



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores
Aragón

“CALENTADOR SOLAR DE AGUA, ELABORACIÓN Y
MANUAL TÉCNICO DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA
EN USO DOMÉSTICO”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L

PRESENTA:

RODEA VEGA DIANA ANGÉLICA
CHÁVEZ GARRIDO JESÚS

Asesor:

M. EN I. MARIO SOSA RODRÍGUEZ



SAN JUAN DE ARAGÓN, ESTADO DE MÉXICO 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Facultad de Estudios Superiores Aragón

DIRECCIÓN

**DIANA ANGELICA RODEA VEGA
PRESENTE.**

En contestación a la solicitud de fecha 29 de septiembre del año en curso, presentada por Jesus Chavez Garrido y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, M. en I. MARIO SOSA RODRÍGUEZ, pueda dirigirles el trabajo de **TESIS** intitulado "**CALENTADOR SOLAR DE AGUA, ELABORACIÓN Y MANUAL TÉCNICO DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA EN USO DOMÉSTICO**", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Facultad, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Nezahualcóyotl, Estado de México a 12 de octubre de 2010.
EL DIRECTOR

M. en I. GILBERTO GARCÍA SANTAMARÍA GONZÁLEZ



- C p Secretaría Académica.
- C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Civil.
- C p Asesor de Tesis.

GGSG/JGPO/vr





UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Aragón

DIRECCIÓN

**JESUS CHAVEZ GARRIDO
PRESENTE.**

En contestación a la solicitud de fecha 29 de septiembre del año en curso, presentada por Diana Angelica Rodea Vega y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, M. en I. MARIO SOSA RODRÍGUEZ, pueda dirigirles el trabajo de **TESIS** intitulado "**CALENTADOR SOLAR DE AGUA, ELABORACIÓN Y MANUAL TÉCNICO DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA EN USO DOMÉSTICO**", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Facultad, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Nezahualcóyotl, Estado de México a 12 de octubre de 2010.
EL DIRECTOR

M. en I. GILBERTO GARCÍA SANTAMARÍA GONZÁLEZ



JGPO C p Secretaría Académica.
C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Civil.
C p Asesor de Tesis.

GSGG/JGPO/vr

100 UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO
1910-2010

DEDICATORIAS

DIANA ANGÉLICA RODEA VEGA

A mi hija Diana Alejandra, que es mi mayor razón de vivir y que a pesar de su corta edad, siempre me da lecciones para ser una mejor persona, además de haber demostrado mucha comprensión en aquellos momentos en los que yo me he ausentado para poder lograr esta gran meta.

A mis padres Virginia y Enrique, porque a pesar de todo, creyeron en mi, y me han demostrado su apoyo, cariño y ofrecido su ayuda incondicional en todo momento, solo espero poder corresponderles de igual forma y hacerles saber que tienen toda mi admiración y agradecimiento, espero que este logro lo sientan también suyo.

A mis hermanos Enrique y Alejandro, que siempre estuvieron al pendiente de cómo transcurre mi vida

A mi esposo Jesús, porque en él encontré al mejor compañero de escuela y de vida, porque siempre me alentó para mejorar, porque siempre espera que de más de lo que la demás gente cree que puedo dar y porque me ha demostrado su amor en los momentos más difíciles por los que he atravesado, sin él esto no hubiera sido posible, gracias amor.

JESÚS CHÁVEZ GARRIDO

A mi familia, mis padres Gloria y Jesús, hermanos, pero en especial a mi hija Dianita, que es mi pilar, que me sostiene y me da fuerzas para lograr, subir uno a uno los escalones de mi vida, esperando llegar a lo más alto, en compañía de mi esposa Diana, que gracias a ella he tenido una vida académica y personal muy satisfactoria.

Gracias a este núcleo familiar al que pertenezco, y con la ayuda de Dios y de cada uno de ellos, tendré a buen término esta meta que me propuse. "Un escalón más".

AGRADECIMIENTOS

DIANA ANGÉLICA RODEA VEGA

Quisiera reiterar mi mayor agradecimiento a mi Hija, mis Padres, Hermanos, a mi Esposo. Sin ellos no hubiera podido lograr esta meta.

Agradezco a toda mi familia, porque siempre estuvieron al tanto de mi avance durante la carrera.

A mi familia política, porque me aceptaron tal como soy y siempre nos demostraron a Jesús y a mí su apoyo total.

A mis compañeros y maestros de la carrera ya que cada uno influyo de alguna manera en mi vida académica.

