



**Facultad de Construcciones
Departamento de Ingeniería Hidráulica**

***Preparación de obras: instalaciones
hidrosanitarias en sistemas
constructivos utilizados en la ECOA-57***

Trabajo referativo en opción al título de Ingeniera hidráulica

Autora:

Karietis Herrera Sola

Tutores:

Msc. Paula Sánchez López

Ing. Naillet Llopiz Guía

Santiago de Cuba.

Diciembre, 2021

DEDICATORIA

- En primer lugar, a DIOS, por darme la salud, la fuerza de voluntad ante las adversidades, la confianza, la determinación para seguir adelante y haber alcanzado uno de mis mayores propósitos en la vida.
- A mi querida madre (Nilda Sola Gonzales), mi hermano (Rolando Gonzales Sola) y a mi familia por confiar en mí y apoyarme en todas las etapas y decisiones que he tomado en la vida, todo lo que soy se los debo a ustedes.

Gracias.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por cuidarme y darme la oportunidad de haber logrado esta meta.
- A toda mi familia por apoyarme durante mi estancia en la Universidad.
- A mis tutores el Ing. Msc. Paula Sánchez López Ing. Naillet Llopiz Guía, por su apoyo y atención durante la preparación, organización y elaboración de este trabajo.
- A mis compañeros de aula con quienes hemos compartidos buenos momentos durante la carrera.

RESUMEN

En Cuba los sistemas constructivos se han direccionado fundamentalmente al programa de ejecución de viviendas con el interés de promover el programa de la vivienda y de solucionar gradualmente los problemas existentes en este sector, y con la premisa de ahorrar en tiempo y costos de producción, utilizan diversos sistemas constructivos como el FORSA, y el GPS, entre otros.

La Empresa Constructora de Obras de Arquitectura No 57 (ECOA-57) de Santiago de Cuba, que se enfrenta al reto de la construcción de viviendas económicas. De todas las instalaciones de la vivienda las que mayor número de problemas presentan son las redes hidráulicas y las sanitarias, ya sea, por la realización de un proyecto insuficiente, como consecuencia de una mala ejecución en la obra, o por la falta de mantenimiento a dichas instalaciones, y pueden no cumplir con las expectativas de los usuarios; es por ello que la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura No 57 (ECOA-57) de Santiago de Cuba, encamina sus esfuerzos en realizar una preparación de obras adecuada, encaminada a crear módulos para viviendas tipificando por sistema constructivo características como: cantidad de habitaciones, cantidad de pisos, materiales usados, cantidad, precios, entre otras. En el trabajo referativo se presenta los módulos hidrosanitarios para los sistemas constructivos utilizados en dicha empresa

ABSTRAT

In Cuba, the construction systems have been directed fundamentally to the housing execution program with the interest of promoting the housing program and gradually solving the existing problems in this sector, and with the premise of saving in time and production costs, they use various construction systems such as FORSA, and GPS, among others.

The Architectural Works Construction Company No 57 (ECOA-57) of Santiago de Cuba, which faces the challenge of building affordable housing. Of all the housing facilities, the ones that present the greatest number of problems are the hydraulic and sanitary networks, either due to the implementation of an insufficient project, as a result of poor execution of the work, or due to the lack of maintenance to such facilities, and may not meet the expectations of users; That is why the Architectural Works Construction Company No 57 (ECOA-57) of Santiago de Cuba, directs its efforts to carry out an adequate preparation of works, aimed at creating modules for houses, typifying by construction system characteristics such as: number of rooms , number of floors, materials used, quantity, prices, among others. In the reference work, the hydrosanitary modules for the construction systems most used in said company are presented.

ÍNDICE

Contenido	Paginas
INTRODUCCION	6
CAPÍTULO I: LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	8
1.1 Breve descripción de la evolución histórica del uso de sistemas constructivos en general y para la construcción de viviendas en particular	8
1.2 Sistemas constructivos en Cuba	14
1.3 Particularidades de las instalaciones hidrosanitarias en sistemas constructivos.	16
CAPÍTULO II: Módulos o Kits utilizados PARA LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS: ECOA-57	22
2.1 Instalaciones hidrosanitarias para edificios con Sistemas Gran Panel Soviético	22
2.2 Instalaciones hidrosanitarias para edificios con Sistema Forsa	34
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46
Anexos: Memorias descriptivas y planos	

INTRODUCCION

Uno de los aspectos sobre los cuales ha trabajado la ingeniería por su influencia en los tiempos de ejecución de las obras y que tributa a la industrialización de la construcción, es sin dudas, los sistemas constructivos con los cuales se logra ejecutar la estructura de la obra. . En Cuba los sistemas constructivos se han direccionado fundamentalmente al programa de ejecución de viviendas y en estos momentos el Estado Cubano y las principales instituciones del país con el interés de promover el programa de la vivienda y de solucionar gradualmente los problemas existentes en este sector, y con la premisa de ahorrar en tiempo y costos de producción, utilizan diversos sistemas constructivos como el FORSA, y el GPS, entre otros.

La Empresa Constructora de Obras de Arquitectura No 57 (ECOA-57) de Santiago de Cuba, que se enfrenta al reto de la construcción de viviendas económicas, para asumir una dinámica inusual en la actividad, debido a la amplia diversidad de sistemas constructivos utilizados al unísono, necesitan estandarizar, en la medida de lo posible, algunos procesos y procedimientos como la preparación de obras mediante módulos de los sistemas constructivos en uso.

Para cualquier edificación, el suministro de agua potable, y la evacuación de las aguas pluviales y fecales, representan unos de los problemas más importantes que el diseñador y constructor deben tomar en consideración, pues siempre será indispensable un buen sistema de abasto y distribución de agua a los diferentes muebles sanitarios y puntos de toma; así como contar con un sistema de evacuación de las aguas negras y pluviales seguro, eficiente y con facilidad de mantenimiento, adaptable a las condiciones arquitectónicas y de servicio del edificio.

Sin embargo, de todas las instalaciones de la vivienda las que mayor número de problemas presentan son las redes hidráulicas y las sanitarias, ya sea, por la realización de un proyecto insuficiente, como consecuencia de una mala ejecución en la obra, o por la falta de mantenimiento a dichas instalaciones, y pueden no cumplir con las expectativas de los usuarios; es por ello que la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura No 57 (ECOA-57) de Santiago de Cuba, encamina sus esfuerzos en realizar una preparación de obras

adecuada, encaminada a crear módulos para viviendas tipificando por sistema constructivo características como: cantidad de habitaciones, cantidad de pisos, materiales usados, cantidad, precios, entre otras.

Problema de investigación: La elaboración de módulos o kits que caracterizan por sistemas constructivos los materiales necesarios para ejecución de sus sistemas hidrosanitarios, en la ECOA-57 presenta deficiencias en su diseño para un correcto uso por parte de los ejecutores de obra.

Objeto de Estudio Preparación de obras.

Campo de Acción. Instalaciones Hidrosanitarias en los sistemas constructivos.

Objetivo General: Establecer los módulos o kits para las instalaciones hidrosanitarias en sistemas constructivos utilizados en la ECOA-57.

Objetivos Específicos:

- 1- Describir los sistemas constructivos más empleados en Santiago de Cuba y las características generales de los sistemas hidrosanitarios.
- 2- Elaborar los módulos o kits hidrosanitarios por sistema constructivo de la ECOA-57.

Hipótesis: si se establecen los módulos o kits para las instalaciones hidrosanitarias en sistemas constructivos utilizados en la ECOA-57, se logrará un correcto funcionamiento, en lo que se refiere a suficiencia y regularidad del suministro para condiciones de uso normales, además de ofrecer un servicio confortable y seguro, garantizando una adecuada durabilidad de las instalaciones.

CAPÍTULO I: LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

El sistema constructivo es un conjunto de elementos, materiales, técnicas, herramientas, procedimientos y equipos, que son característicos para un tipo de edificación en particular.

1.1 Breve descripción de la evolución histórica del uso de sistemas constructivos en general y para la construcción de viviendas en particular

La limitación de recursos y materiales de construcción, antiguamente, provocaba la utilización de la disponibilidad local donde se realizaba la construcción. Desde nuestros antepasados hasta hoy ha habido adaptaciones al medio en la forma de construir y en la estética de estas construcciones, desde los cimientos hasta el último detalle de ornamentación. Con los avances tecnológicos y las investigaciones producidas en el campo de la construcción, se ha confeccionado un amplio mercado de recursos de construcción, facilitado por el desarrollo del transporte, y por las innumerables normativas de obligado cumplimiento surgidas en los últimos tiempos. (Visitado en 2021 disponible en: <https://sites.google.com/site/bi2tdlc1arq5/sistemas constructivos>)

Ésta cantidad desmesurada de materiales y soluciones constructivas, bien analizadas, filtradas y seleccionadas, pueden provocar un efecto positivo, al generar nuevas tendencias arquitectónicas las cuales suplan las necesidades del porqué se recurre a nuevas opciones. Por otro lado, pueden potenciar una falta de identidad arquitectónica y construcciones de poca calidad final. El resultado final dependerá de la buena o mala praxis, aplicación y utilización de los nuevos materiales y sistemas constructivos y del conocimiento general que se tenga.

Los modelos constructivos generalizados estos últimos años son sistemas con diferente elaboración en obra, debido a los materiales y técnicas utilizados, por lo que requieren de personal capacitado (mano de obra calificada), de tiempos de espera adecuados, cuidados específicos y acabados ulteriores, con simultaneidad de trabajos técnicos, administrativos y económicos.

Los sistemas constructivos se han basado casi exclusivamente, hasta principios del XX, en las estructuras murarias que, al mismo tiempo, hacían la función de cerramientos verticales, tanto de fachada como de partición interior.

Los primeros intentos de abandono de esas estructuras se produjeron con la industrialización de los perfiles metálicos a fines del XIX, tanto de fundición como laminados, que permitieron ejecutar estructuras reticulares más ligeras, cuando la altura de los edificios lo necesitaba. Pero la verdadera aplicación masiva de ese tipo de estructuras llegó con el hormigón armado, a partir de los años 40 del siglo pasado, y la mejora continuada de sus capacidades portantes, así como de sus métodos de cálculo. Todo ello permitió eliminar los cerramientos portantes, más pesados ($>700 \text{ kg/m}^2$) aligerando el conjunto del edificio, reduciendo su costo y aprovechando más el metro cuadrado de suelo edificable. (<https://sites.google.com>)

1.1. Breve descripción de los sistemas constructivos tradicionales y actuales.

A continuación consignamos algunos de los sistemas constructivos más utilizados.

