE
TUBERÍAS. DIBUJO TÉCNICO DE LA CONSTRUCCIÓN. VIGENTE DESDE
1979.
- 31.NC-45-9:1999 BASES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE
INVERSIONES TURISTICAS.

1.1 Regulaciones de la construcción

- 32.RC-3108. INSTALACIONES SANITARIAS MUEBLES. VIGENTE DESDE 1981.
- 33.RC-3107. INSTALACIONES SANITARIAS Y PLUVIALES. VIGENTE DESDE
1981.
- 34.RC-3530:89. MANTENIMIENTO Y REPARACION. INSTALACIONES
HIDROSANITARIAS.
- 35.RC-3535:89. MANTENIMIENTO Y REPARACION. INSTALACIONES
HIDROSANITARIAS.
- 36.RC-1021:84. PROYECTO HIDROSANITARIO.

1.2 Principales Sitios y Artículos Bajados de Internet.

- AGUA PARA EL PUEBLO. apueblo@sdnhon.org.hn
- ENCICLOPEDIA ENCARTA. ARTICULO SOBRE DEPURACION DE AGUAS.
www.encarta.msn.com
- INSTALACIONES EN EDIFICIOS. Info.arg@fpc.upc.s
- VARIOS ARTICULOS SOBRE INSTALACIONES EN GENERAL. www.monografias.com
- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. <http://icc.ucv.cl>
- AGUA Y HABITAT. www.icrc.org/spa
- COMO SE USA EL AGUA. poprepts@jhuccp.org
- GLOSARIO DEL AGUA. info@lennetech.com
- SIGLO XXI GUERRA DEL AGUA. www.politicayactualidad.com



- ORIENTACION PARA LOS PRODUCTOS DE IMPACTO AMBIENTAL. www.conama.cl
- INSTALACIONES TECNICAS EN VIVIENDAS. www.volcanes.com
PAGINA DE INSTALACIONES EN EDIFICIOS. INGENIERO NESTOR QUADRI.
www.acondicionamiento.com.ar