- Construcción tradicional. Se entiende por sistema tradicional al que está compuesto por estructura de paredes portantes (ladrillos, piedra, o bloques etc.); u hormigón armado. Paredes de mampostería: ladrillos, bloques, piedra, o ladrillo portante, etc. revoques interiores, instalaciones de tuberías metálicas o plásticas y techo de tejas cerámicas, placas, o losa plana. Es un sistema de obra húmeda. Es el sistema de mezcla, badilejo y palas.
- Sistema constructivo de paneles estructurales. Dentro de este sistema prima la utilización de paneles formados por 2 mallas de acero vinculadas por tensores de alambre de acero galvanizado con una placa intermedia aislante térmica. A la que se le coloca, una vez ubicados en su destino, hormigón proyectado. Se construye sobre una platea de vigas de encadenado, sobre la que se montan los paneles; se refuerzan con hierro los ángulos y finalmente se ubican las cañerías de las instalaciones y se proyecta el mortero o revoque en una o dos capas.
- Sistema constructivo de madera. Es un sistema económico y con buenas aislaciones Se utiliza fundamentalmente en el interior en zonas madereras, tienen una integración especial con el medio. Las hay íntegramente maderas horizontalmente uno arriba del otro encastrados

en sus esquinas, o con el sistema de estructura independiente en madera y paredes interior y exterior de madera en forma de listones.

- Sistema constructivo de módulos prefabricados. En el sistema de módulos tridimensionales, se construyen módulos prefabricados en forma seriada y secuencial, formados por paredes, piso y techo que contienen carpinterías, aislaciones, instalaciones, solados, revestimientos y todas las terminaciones necesarias, son módulos autosuficientes. Se utilizan siempre en dimensiones que sean transportables por camión u otros medios y se montan en su lugar definitivo con grúa.
- Sistema de muros. Se denomina muro de carga o muro portante a las paredes de una edificación que poseen función estructural; es decir, aquellas que soportan otros elementos estructurales del edificio, como arcos, bóvedas, vigas o viguetas de forjados o de la cubierta.

Los sistemas constructivos están en permanente evolución, de la mano del avance tecnológico. Por eso hay que distinguir entre los sistemas constructivos tradicionales y los sistemas constructivos modernos, que tienen diferencias sustanciales.

Un ejemplo de sistema constructivo tradicional es la construcción a partir de bloques de piedra, que ha sido muy utilizada a lo largo de la historia humana, y que aún hoy día se utiliza. Muchas de las edificaciones más emblemáticas de la humanidad, tanto civiles como militares y religiosas, han sido construidas a partir de bloques de piedra:

- Las pirámides egipcias y americanas prehispánicas.
- El Partenón griego y las demás construcciones de la Acrópolis de Atenas.
- La mayoría de las llamadas 7 maravillas del mundo antiguo.
- Las catedrales góticas (como la de Notre Dame).
- La Gran Muralla china.



Figura 1.1 Imagen de la Gran Muralla china, construcción tradicional a base de piedras. https://blog.buscatuchoza.com/wp-content/uploads/2021/08/02-Vista-panoramica-de-la-Gran-Muralla-china_Ejemplo-de-sistema-constructivo-tradicional-militar-en-base-a-piedra-y-ladrillo-1536x1024.jpg

Tradicionalmente, el método constructivo más utilizado en rama de la construcción civil es el sistema de vigas y columnas, cuya principal función es la de repartir cargas de manera puntual hacia la cimentación, usando como proceso constructivo el encofrado tradicional de madera, el cual representa uno de los rubros con mayor demanda en las obras civiles debido a la fácil manipulación al momento de moldear hormigón (Figura 1.2). Las construcciones tradicionales han demostrado ser la primera opción a la hora de edificar por parte de los profesionales arquitectos e ingenieros, pero el tiempo que tarda y el desperdicio que genera en cada uno de los elementos estructurales y acabados, hace apuntar hacia nuevas tecnologías que reduzcan el tiempo que tarda poner en pie la construcción.



Figura 1.2. Imagen de la construcción de una vivienda de dos plantas con un sistema constructivo tradicional de vigas y columnas. Fuente: Cedeño, 2015.

Los sistemas constructivos tradicionales son estructuras de hormigón armado o de muros portantes de bloques de piedras, concreto, ladrillo. Estos tienen la ventaja de ser considerados de primera calidad a la hora de evaluar para su venta. En este se destaca el sistema constructivo prefabricado de concreto, cuenta con algunas técnicas en la fabricación de elementos estructurales como por ejemplo los pretensados para darle más atracción a los diferentes elementos de la estructuras, evitando así fisuras dependiendo de las cargas a que estén sometidas.

Un ejemplo de sistema constructivo moderno es el entramado de acero (combinado o no con piedras y ladrillos). En este sistema se han basado muchas de las edificaciones más revolucionarias y avanzadas de épocas más recientes, tales como:

- La Torre Eiffel.
- Las Torres Gemelas del World Trade Center.
- El Empire State Building.
- Las modernas edificaciones de Dubai.



Figura 1.3 Imagen de la colocación de elementos metálicos durante la construcción del Rascacielos Empire State Building en Nueva York, construcción moderna de acero y concreto. https://blog.buscatuchoza.com/wp-content/uploads/2021/08/03-Sistemas-constructivos-modernos_Entramado-de-acero-durante-la-construccion-del-Empire-State-Building-New-York-1931-1536x1226.jpg

Los sistemas constructivos tradicionales poseen estructuras de hormigón armado o de muros portantes, además cuentan con cerramientos con bloques de concreto ladrillo o de piedra con enjarres. Se puede decir que lo que más define a los sistemas constructivos tradicionales es que se basan en paredes portantes, sean de ladrillos, piedras, bloques, u otros elementos más modernos como el hormigón armado. En general, usen la madera o la mampostería, pueden incluir revoques interiores, instalaciones de tuberías metálicas o plásticas, techos de placas o de tejas cerámicas sobre madera o mampostería. Se les llama sistemas de obra húmeda, porque los elementos constructivos se preparan y combinan in situ.

En otros casos, existen sistemas prefabricados diseñados y ejecutados solamente a base de muros portantes, aunque también este sistema de muros portantes también se ejecuta insitu, o sea directo en la obra y se construyen de hormigón armado. El sistema constructivo de muros portantes de hormigón armado construido insitu distribuye sus cargas de manera repartida a la cimentación, aplicando otro proceso constructivo mediante formaletas metálicas, que brindan un mejor acabado y la posibilidad de fundir la obra monolíticamente trayendo consigo beneficios en cuanto a tiempo y recursos en construcciones de viviendas en serie.

Entre los sistemas constructivos , en la actualidad se destacan: la construcción de viviendas de contenedores ya que estos tienen una reutilización con módulos , estos permiten hacer con ellos unidades de viviendas, estos módulos en este sistema constructivo se conforma juntándose lateralmente o superponiéndolos hasta formar con ellos diferentes diseño habitacionales ; la construcción de viviendas con estructura metálicas, estas facilitan la construcción en cuanto se desea terminar en tiempo; los sistemas constructivos con estructuras de madera por lo general se utilizan en pisos ,puertas y ventanas con sus marcos, este se utiliza para casa de diseño colonial, techos inclinados y recubrimientos de tejas ; el sistema constructivo modular, este tipo de construcción actual son muy populares para levantar rápidamente unidades de viviendas necesarias por ejemplo para solucionar problemas puntuales que se presentan ante desastres naturales.(<https://www.homify.com.mx>)

Conviene distinguir los sistemas constructivos modernos de los tradicionales. La elección de uno u otro dependerá del presupuesto y de las necesidades de

quien contrate. Aquí tienes una útil tabla comparativa con las principales ventajas y desventajas de los sistemas constructivos modernos y los tradicionales (Tabla 1.1).

Tabla 1.1 comparación de ventajas y desventajas de los sistemas constructivos. <https://blog.buscatuchoza.com/sistemas-constructivos-modernos/>

	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS MODERNOS
VENTAJAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tienen mayor inercia térmica y aportan más confort en términos de calor o frío. 2. Requieren menos gastos en climatización o calefacción. 3. Son más ecológicos y menos contaminantes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Requieren menos gastos en materiales y mano de obra. 2. Las obras se completan más rápido. Se construye más en menos tiempo. 3. Se puede transformar la apariencia sin cambiar la estructura básica.
DESVENTAJAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Materiales, mano de obra y métodos más costosos. 2. Pocos procesos mecanizados. Más tiempo para culminar la edificación. 3. Para cambiar la apariencia hay que cambiar la estructura. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Baja inercia térmica. Por sí mismos aportan poco confort. 2. Necesidad de climatizar o usar calefacción. 3. Gasto mayor de combustible y mayor contaminación.

1.2 Sistemas constructivos en Cuba

Cuba no cuenta con tecnología avanzada para la creación de sistemas prefabricados; sin embargo actualmente existen sistemas de prefabricación que se utilizan en Cuba, estos son exportados de otros países, empleados principalmente en el sector de la vivienda. A pesar de los inconvenientes que presentan, en Cuba resulta necesaria y factible su aplicación por la rapidez de la ejecución, que amortigua en un menor plazo la carencia que existe de viviendas, sobre todo después de los eventos naturales que han azotado al país en los últimos años. (Visitado en diciembre 2021 [gogle.com/https://eventos.uho](https://eventos.uho.gogle.com/))

En Cuba los Sistemas Constructivos se han direccionado fundamentalmente al programa de ejecución de viviendas y los más usados y conocidos son:

- Sistemas Constructivos Convencionales.
- Sistemas Constructivos Prefabricados.
- Industrialización del sitio.
- Sistemas Constructivos Mixtos.

Los Sistemas Constructivos Convencionales son aquellos en los que los cimientos, las vigas, las columnas y las losas que conforman la estructura de la

obra son fundidos en el lugar y se desarrollaron con mayor auge hasta los años 60.

Los sistemas semi-prefabricado y prefabricado son aquellos en que parte de la estructura o toda se prefabrica fundamentalmente fuera del sitio de la obra. Entre las tecnologías constructivas de estos sistemas más usados en Cuba están: Sandino, SIMPLEX, IMS, Gran Bloque con Losa Spiroll, IMS, Gran Bloque con Losa Spiroll, Gran Panel: GP IV, GP VI, .GP 70. Emigrando a PREFLEX, Bicoa Titán Stil.

La industrialización del sitio es la última tendencia mundial donde se está volviendo a sistema constructivo con fundición en el lugar para utilizar todas las ventajas de sistemas monolíticos flexibilidad en el diseño y rapidez, en este caso con el uso de medios desarrollados como grúas, bombas de hormigón y moldes pre-elaborados como son las tecnologías: Petrocasas, Mesa volante, FORSA.

Los Sistemas Mixtos son aquellos en los que para hacer la estructura de la obra se usan varios sistemas unidos. En la actualidad y para los próximos años se ha priorizado la Construcción de Viviendas, con énfasis en La Habana y Santiago de Cuba, lo que está previsto enfrentar con todo lo que tenemos y con la concepción de viviendas económicas.

La industrialización de la construcción y la explosión del uso y producción del prefabricado vinieron a dar al traste con todos los problemas originados por el desarrollo de la nación. Debido a que el prefabricado agilizaba el tiempo de la obra, disminuye los costos tanto de materiales como de los tiempos y trabajos, además de humanizar el proceso; éste se ha convertido rápidamente en una técnica muy acertada por todas las industrias, prefabricación es y será siempre la cara del futuro.

Desde el año 1962 se comenzó a estudiar en el Centro de Investigaciones Técnicas, la construcción de edificios con grandes paneles prefabricados de hormigón, según la tendencia seguida de disminuir las operaciones en las obras y aumentarlas en las fábricas, lo que podía denominarse como "Industrialización de la Construcción".

Estos técnicos, al participar en la URSS en las discusiones de los proyectos de las viviendas que construiría la planta que ese país nos obsequió después del

ciclón Flora, ampliaron sus conocimientos sobre la tecnología de producción y montaje de estos elementos.

1.3 Particularidades de las instalaciones hidrosanitarias en sistemas constructivos.

El uso e instalación de los sistemas hidrosanitarios nos ha permitido cubrir y erradicar condiciones intolerables de salubridad y gran número de muertes por epidemias causadas por las aguas grises. Por esta razón, se tomaron medidas de protección a la salud para que se adoptaran en áreas altamente densificadas. Así mismo, los incendios desastrosos en sitios de congestión llevaron a la construcción de grandes sistemas de abastecimiento para combatir el fuego y para suministrar agua potable en edificios. Este progreso trajo consigo problemas relacionados con la salud pública, la higiene personal, el diseño y construcción, materiales de plomería y técnicas avanzadas. Para solucionar estos problemas se estableció una normativa para los sistemas hidrosanitarios de los edificios. Este mencionado reglamento establecía una serie de principios con el objetivo de garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas hidrosanitarios en las edificaciones, brindando seguridad y bienestar a sus usuarios. (<https://blog.buscatuchoza.com/>)

Desde épocas primitivas el hombre llevó a niveles significativos el uso de la plomería, la historia revela una enorme diferencia entre la civilización y la barbarie. Dicha diferencia está relacionada con la instalación de sistemas de tuberías para el suministro de agua potable, sistemas de disposición sanitaria y un eficiente e innovador sistema para la disposición de aguas lluvias.

La población que mayor aporte generó a la sanidad y al desarrollo de estos sistemas fueron los antiguos romanos. Una muestra de esto son, los acueductos romanos en grandes obras de ingeniería que aún podemos ver en pie. Así mismo, podemos ver sistemas de alcantarillado subterráneos de gran extensión, baños públicos y privados, sistemas de tubería de plomo y bronce con accesorios de mármol y aditamentos de oro y plata. De esta manera, estas obras se convirtieron en una insignia de la civilización de la antigua Roma.

Durante la caída del Imperio Romano, este desarrollo sufrió un retroceso masivo debido a las invasiones y saqueos en Roma. Llegaron a existir situaciones en las que se llevaban incluso los metales de sus obras públicas. Fue a partir de este punto que se empezó a prestar muy poca atención al aseo

personal y otras necesidades domésticas sanitarias. Dentro de estas, el desuso del agua durante el siglo 14 causó la peste bubónica, matando aproximadamente 25 millones de personas.

Si venimos un poco más cerca, en el continente americano podemos ver que en Nueva York en el año 1600 se empezaron a construir casas. En primer lugar, ninguna de estas casas tenía instalaciones para suministro de agua y disposición de aguas servidas. Como causa de esto, estaba la dificultad de obtener el recurso. Por ejemplo, las personas se debían trasladar a manantiales y pozos. De igual manera se llegaba a comprar agua a vendedores ambulantes que transportaban el recurso en barriles de madera y carretas de tracción animal.

Estados Unidos estaba dedicado exclusivamente a la agricultura. Por consiguiente, el desarrollo de la plomería llegó hasta el año 1800 cuando las personas de altos recursos construyeron en su residencia instalaciones de plomería con poca eficacia. Fue después de la guerra civil norteamericana que el desarrollo de la plomería empezó a tomar camino. En el siglo 20 se empezó a ver un avance de mayor velocidad, permitiendo que se aplicarían métodos científicos a la construcción de las instalaciones de plomería. De esta manera, llegaron sistemas de inodoros de descarga por sifón y se establecieron leyes para el control sanitario.

Un sistema hidrosanitario se compone de:

- Suministro de agua potable.
- Redes de distribución.
- Sistemas de desagües
- Suministro de agua caliente.

Dependiendo la magnitud del proyecto se deben tener en cuenta:

- Redes de distribución contra incendios.
- Distribución de gas.
- Sistemas de ventilación.



Figura 1.4 Esquemas generales de sistemas hidrosanitarios en viviendas, (<https://www.homify.com.mx/visitado> en diciembre del 2021)

Los sistemas hidrosanitarios nos han permitido progresar como sociedad y humanidad. La reducción de enfermedades ha sido enorme con el uso correcto de este tipo de sistemas. La historia nos ha enseñado que estos sistemas han sido necesarios permanentemente y que cuando se ausentaron hubo lugar a situaciones desastrosas. Así mismo, en la actualidad el uso de los sistemas hidrosanitarios no es suficiente, debemos tener sistemas eficientes y sostenibles. Por tal razón, el diseño toma un papel esencial y la ingeniería se hace necesaria.

En Cuba la construcción de edificios suele llevar acompañadas sistemas hidrosanitarios que funcionan por gravedad y a presión, tanto los de abastecimiento de agua, como los de aguas residuales domésticas. Particularmente los sistemas de abastecimiento de agua son basados en la colocación de tanques en las azoteas de estos, para luego distribuir a las viviendas en los niveles inferiores (Figura 1.5)

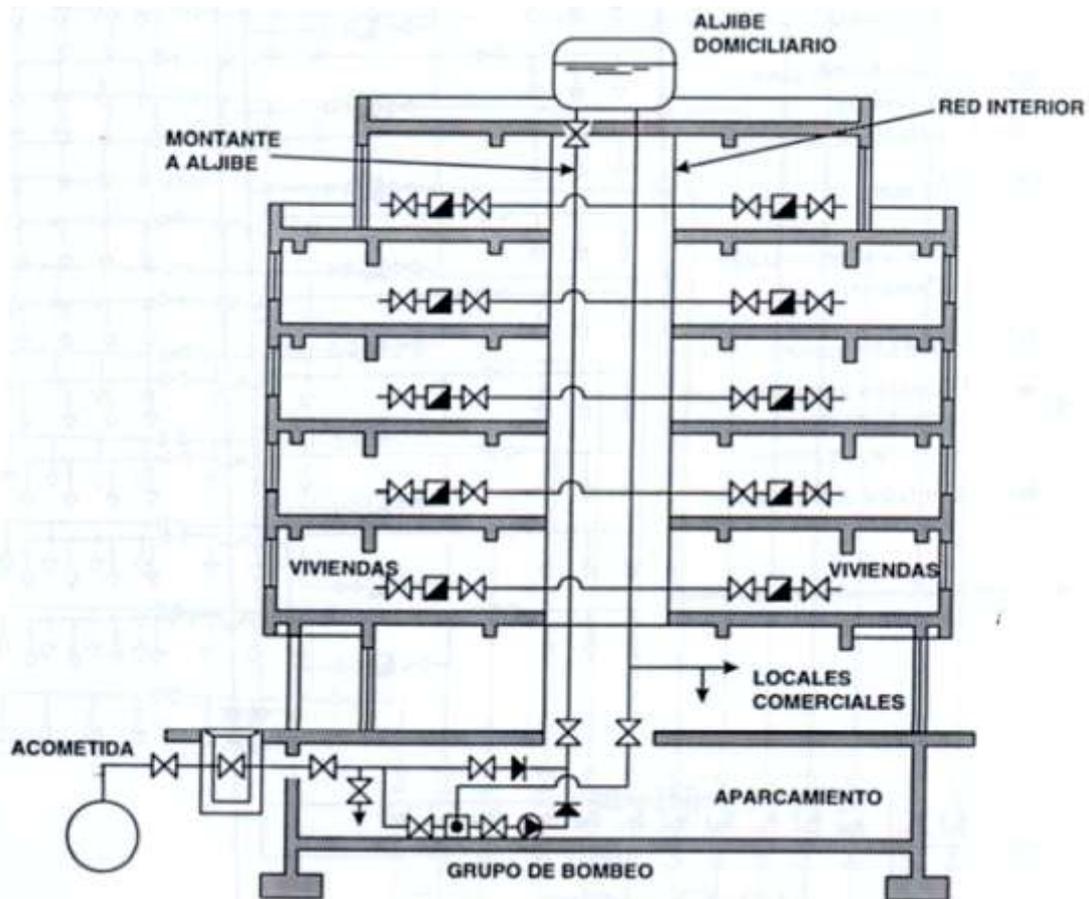


Figura 1.5 Esquema general de instalación de agua potable en edificios de uso común en Cuba. (<https://www.homify.com.mx/visitado> en diciembre del 2021)

CAPÍTULO II: Módulos o kits PARA LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS: ECOA-57

Para elaborar los módulos o kits de instalaciones hidrosanitarias, es preciso tener en cuenta dos elementos fundamentales:

- El tipo de sistema constructivo
- Las características de las instalaciones hidrosanitarias que acompañan estos sistemas constructivos, que implica el desglose de sus materiales.

A continuación se hace referencia a estos elementos por sistemas constructivos mayormente ejecutados por la empresa de Construcciones de Arquitectura No.57- ECOA-57 (Sistema GPS y FORSA).

2.1 Instalaciones hidrosanitarias para Sistemas Gran Panel Soviético

En Cuba se ha investigado, desarrollado y experimentado con diferentes sistemas constructivos prefabricados mediante grandes paneles, en su mayoría propiamente cubanos. Algunas de sus variantes son:

- Sistema Gran Panel IV original
- Sistema Gran Panel IV Matanzas de la EMPAI
- Sistema Gran Panel VI de la DCH
- Sistema Gran Panel VI M de la DCH
- Sistema Gran Panel VI-2 DCH
- Sistema Gran Panel 70
- Sistema Gran Panel Polaco
- Sistema Gran Panel Soviético
- Sistema Gran Panel Holguín
- Sistema Gran Panel VI- Módulos biplantas EMPAI
- Otros

En la ciudad de Santiago de Cuba existen varios centros urbanos y repartos construidos con este sistema (más de 866 edificios) que ha demostrado cumplir con las especificaciones establecidas para zonas de peligro sísmico elevado, pero que han sufrido modificaciones estructurales importantes realizadas por los habitantes en aras de lograr mayor confort en sus viviendas.(Figura 2.1).



Figura 2.1. Edificio Gran panel soviético en el Reparto Abel Santamaría, de Santiago de Cuba.
Fuente: Autora, 2021

Elementos principales componentes de estos sistemas y sus características técnicas:

- **Cimiento**, se realiza de forma corrida y hormigonada en el lugar, sobre esta se colocan paneles zócalos que le aportan gran rigidez a la estructura y le permiten cimentar a diferentes profundidades.
- **Muros de carga y losa de varios espesores**
 1. Los muros de carga interiores oscilan entre 10 y 12cm
 2. Los muros de carga exteriores oscilan entre 10 y 30cm
 3. Las losas de entrepiso y cubierta oscilan entre 9 y 12cm
- **Tímpanos.**

Son muros de carga interiores y exteriores que oscilan entre 10 y 30cm
- **Losas y ramas de escaleras, descansos**
- **Paneles divisorios**, pueden ser de hormigón armado, ladrillos, bloques ligeros, tabiques ligeros de materiales especiales, etc.
- **Cabinas sanitarias**

Elementos fundamentales del sistema

- Paneles estructurales.
- Paneles sanitarios.
- Paneles de cierre.
- Paneles interiores no portantes o tabiques.
- Losa para planta baja estructural.
- Losa de entre piso.

- Losa de cubierta.
- Losa de escalera.
- Ramas de escalera
- Cabina sanitaria

Características técnicas.

- El sistema está concebido a partir de una red simple con módulo (M) de 10x10cm en planta y crecimientos de 12 en 12 m transversalmente.
- Los paneles portantes transversales y rigidizadores son de 2,40; 3,60 y 4,80m de largo, por lo que responden a igual modulación que las losas. Su espesor es 0,15m y su altura de 2,49m, llevando incorporados los pernos de reglaje y nivelación que a la vez se utilizan para su izaje.
- Se consideran paneles portantes los dispuestos transversalmente, rigidizados con los longitudinales.
- Las cargas horizontales la soportan los paneles transversales y en el sentido longitudinal los dispuestos en esa dirección.
- Todos los paneles cubren la pared completa de un local o habitación.
- Las cargas características de uso se concibieron de 15 MPa
- Queda definido el puntal de los entrepisos del NPT a NPT como de 2.70m. Está concebido para zonas sísmicas, por tanto las uniones de sus elementos son de forma dentada, vertical y con barras salientes, que con la incorporación de barras de engarce producen los empalmes soldados que se requieran.
- Los paneles portantes transversales que se colocan en las fachadas laterales, que se ubican en las culatas de los edificios y las zonas de entrantes y salientes de fachada, denominados piñones, son de 0,18m (macizos) y 0,25m (aligerados) de espesor.
- Los restantes paneles interiores son de 0,15m de grueso, diferentes anchos modulares, y pueden tener incorporados o no, vanos para puertas y ventanas.
- Los cierres exteriores se concibieron en forma de parapetos (paneles de antepecho), paneles de fachadas con huecos para la fenestración y paneles para pretil. En todos los casos el espesor es de 0,15m y su función no es estructural.

- Las losas de entpiso y cubiertas empleadas de las luces 2.40, 3.60 y 4.80, tienen un ancho modular de 1,20 y 2,40m y son aligeradas de 0,18m de espesor, aunque se ha previsto el uso de una losa maciza para ser empleada en aquellos lugares donde no existan condiciones para producir las primeras.
- El régimen de trabajo estructural de las losas es el de un simple apoyo por su lado más corto en los paneles transversales de carga o portantes, resultando así flexadas solo en una dirección. Este apoyo se verifica a través de dientes coincidentes con los nervios entre huecos de la losa.
- El diseño de la junta longitudinal entre losas contiguas posibilita la transmisión de esfuerzos y deformaciones entre sí, dando lugar a que el entpiso se comporte como un disco horizontal rígido en su plano. Ello garantiza el régimen bajo acciones horizontales. Para lograr estos los bordes longitudinales de las losas también se hallan provistos de dientes conocidos como "llaves de cortante" y la junta se arma y rellena con mortero de cemento y arena.
- Para la cimentación se emplean: apoyos aislados, cimientos corridos y cimientos tipo balsa, todos ellos hormigonados en obra, y que dan respuesta a las distintas tipologías de estrato resistente.
- Sobre los cimientos se colocan vigas prefabricadas de hormigón armado de 25cm de acho con 0,90-1,20-1,50m de peralto. Siempre se usan vigas prefabricadas de H.A, estos llevan pernos para nivelación y reglaje de primer nivel, estos llevan pernos para nivelación y reglaje de primer nivel.
- Por las formas de cimentaciones anteriormente explicadas las posibilidades de adecuación del GP-70 al relieve del suelo y de proveer planta baja libre son limitadas, como ocurre con casi todos los sistemas de muros portantes. El sistema requiere del uso de losa en planta baja.

Como elemento suplementario de proyectos del sistema se encuentra la cabina sanitaria de 2.88*1.21 m y una altura de 2.49 m.

- Los tabiques divisorios no estructural son de 6cm. de espesor
- Todos los paneles exteriores pueden tener incorporada terminación integral de diversos tipos.

El sistema emplea cabina sanitaria

Juntas

Las conexiones o uniones entre elementos se solucionan con juntas húmedas. En el caso de las juntas verticales entre paneles interiores la solución es a base de ganchos salientes de los paneles, aros o cercos y barras pasantes, que unifican el trabajo de estos y brindan la necesaria continuidad estructural.

Las juntas verticales exteriores son juntas no rellenas cerradas y reventiladas, siendo el elemento de cierre una lámina metálica.

Las uniones exteriores horizontales se encuentran dentro de la tipología de las juntas no rellenas abiertas, en la que la estanqueidad se logra a través de un escalón hidráulico y la adecuada configuración.

Ventajas del Sistema Constructivo Gran Panel Soviético

- Uso repetido de los moldes. En la planta son generalmente metálicos y su vida útil es prolongada. Posibilidad de producir en masas mediante la normalización y tipificación. Economía parcial o total de madera. En la obra la utilización de elementos prefabricados elimina el empleo de madera para cofres en cerramiento, viga, columnas y escaleras; solamente se encofraran las juntas entre paneles y entre losas, que son de sección relativamente estrecha, en estos casos la madera puede tener un mayor número de usos.
- Reducción del tiempo de trabajo. El montaje de la estructura puede ser continuo, no es necesario el tiempo de espera para que el hormigón alcance determinada resistencia, pues las juntas son secas, por soldadura. Reducción del consumo de cemento y hormigón en obra, dado el uso del fabricado no es necesario el revestimiento de los muros, salvo los levantados por albañilería. Disminuye el uso de falsas obras, el prefabricado elimina la necesidad de revestimiento exterior
- Permite obtener una organización del trabajo de tipo industrial (cadena de producción) La producción mecanizada le brinda al obrero la posibilidad de trabajar en condiciones más racionales. El trabajo en planta es más especializado, existe mejor control de las condiciones de los materiales por ejemplo la humedad de los áridos, granulometría, etc. Se puede lograr un aumento de la producción y calidad de los elementos. El control de la calidad se apoya en el uso más cercano del laboratorio y los medios de medición

- Mejora la calificación de la mano de obra

Desventajas del Sistema Constructivo Gran Panel Soviético

Generalmente requiere plantas de producción cuya inversión inicial es muy elevada y con un periodo de amortización muy largo. Gasto de acero excesivo. Los paneles generalmente se producen en bancadas, necesitan acero adicional para el movimiento de despeque y para alcanzar la posición vertical. Requiere del uso de costos de equipos de izaje. En la producción se necesita de superficies horizontales para su uso de implantación, por lo que requiere habitualmente de trabajos de movimientos de tierras. No tiene comunicación horizontal, ni pases de trabajos, esto provoca que los valores de construcción deban ejecutarse siempre de forma vertical, se necesitan más de un medio de transporte vertical para los materiales (cabrestante). No tiene escaleras de acceso a la azotea necesaria para los trabajos en la cubierta y para el mantenimiento posterior.

Tabla 5. GP15 4 Niveles 3H-2H- Instalación Sanitaria Nivel ± 0.00 (1 Apartamento)

ACCESORIOS	DIÁMETRO	MATERIAL	CANTIDAD
Tubería sanitaria	4"	PVC	6m
Tubería sanitaria	3"	PVC	2m
Tubería sanitaria	2"	PVC	3m
Codo de 90° reventilación trasera	4"	PVC	1 u
Codo de 90°	4"	PVC	2 u
Codo de 90°	3"	PVC	2 u
Codo de 90°	2"	PVC	8 u
Codo de 45°	4"	PVC	2 u
Codo de 45°	3"	PVC	1 u
Codo de 45°	2"	PVC	4 u
YEE pareja	4"	PVC	2 u
YEE pareja	3"	PVC	1 u
YEE reducida	4"x3"	PVC	1 u
YEE reducida	4"x2"	PVC	2 u
YEE reducida	3"x2"	PVC	1 u
Caldereta sifónica extensible, salida vertical rejilla	3"	PP	2 u
Caldereta sifónica extensible, salida vertical rejilla	2"	PP	1 u
Adaptador de limpieza con tapa roscable	3"	PP	1 u
Sifa plástica para lavabo	1¼"	T. Cromo	1 u
Adaptador para sifa de lavabo	1¼"x2"	PVC	1 u
Válvula de desagüe para lavabo	1¼"	PVC	1 u
Sifa plástica para fregadero	1½"	PVC	1 u
Adaptador para sifa de fregadero	1½" x2"	PVC	1 u
Válvula de desagüe para fregadero	1½"	PVC	1 u
Válvula de desagüe para lavadero	1½"	PVC	1 u
Reducidos	4"x3"	PVC	1 u
Manguito de acoplamiento	4"	PVC	5 u
Manguito de acoplamiento	3"	PVC	2 u
Manguito de acoplamiento	2"	PVC	3 u
Instalación hidráulica nivel ± 0.00			
Accesorios	Diámetro	Material	Cantidad
Tubería hidráulica	¾"	PVC	2m
Tubería hidráulica	½"	PVC	10m

Tubería hidráulica	1/2"	CPVC	5m
Codo de 90°	3/4"	PVC	2 u
Codo de 90°	1/2"	PVC	8 u
Codo de 90°	1/2"	CPVC	5 u
Codo de 90° rosca hembra (pared)	1/2"	PVC	6 u
Codo de 90° rosca hembra (pared)	1/2"	CPVC	2 u
Codo de 45°	1/2"	CPVC	1 u
TEE reducida	3/4" x 1/2"	PVC	2 u
TEE pareja	3/4"	PVC	1 u
TEE pareja	1/2"	CPVC	1 u
Reducidos	3/4" x 1/2"	PVC	2 u
Unión universal	3/4"	PVC	1 u
Unión universal	1/2"	CPVC	1 u
Manguito de acoplamiento	3/4"	PVC	2 u
Manguito de acoplamiento	1/2"	PVC	9 u
Manguito de acoplamiento	1/2"	CPVC	5 u
Adaptador rosca hembra para tomas	1/2"	PVC	6 u
Adaptador rosca hembra para tomas	1/2"	CPVC	2 u
Válvula de bola cuerpo	3/4"	Bronce	1 u
Válvula de bola cuerpo	1/2"	Bronce	1 u
Grifo sencillo para lavabo	1/2"	Metálico	1 u
Llave de ángulo para lavabo rosca macho	1/2"	Plástico	1 u
Latiguillo para lavabo	1/2" x 1/2"	Metálico	1 u
Llave de ángulo para inodoro rosca macho	1/2"	Plástico	1 u
Latiguillo para inodoro	1/2" x 7/8"	Metálico	1 u
Grifo sencillo para lava cabeza	1/2"	Plástico	1 u
Llave sencilla para vertedero	1/2"	Bronce	1 u
Llave sencilla para lavadero	1/2"	Bronce	1 u
Mezclador expuesto para fregadero	1/2"	Latón crom.	1 u
Mezcladora expuesta para ducha	1/2"	Latón crom.	1 u
Cemento solvente para encolar tuberías hidráulicas que conducen agua caliente en envase de 1/4 de galón.	-----	-----	1 u
Limpiador para tuberías hidráulicas que conducen agua caliente en envase de 1/4 de galón.	-----	-----	2 u
Cemento solvente para encolar tuberías sanitarias que conducen ata en envase de 1/4 de galón.	-----	-----	1 u

Instalación Sanitaria Interior:

Esta red sanitaria es la encargada de darle solución a los residuales que se generan en los diferentes niveles de la edificación, para ellos se diseñaron ramales por niveles, encargados de recoger todas las derivaciones sanitarias de los diferentes equipos a ubicar. Las pendientes a utilizar en los niveles superiores serán del 1%, evitando con esto rellenos excesivos en el área de los

servicios sanitarios, en el primer nivel la pendiente será de 2. Las descargas de los lavaderos serán libres a los vertederos con tubería de 2”

Todos estos ramales se conectarán al bajante sanitario común, para llevar los residuales hacia el exterior. Este bajante será de 4” por la cantidad de unidades a descargar en él.

Se ubicarán registros cabeceras en todos los niveles para facilitar la limpieza en caso de obstrucción, esto será de obligatorio cumplimiento. Se recomienda que los registros cabeceros sean rosca hembra o a presión, quedando la tapa a nivel de piso terminado.

Las tuberías a utilizar serán de Policloruro de Vinilo (PVC) para encolar en todo su recorrido

Instalación Hidráulica Interior:

Todo el sistema será por gravedad desde el tanque a ubicar en la cubierta sobre una base de bloque de 1,0 metro de altura, este tendrá una capacidad (1900 litros) y la ubicación está en correspondencia de la capacidad resistente de la estructura, recomendada por el ingeniero estructural. Tanto la bajada como la subida hidráulica al tanque serán expuestas. Se ubicarán válvulas para el control general del flujo, igualmente contará con flotante en el interior del tanque

En cada nivel se realizará el by-pass a 0,80m del N.P.T. el cual tendrá el diámetro correspondiente de 38 y 25mm, estos estarán acompañados de válvula de regulación y control del flujo en cada apartamento y su altura será de 0,60m sobre el N.P.T.

Las redes hidráulicas en la cubierta serán con tuberías de hierro Galvanizado, al entrar al interior de la edificación serán con tubería de Policloruro de Vinilo (PVC) colocándole adaptadores hembras para la unión con la tubería galvanizada.

Los diámetros en la cubierta del edificio serán 38 y 25mm. Las tuberías de hierro galvanizado irán elevadas sobre una base de hormigón con una altura de 0,20m sobre cubierta, se le aplicará 3 manos de pintura anticorrosiva, mientras que a las tuberías plásticas se le aplicará pintura en su exterior en base a latex preferiblemente blanca.

En el interior del edificio en los niveles superiores la instalación irá por el relleno llegando a los puntos de subida y quedando embebida en las paredes, las

cuales serán de hormigón. Todas las tomas serán de media pulgada. Las válvulas en las tomas de cada mueble serán metálicas y se suministrarán adaptadores para su unión con las tuberías, estas tuberías serán para encolar Schedule 40.

A este edificio se le colocará una red de agua caliente, la cual partirá de los calentadores solares a ubicar en la cubierta, desde estos saldrá una instalación con tubería galvanizada de 25mm. El agua caliente solo se les suministrará a las duchas y a los fregaderos. La tubería a emplear para la conducción del agua caliente será Policloruro de Vinilo Clorado (CPVC), estas deben ser protegidas con aislantes en los lugares que queden expuesta evitando con esto pérdidas de calor.

Tabla 4. Instalación Sanitaria Nivel ± 0.00 : GPS 15.2020

ACCESORIOS	DIÁMETRO	MATERIAL	CANTIDAD
Tubería sanitaria	4"	PVC	6m
Tubería sanitaria	3"	PVC	2m
Tubería sanitaria	2"	PVC	3m
Codo de 90° reventilación trasera	4"	PVC	1 u
Codo de 90°	4"	PVC	2 u
Codo de 90°	3"	PVC	2 u
Codo de 90°	2"	PVC	8 u
Codo de 45°	4"	PVC	2 u
Codo de 45°	3"	PVC	1 u
Codo de 45°	2"	PVC	4 u
YEE pareja	4"	PVC	2 u
YEE pareja	3"	PVC	1 u
YEE reducida	4"x3"	PVC	1 u
YEE reducida	4"x2"	PVC	2 u
YEE reducida	3"x2"	PVC	1 u
Caldereta sifónica extensible, salida vertical Rejilla	3"	PP	2 u
Caldereta sifónica extensible, salida vertical Rejilla	2"	PP	1 u
Adaptador de limpieza con tapa roscable	3"	PP	1 u
Sifa plástica para lavabo	1¼"	T. Cromo	1 u
Adaptador para sifa de lavabo	1¼"x2"	PVC	1 u
Válvula de desagüe para lavabo	1¼"	PVC	1 u
Sifa plástica para fregadero	1½"	PVC	1 u
Adaptador para sifa de fregadero	1½" x2"	PVC	1 u
Válvula de desagüe para fregadero	1½"	PVC	1 u
Válvula de desagüe para lavadero	1½"	PVC	1 u
Reducidos	4"x3"	PVC	1 u
Manguito de acoplamiento	4"	PVC	5 u
Manguito de acoplamiento	3"	PVC	2 u
Manguito de acoplamiento	2"	PVC	3 u
INSTALACIÓN HIDRÁULICA NIVEL ± 0.00			
ACCESORIOS	Diámetro	Material	Cantidad
Tubería hidráulica	¾"	PVC	2m
Tubería hidráulica	½"	PVC	10m
Tubería hidráulica	½"	CPVC	5m
CODO DE 90°	¾"	PVC	2 u
CODO DE 90°	½"	PVC	8 u

CODO DE 90°	1/2"	CPVC	5 u
CODO DE 90° ROSCA HEMBRA (PARED)	1/2"	PVC	6 u
CODO DE 90° ROSCA HEMBRA (PARED)	1/2"	CPVC	2 u
CODO DE 45°	1/2"	CPVC	1 u
TEE REDUCIDA	3/4" X 1/2"	PVC	2 u
TEE PAREJA	3/4"	PVC	1 u
TEE PAREJA	1/2"	PVC	2 u
TEE PAREJA	1/2"	CPVC	1 u
REDUCIDOS	3/4" X 1/2"	PVC	2 u
UNIÓN UNIVERSAL	3/4"	PVC	1 u
UNIÓN UNIVERSAL	1/2"	CPVC	1 u
MANGUITO DE ACOPLAMIENTO	3/4"	PVC	2 u
Manguito de acoplamiento	1/2"	PVC	9 u
Manguito de acoplamiento	1/2"	CPVC	5 u
Adaptador rosca hembra para tomas	1/2"	PVC	6 u
Adaptador rosca hembra para tomas	1/2"	CPVC	2 u
Válvula de bola cuerpo	3/4"	Bronce	1 u
Válvula de bola cuerpo	1/2"	Bronce	1 u
Grifo sencillo para lavabo	1/2"	Metálico	1 u
Llave de ángulo para lavabo rosca macho	1/2"	Plástico	1 u
Latiguillo para lavabo	1/2" X 1/2"	Metálico	1 u
Llave de ángulo para inodoro rosca Macho	1/2"	Plástico	1 u
Latiguillo para inodoro	1/2" X 7/8"	Metálico	1 u
Grifo sencillo para lava cabeza	1/2"	Plástico	1 u
Llave sencilla para vertedero	1/2"	Bronce	1 u
Llave sencilla para lavadero	1/2"	Bronce	1 u
Mezclador expuesto para fregadero	1/2"	Latón crom.	1 u
Mezcladora expuesta para ducha	1/2"	Latón crom.	1 u
Cemento solvente para encolar tuberías Hidráulicas que conducen agua caliente en envase de 1/4 de galón.	-----	-----	1 u
Limpiador para tuberías hidráulicas que conducen agua caliente en envase de 1/4 de galón.	-----	-----	2 u
Cemento solvente para encolar tuberías sanitarias que conducen ata en envase de 1/4 de galón.	-----	-----	1 u
Limpiador para tuberías sanitarias que conducen ata en envase de 1/4 de galón.	-----	-----	2 u
Cemento solvente para encolar tuberías hidráulicas que conducen ata en envase de 1/4 de galón.	-----	-----	1 u
Limpiador para tuberías hidráulicas que conducen ata en envase de 1/4 de galón	-----	-----	2 u
LIMPIADOR PARA TUBERÍAS SANITARIAS QUE CONDUCEN ATA EN ENVASE DE 1/4 DE GALÓN.	-----	-----	2 U

CEMENTO SOLVENTE PARA ENCOLAR TUBERÍAS HIDRÁULICAS QUE CONDUCE EN ENVASE DE ¼ DE GALÓN.	-----	-----	1 u
LIMPIADOR PARA TUBERÍAS HIDRÁULICAS QUE CONDUCE EN ENVASE DE ¼ DE GALÓN.	-----	-----	2 u

Obra: GP15 4 Niveles 3H-2H, Objeto de Obra: Tipo 3

Código: 14-106

Instalación Sanitaria:

Esta instalación será la encargada de evacuar hacia el exterior los residuales que se generan en el objeto, para ello se diseñó un ramal por niveles de diámetro 4", encargado de recoger todas las derivaciones de los diferentes niveles; estos ramales se conectarán a los bajantes indicados de diámetro 4". Las instalaciones en los niveles superiores irán por el relleno a realizar en el baño y bajo la meseta del fregadero para poder ubicar el bajante en el área del patio, la pendiente a utilizar en los niveles superiores será del 1", el registro cabecero para la limpieza en caso de obstrucción estará bajo la meseta y será de 3". Las calderetas ubicadas en los niveles superiores serán salidas horizontales. El tragante de piso ubicado en el área del patio en los niveles superiores tendrá un diámetro de 2" debido al poco relleno existente. La unión del ramal del patio con el bajante y la del baño con dicho bajante será mediante un tee sanitaria pareja de 4".

La instalación en el primer nivel irá ubicada por debajo de la balsa, ver detalle en plano instalación sanitaria. El área que abarca toda la instalación no será fundida ni pasará acero, quedando en tierra, así evitamos la ruptura de los aceros y la losa en caso de cambio de instalación, todas las tomas así como en hueco a dejar en la balsa se ofrecen en plano; antes de fundir la balsa se deben ubicar los codos del bajante sanitario, las salidas del vertedero y del tragante de piso. La pendiente a utilizar en el 0.00 será del 2%, se ubicó registro cabecera el cual será de estricto cumplimiento su ubicación. Las calderetas sifonadas a ubicar en este nivel serán salidas verticales del diámetro especificado por proyecto.

Según la norma 53-146 que fue la que se utilizó, con las pendientes señaladas que son entre 1%-2% se garantiza el arrastre de los sólidos en los ramales.

Estas viviendas son privadas por tanto se escogió en la norma 53-146 en la tabla número 1, la primera columna de unidades de descarga, en cada nivel

hay 26 unidades de descarga, entonces por cada bajante habrá 104 unidades de descargas totales.

La ventilación que se realizó fue primaria que consiste en una tubería paralela al bajante sanitario, esta se conectará al bajante mediante yee reducidas de 4"x3" (ver detalle en plano sanitario), esta ventilación tendrá un diámetro de 3" en todo su recorrido.

El lavadero ubicado al lado de vertedero descargará libre hacia el mueble antes mencionado, el material de toda la instalación sanitaria será de Policloruro de Vinilo (PVC).

A todos los ramales horizontales se les debe realizar la prueba de estanqueidad según la norma vigente y dejar que el cemento solvente para encolar las tuberías fragüe para lograr una mejor unión entre piezas y tuberías.

En el objeto existirá un bajante pluvial el cual recogerá un área de **66.79 m²**, para ello el diámetro de la tubería será 4", para evitar entrada de objetos al bajante se colocará una caldereta no sifonada del mismo diámetro del bajante. Esta instalación estará ubicada por el área del patio hasta salir al exterior.

Instalación Hidráulica:

Esta instalación comenzará con la ubicación de la acometida la cual será de 1", el objeto tendrá 1 de esta y un medidor de consumo. Esta instalación será de Hierro Galvanizado hasta llegar al tanque y una tendrá una llave de paso para el control del flujo. Dentro del tanque se colocará una válvula con varilla y flotador para el control del nivel en su interior.

El tanque a ubicar en la cubierta será de 500 galones de Asbesto Cemento. Este estará ubicado en una base de 1.00 metro del nivel de cubierta.

Desde el tanque ubicado en la cubierta bajará 1 tuberías de diámetro 1½" encargada de suministrar el líquido a cada apartamento.

Al mismo tiempo esta bajada alimentará a los calentadores solares ubicados en este mismo lugar, esta cambiará el material al entrar al edificio por Policloruro de Vinilo y estará ubicada en el área del patio en donde se instalará el by-pass con su llave de paso (ver detalle en plano). Toda la instalación en todos los niveles se moverá por relleno de piso.

Sistema de agua caliente:

Esta instalación comenzará a la salida del calentador siendo de Hierro Galvanizado en la cubierta y cambiará el material por Policloruro de Vinilo

Clorado (CPVC) al entrar al edificio, para ello se suministraron adaptadores. Para el control del flujo se ubicaron llaves de paso en un by-pass a realizar en el área del patio al lado de la instalación de agua a temperatura ambiente (ver detalle en plano). Esta instalación se protegerá con aislante térmico tubular de espuma elastomérica. Esta agua solo llegará a las duchas y fregaderos, en ambos se colocará mezcladores expuestos.

2.2 Instalaciones hidrosanitarias para Sistema Forsa

La tecnología constructiva FORSA fue elaborada por una empresa colombiana Formaletas S. A. Esta empresa ha diseñado esta tecnología para la producción masiva de viviendas en concreto. Cuenta con gran resistencia al pandeo, y garantiza un correcto acabado. Su concepción permite hormigonar todos los elementos estructurales de un mismo nivel simultáneamente, como los muros interiores, exteriores y la losa, garantizando un alto grado de monolitismo y proporcionando un adecuado comportamiento sismorresistente.

El molde está integrado por paneles estándares métricos constituidos a partir de una aleación de aluminio con perfiles extrusados y machihembrados de gran resistencia que poseen una elevada durabilidad y dan la posibilidad de armarse en diferentes configuraciones de acuerdo a las especificaciones arquitectónicas de cada proyecto, puntales que tienen la posibilidad de regular su altura, elementos de sujeción entre las formaletas como los pasadores y las corbatas, perfiles conectores muro-losa, etc.

Esta tecnología permite la ejecución de edificaciones cuya estructura portante son muros de hormigón armado que garantizan la resistencia a cargas verticales y horizontales y en el caso de que estos muros tengan vanos estos quedan bien definidos. El sistema de encofrados de aluminio es considerado actualmente como el más versátil del mercado.

Su implementación en el territorio se llevó a cabo a partir del año 2012 tras el paso del huracán Sandy por las provincias orientales. En la provincia Santiago de Cuba existen dos variantes con la misma tecnología constructiva, pero con ciertas particularidades. El sistema FORSA es muy simple en su uso y con muy pocos accesorios, provee un seguro comportamiento.

En la variante venezolana el edificio alcanza hasta los cinco niveles estructurales, con muros de espesor de 15 cm y losas de 12 y 15 cm, según el local. Con un total de 34 apartamentos por edificio. Inicialmente el edificio

estaba diseñado para llegar a 20 niveles, pero para alcanzar esta altura deberían tener elevadores y un sistema hidráulico y sanitario controlado por válvulas por las altas presiones, lo que encarecería el proyecto.

En la variante ecuatoriana el edificio está compuesto igualmente por cinco niveles estructurales, pero con muros de espesor de 10 cm, y también se mantienen las losas de 12 y 15 cm, según el local. Con un total de 20 apartamentos por edificio. El área de cada apartamento es reducida, con un área total concentrada.

Particularidades de la tecnología constructiva FORSA

✓ Características y tipo de planta arquitectónica y expresión volumétrica

Esta ofrece marcadas regularidades que posibilitan una identificación inmediata del sistema. En el orden en que se presenta la expresión volumétrica puede ser un indicador para identificar la tecnología, al observar un edificio y presenciar sus dimensiones y el tamaño de sus elementos. En este caso serían indicadores, la forma de torre de poca altura de sus edificaciones, la ausencia de columnas en estas variantes de edificios implementadas, entre otros aspectos. (Figura 2.2)



Figura 2.2. Características y tipo de planta del sistema FORSA.2017 (Folleto de ingeniería civil 2019)

El sistema constructivo FORSA les ofrece a las empresas de la construcción un sistema industrializado a base de encofrados altamente versátil y adaptable, que permite desarrollar proyectos minimizando tiempos y costos de obra. Este sistema es muy simple en su uso ya que hay menos piezas que ensamblar y acarrear y con muy pocos accesorios, por lo que no requiere mano de obra especializada. Los obreros necesarios para la obra se pueden capacitar en muy poco tiempo.

La construcción en concreto usando el sistema FORSA es capaz de lograr avances ordenados, progresivos, rápidos y con calidad. Además, utilizando este sistema se logra industrializar el proceso de construcción, permite realizar de una forma más fácil el control de la obra y se logra aumentar la productividad sin que se requiera de mano de obra especializada.

De la misma manera, la cantidad de niveles puede ser un indicativo inmediato en la identificación de un edificio construido con tecnología FORSA. En Santiago de Cuba, los edificios construidos inicialmente con esta tecnología constructiva cuentan con cinco (5) niveles estructurales; pero actualmente de forma experimental se han construido de dos (2) y tres (3) niveles, tal y como se muestran a continuación (Figura 2):



Figura 2.3 Diferentes niveles estructurales en edificios con tecnología FORSA en Santiago de Cuba (Folleto de ingeniería civil 2019).

En este sistema constructivo se utiliza un encofrado a base de paneles de aluminio llamado formaletas. Estos paneles son de disímiles tamaños y formas que son conectados entre sí para conformar el encofrado del muro o la losa según el caso (ver figura 3). La calidad y la resistencia de los materiales

usados para construir las formaletas hacen que este encofrado sea muy resistente y liviano, permitiendo una larga vida útil de más de 1000 usos y la posibilidad de operarlo y transportarlo manualmente sin ningún equipo.

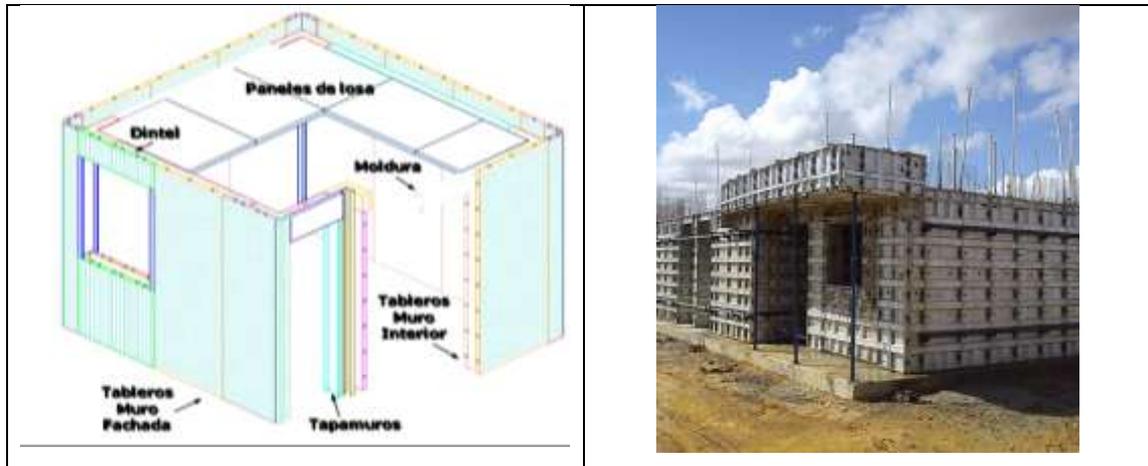


Figura 2.4. Principales componentes del sistema de encofrado. (Espiña, 2008).

En el sistema tradicional los muros de bloques se repellan (revocan) y después se les aplica pasta para dar la terminación final. Cuando se usa concreto, la pasta (no más de 3mm de espesor) se aplica directamente sobre la superficie incluso puede dejarse aparente y posteriormente aplicar la pintura.

Sistema de Muros

La amplia variedad de dimensiones de los paneles estándar, genera mayor adaptabilidad para ser aplicados en distintos tipos de proyectos. Estas dimensiones varían desde 7 hasta 60 cm de ancho y alturas de 210, 240 y 270 cm. Con este sistema de paneles se pueden lograr muros de cualquier longitud y espesor. (Trabajando con el Sistema FORSA, 2009).

Unión Muro Losa

Al unir los paneles de muro y losa entre sí y conformar un sistema monolítico podemos lograr disímiles uniones entre estos elementos. El estudio de qué tipo de unión utilizar permitirá obtener el diseño más racional (Trabajando con el Sistema FORSA, 2009).

Sistema de Losas

Una vez terminado el armado de los paneles de muro y su ensamble con la unión muro losa, se instalan los paneles de losa para conformar completamente el sistema monolítico FORSA. Producto de que todos los muros son portantes se logran menores luces con menores solicitaciones y un mejor diseño de la losa

(Trabajando con el Sistema FORSA, 2009)

Ventajas del sistema FORSA.

- ✓ Absoluto monolitismo entre losas, muros y fachadas.
- ✓ Mayor rigidez de la estructura.
- ✓ Total empotramiento de elementos estructurales y no estructurales.
- ✓ Disminución de juntas frías entre los elementos del sistema.
- ✓ Menor espesor de muros y losas.
- ✓ Menores costos de Gastos Generales al disminuir el tiempo de construcción.
- ✓ Menores costos Financieros al disminuir el tiempo de entrega de los proyectos.

Desventajas

- ✓ Operarios no calificado
- ✓ Lentitud en el proceso
- ✓ Consumo excesivo de materiales

1.5.1 Forsa Colombiano

Objeto de Obra: Edificio 3 Niveles, 3 Apartamentos Variante 2

Actividad: Hidrosanitarias

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA.

El sistema de distribución comenzará con el llenado del tanque ubicado en cubierta (500 galones) mediante una tubería de 1", Hierro Galvanizado, en esta se ubicará una llave de paso para el control del llenado, esta tubería subirá por el punto señalado en el plano, ya en la cubierta se desplazará sobre esta hasta llegar al tanque en donde se colocó una válvula con varilla y flotador para su control y evitar que el tanque se desborde.

Desde el tanque se suministrará el líquido a los diferentes niveles y al calentador a ubicar en este punto, el diámetro de la tubería que saldrá del tanque será de 1½" Hierro Galvanizado, la tubería que abastecerá el calentador será de ¾".

Estas 2 bajadas cambiarán el material al entrar al edificio, para ello se suministrarán adaptadores del diámetro de cada bajada.

Las redes sanitarias serán de PVC sanitario con uniones por fusión química con cemento solvente, las mismas irán soterradas, empotradas y adosadas,

según corresponda, con diámetros de $\varnothing 100$ mm (4"), $\varnothing 75$ mm (3") y $\varnothing 50$ mm (2").

En la planta baja se dejaron huecos en la balsa donde quedarán las instalaciones sanitarias de los baños y el patio de servicio, se ubicaron colectores de $\varnothing 100$ mm (4") en todos los niveles, el bajante fecal y descarga sanitaria de los niveles superiores bajarán a la planta baja y se conectarán a los colectores de ese nivel para salir al exterior del edificio, considerando que irán por debajo de la viga de cimentación, en estos puntos se colocará un codo de 90° del diámetro indicado y un tramo de tubería vertical, esto se realizará antes de la fundición de la balsa y saldrán al exterior a conectarse con la red de alcantarillado y drenaje, según corresponda.

Para la limpieza se ubicaron registros cabeceras de $\varnothing 100$ mm (4"), se ensamblarán con un codo de 90° y una tapa roscable de registro de limpieza.

En tragantes de piso, duchas y vertederos se colocarán sumideros sifónicos, salidas horizontales en los niveles superiores de $\varnothing 50$ mm (2") y verticales en planta baja de $\varnothing 75$ mm (3") de diámetro.

El bajante fecal subirá hasta la cubierta como ventilación, además se colocará una ventilación secundaria de $\varnothing 75$ mm (3") de diámetro conectada al bajante.

Las redes sanitarias serán de PVC sanitario con uniones por fusión química con cemento solvente, las mismas irán soterradas, empotradas y adosadas, según corresponda, con diámetros de $\varnothing 100$ mm (4"), $\varnothing 75$ mm (3") y $\varnothing 50$ mm (2").

En la planta baja se dejaron huecos en la balsa donde quedarán las instalaciones sanitarias de los baños, se ubicaron colectores de $\varnothing 100$ mm (4") en todos los niveles, los bajantes fecales y descargas sanitarias de los niveles superiores bajarán planta baja, en estos puntos se colocará un codo de 90° del diámetro indicado y un tramo de tubería vertical, esto se realizará antes de la fundición de la balsa, los bajantes saldrán al exterior a conectarse con la red de alcantarillado y drenaje, según corresponda.

Para la limpieza se ubicaron registros cabeceras de $\varnothing 100$ mm (4"), se ensamblarán con un codo de 90° y una tapa roscable de registro de limpieza, para dar los niveles de invertida en planta baja, se consideró que los colectores pasarán por debajo de la balsa, de ser necesario los mismos se ajustarán a pie de obra.

Tabla 5. FORSA venezolano 34 Apartamentos: Instalación Sanitaria Nivel ± 0.00 (6 Apartamentos)

ACCESORIOS	DIÁMETRO	MATERIAL	CANTIDAD
tubería sanitaria	4"	PVC	28m
tubería sanitaria	3"	PVC	38m
tubería sanitaria	2"	PVC	20m
codo de 90° reventilación trasera	4"	PVC	6 u
codo de 90°	4"	PVC	14 u
codo de 90°	3"	PVC	18 u
codo de 90°	2"	PVC	52 u
codo de 45°	4"	PVC	10 u
codo de 45°	2"	PVC	4 u
yee pareja	4"	PVC	6 u
yee pareja	3"	PVC	6 u
yee reducida	4"x2"	PVC	12 u
yee reducida	3"x2"	PVC	12 u
caldereta sifónica extensible, salida vertical rejilla	3"	PP	6 u
caldereta sifónica extensible, salida vertical rejilla	2"	PP	6 u
adaptador de limpieza con tapa roscable	4"	PP	6 u
adaptador de limpieza con tapa roscable	3"	PP	6 u
sifa plástica para lavabo	1¼"	T. Cromo	6 u
adaptador para sifa de lavabo	1¼"x2"	PVC	6 u
válvula de desagüe para lavabo	1¼"	PVC	6 u
sifa plástica para fregadero	1½"	PVC	6 u
adaptador para sifa de fregadero	1½" x2"	PVC	6 u
válvula de desagüe para fregadero	1½"	PVC	6 u
válvula de desagüe para lavadero	1½"	PVC	12 u
manguito de acoplamiento	4"	PVC	24 u
manguito de acoplamiento	3"	PVC	32 u
manguito de acoplamiento	2"	PVC	17 u
instalación hidráulica nivel ± 0.00 (6 apartamentos)			
accesorios	Diámetro	Material	Cantidad
Tubería hidráulica	1"	PVC	26m
Tubería hidráulica	¾"	PVC	36m
Tubería hidráulica	½"	PVC	82m
Tubería hidráulica	½"	CPVC	70m
Codo de 90°	1"	PVC	20 u
Codo de 90°	¾"	PVC	10 u
Codo de 90°	½"	PVC	60 u
Codo de 90°	½"	CPVC	44 u
Codo de 90° rosca hembra (pared)	½"	PVC	36 u
Codo de 90° rosca hembra (pared)	½"	CPVC	12 u
Tee reducida	1" x ¾"	PVC	4 u
Tee reducida	1" x ½"	PVC	10 u
Tee reducida	¾" x ½"	PVC	20 u
Tee pareja	1"	PVC	2 u
Tee pareja	½"	CPVC	6 u
Reducidos	1" x ¾"	PVC	6 u
Reducidos	1" x ½"	PVC	2 u
Reducidos	¾" x ½"	PVC	10 u
Unión universal	1"	PVC	6 u
Unión universal	½"	CPVC	6 u
Manguito de acoplamiento	1"	PVC	22 u
Manguito de acoplamiento	¾"	PVC	30 u
Manguito de acoplamiento	½"	PVC	69 u

Molde acoplamiento	½"	CPVC	59 u
Adaptador rosca hembra para tomas	½"	PVC	36 u
Adaptador rosca hembra para tomas	½"	CPVC	12 u
Válvula de bola cuerpo	1"	Bronce	6 u
Válvula de bola cuerpo	½"	Bronce	6 u
Grifo sencillo para lavabo	½"	Metálico	6 u
Llave de ángulo para lavabo rosca macho	½"	Plástico	6 u
Latiguillo para lavabo	½" x ½"	Metálico	6 u
Llave de ángulo para inodoro rosca macho	½"	Plástico	6 u
Latiguillo para inodoro	½" x 7/8"	Metálico	6 u
Llave sencilla para vertedero	½"	Bronce	6 u
Llave sencilla para lavadero	½"	Bronce	12 u
Mezclador expuesto para fregadero	½"	Latón crom.	6 u
Mezcladora expuesta para ducha	½"	Latón crom.	6 u
Cemento solvente para encolar tuberías hidráulicas que conducen agua caliente en envase de ¼ de galón.	----	----	12 u
Limpiador para tuberías hidráulicas que conducen agua caliente en envase de ¼ de galón.	----	----	24 u
Cemento solvente para encolar tuberías sanitarias que conducen ata en envase de ¼ de galón.	----	----	12 u
Limpiador para tuberías sanitarias que conducen ata en envase de ¼ de galón.	----	----	24 u
Cemento solvente para encolar tuberías hidráulicas que conducen ata en envase de ¼ de galón.	----	----	12 u
Limpiador para tuberías hidráulicas que conducen ata en envase de ¼ de galón.	----	----	24 u

Tabla 2.33 FORSA colombiano de 3 Niveles 3 apartamentos: Instalación Sanitaria Nivel ± 0.00

ACCESORIOS	DIÁMETRO	MATERIAL	CANTIDAD
Tubería sanitaria	4"	PVC	6m
Tubería sanitaria	3"	PVC	2m
Tubería sanitaria	2"	PVC	4m
Codo de 90° reventilación trasera	4"	PVC	1 u
Codo de 90°	4"	PVC	2 u
Codo de 90°	3"	PVC	1 u
Codo de 90°	2"	PVC	9 u
Codo de 45°	4"	PVC	2 u
codo de 45°	3"	PVC	3 u
Codo de 45°	2"	PVC	4 u
Yee pareja	4"	PVC	2 u
Yee pareja	2"	PVC	1 u
Yee reducida	4"x3"	PVC	1 u
Yee reducida	4"x2"	PVC	3 u
Tee pareja	3"	PVC	1 u
Caldereta sifónica extensible, salida Vertical rejilla	3"	PP	1 u
Caldereta sifónica extensible, salida Vertical rejilla	2"	PP	3 u
Adaptador de limpieza con tapa roscable	3"	PP	1 u
Sifa plástica para lavabo	1¼"	T. Cromo	1 u
Adaptador para sifa de lavabo	1¼"x2"	PVC	1 u
Válvula de desagüe para lavabo	1¼"	PVC	1 u
Sifa plástica para fregadero	1½"	PVC	1 u
Adaptador para sifa de fregadero	1½" x2"	PVC	1 u
Válvula de desagüe para fregadero	1½"	PVC	1 u
válvula de desagüe para lavadero	1½"	PVC	1 u
Reducidos	4"x3"	PVC	1 u
Reducidos	3"x2"	PVC	1 u
Manguito de acoplamiento	4"	PVC	5 u
Manguito de acoplamiento	3"	PVC	2 u
Manguito de acoplamiento	2"	PVC	4 u
Instalación hidráulica nivel ± 0.00			
Accesorios	Diámetro	Material	Cantidad
Tubería hidráulica	1"	PVC	2m
Tubería hidráulica	¾"	PVC	1m
Tubería hidráulica	½"	PVC	8m
Tubería hidráulica	½"	CPVC	3m
Codo de 90°	1"	PVC	3 u
Codo de 90°	½"	PVC	7 u
Codo 90°	½"	CPVC	6 u
Codo de 90° rosca hembra (pared)	½"	PVC	6 u
Codo de 90° rosca hembra (pared)	½"	CPVC	2 u
Tee reducida	1"x½"	PVC	3 u
Tee reducida	¾"x ½"	PVC	2 u
Tee pareja	½"	CPVC	1 u
Reducidos	1"x ¾"	PVC	1 u
Reducidos	¾" x ½"	PVC	1 u

Unión universal	1"	PVC	1 u
Unión universal	1/2"	CPVC	1 u
Manguito de acoplamiento	1"	PVC	2 u
Manguito de acoplamiento	3/4"	PVC	1 u
Manguito de acoplamiento	1/2"	PVC	7 u
Manguito de acoplamiento	1/2"	CPVC	3 u
Adaptador rosca hembra para tomas	1/2"	PVC	6 u
Adaptador rosca hembra para tomas	1/2"	CPVC	2 u
Válvula de bola cuerpo	1"	Bronce	1 u
Válvula de bola cuerpo	1/2"	Bronce	1 u
Grifo sencillo para lavabo	1/2"	Metálico	1 u
Llave de ángulo para lavabo rosca macho	1/2"	Plástico	1 u
Latiguillo para lavabo	1/2" x 1/2"	Metálico	1 u
Llave de ángulo para inodoro rosca macho	1/2"	Plástico	1 u
Latiguillo para inodoro	1/2" x 7/8"	Metálico	1 u
Grifo sencillo para lava cabeza	1/2"	Plástico	1 u
Llave sencilla para vertedero	1/2"	Bronce	1 u
Llave sencilla para lavadero	1/2"	Bronce	1 u
Mezclador expuesto para fregadero	1/2"	Latón crom.	1 u
Mezcladora expuesta para ducha	1/2"	Latón crom.	1 u
Cemento solvente para encolar tuberías hidráulicas que conducen agua caliente en envase de 1/4 de galón.	-----	-----	1 u
Limpiador para tuberías hidráulicas que conducen agua caliente en envase de 1/4 de galón.	-----	-----	1 u
Cemento solvente para encolar tuberías sanitarias que conducen ata en envase de 1/4 de galón.	-----	-----	1 u
Limpiador para tuberías sanitarias que conducen ata en envase de 1/4 de galón.	-----	-----	1 u
Cemento solvente para encolar tuberías hidráulicas que conducen ata en envase de 1/4 de galón.	-----	-----	1 u
Limpiador para tuberías hidráulicas que conducen ata en envase de 1/4 de galón.	-----	-----	1 u

CONCLUSIONES

- Los sistemas constructivos de mayor ejecución en la actualidad en la ECOA-57 son el FORSA y el Gran Panel Soviético, con características diferentes en sus sistemas hidrosanitarios que requieren ser particularizadas.
- Se ofrece de los sistemas hidrosanitarios de estos sistemas constructivos, que parte de la descripción general del sistema constructivo.

RECOMENDACIONES

- Continuar realizando este tipo de trabajo para otros sistemas constructivos.
- Generalizar a otras empresas los módulos o kits elaboradas para los sistemas hidrosanitarios,

BIBLIOGRAFÍA

- 1- Evolución de los sistemas constructivos Disponible en:
<https://sites.google.com/site/bi2tdlc1arq5/sistemas-constructivos>.
Visitado el 18 noviembre del 2021
- 2- Sistemas más utilizados en la industria. Disponible
<https://www.delconstructor.com.uy/index.php/noticias/item/684>. . Visitado
en noviembre del 2021.
- 3- Sistemas constructivos actuales. Disponible en
https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/5827394/sistemas-constructivos-de-casas-tipos-y-caracteristicas. Visitado en noviembre del
2021
- 4- Sistema Constructivos modernos Disponible en
<https://blog.buscatuchoza.com/sistemas-constructivos-modernos/>
Visitado en noviembre del 2021
- 5- Tecnología Constructiva, Folleto de ingeniería civil, UO 2019
- 6- NC-1074:2015- Elaboración de Proyectos de Construcción, Instalaciones
Sanitarias en Interiores de Edificios.
- 7- NC-220-4:2008- Requisitos de Diseño para la Eficiencia Energética de
los Edificios- Parte 4: Sistema y Equipamiento de Agua.
- 8- NC-176:2002 - Sistema de Abasto de Agua en Edificios Sociales.
Requisitos y Proyectos.
- 9- RC-3104: 88 - Pruebas Parciales de Presión y Fuga de tuberías en
Obras.
- 10-NC 600:2008 -Edificaciones: Requisitos de Diseño del Sistema de
Drenaje Pluvial.
- 11-Para el cálculo y diseño del sistema se utilizó la tabla de William–Hazen,
la curva de Hunter, así como la norma cubana de cálculo y diseño de
instalaciones sanitarias en interiores de edificios.
- 12-Las pruebas de estanqueidad y presión se realizarán según lo estipulado
en la RC -3104 Ejecución de obras. Pruebas parciales de presión y fuga
de tuberías en obras.
- 13-NC-53-146 Instalaciones Sanitarias y Pluviales en Interiores de Edificios.

- 14- NC-27:2012 Vertimiento de Aguas Residuales a las Aguas Terrestres y al Alcantarillado.
- 15-EMPROY 15, 2016 Memoria Descriptiva PTE Obra: Edificio Forsa Colombiano
- 16-EMPROY 15, 2016 Memoria Descriptiva PTE Obra: Edificio Venezolano
- 17-EMPROY 15, 2016 Memoria Descriptiva PTE Obra: Edificio Ecuatoriano.
- 18-EMPROY 15, 2016 Memoria Descriptiva PTE Obra: Edificio GPS15, 4 apartamentos
- 19-EMPROY 15, 2016 Memoria Descriptiva PTE Obra: Edificio GPS 15, 8 apartamentos
- 20- EMPROY 15, 2016 Memoria Descriptiva PTE Obra: Edificio GPS ,16 apartamentos