Gracias al Ing. José A. Dimas C. y al M. en I. Mario Sosa R. Por haber depositado su confianza en mí y darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente.

A Dios por dejarme vivir el día a día y darme la oportunidad de tener la familia con la que cuento, pero sobretodo por haberme regalado a mi hija.

JESÚS CHÁVEZ GARRIDO

A mi familia, padres, hermanos, suegros, esposa y especialmente a mi princesa que lo es todo para mí.

A todos y cada uno de los profesores de la carrera, que gracias a sus conocimientos que han compartido conmigo, me han dado las herramientas para visualizar de una forma diferente mi entorno, para poder mejorarlo y que mi hija tenga un México mejor donde vivir.

Gracias al M. en I. Mario Sosa Rodríguez, por brindarnos su apoyo de dirección en la realización de este trabajo de titulación.

Principalmente a mi madre, María Gloria Garrido Garrido, que en el lapso de mis estudios profesionales, me ha apoyado en todo momento, alentándome, y espero darle la satisfacción de entregarle en sus manos mi título de Ingeniero Civil, gracias mamá.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	VII
CAPÍTULO I. GENERALIDADES.....	1
I.1 DESARROLLO SUSTENTABLE.....	2
I.2 RADIACIÓN SOLAR, CONCEPTOS.....	2
I.3 CALENTADO CONVENCIONAL DE AGUA PARA USO DOMESTICO.....	5
I.4 CALENTADOR SOLAR.....	6
I.5 TERMOSIFÓN.....	6
I.6 ESTADÍSTICAS COMPARATIVAS.....	8
CAPÍTULO II. DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE AGUA FRÍA.....	11
II.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....	12
II.2 CÁLCULO DE LA CISTERNA.....	15
II.3 CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA TOMA DOMICILIARIA.....	17
II.4 DISEÑO Y CÁLCULO DE BOMBA.....	19
II.5 CÁLCULO DEL GASTO DE AGUA FRÍA EN EL SISTEMA.....	23
CAPÍTULO III. DISEÑO Y CÁLCULO DE AGUA CALIENTE.....	27
III.1 SISTEMA DE AGUA CALIENTE.....	28
III.2 CÁLCULO DE LÍNEA DE AGUA CALIENTE.....	30
CAPÍTULO IV. PROCESO CONSTRUCTIVO DEL CALENTADOR.....	34
IV.1 COMPONENTES DEL CALENTADOR SOLAR POR TERMOSIFÓN... ..	35
IV.2 CONSTRUCCIÓN DEL COLECTOR, SERPENTÍN.....	38
IV.3 CONSTRUCCIÓN DE LA BASE O SOPORTE.....	44
IV.4 CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE.....	45
IV.5 HERRAMIENTA QUE SE REQUIERE PARA SU ELABORACIÓN.....	49
IV.6 TABLA DE TOMA DE LECTURAS.....	50
IV.7 PRESUPUESTO DEL CALENTADOR.....	51
IV.8 FICHAS TÉCNICAS.....	53
CAPÍTULO V. MANUAL TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN.....	54
V.1 RECOMENDACIONES PREVIAS PARA LA INSTALACIÓN.....	55
V.2 COMPONENTES DEL SISTEMA EN SUS SALIDAS.....	57
V.3 INSTALACIÓN ESQUEMÁTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR.....	63
V.4 INSTALACIÓN ESQUEMÁTICA, EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR....	75
V.5 MANTENIMIENTO.....	79
CONCLUSIONES.....	81
BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXOS.....	84

INTRODUCCIÓN

1. OBJETIVO GENERAL.

Describir el proceso constructivo de un Calentador Solar de Agua casero y elaborar un manual técnico que indique su correcta instalación, que cumpla con la funcionalidad que requiere un elemento para poderse denominar sustentable, en una casa habitación, remarcando la importancia de utilizar tecnologías ecológicas para lograr un medio ambiente sano.

2. OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar mediante el diseño de la red de distribución de agua caliente, si el abastecimiento del calentador solar de agua es suficiente para cubrir el gasto demandado en la casa habitación.
- Establecer un manual que indique las especificaciones necesarias de la correcta instalación del calentador solar de agua en una casa habitación.
- Demostrar si un calentador solar de agua, construido de forma convencional es económicamente viable y competitivo ante los calentadores solares de agua industrializados.
- Difundir a la comunidad en general, la importancia de implementar elementos ecológicos dentro de nuestros hogares, elementos que encaminen a la sociedad hacia un desarrollo sustentable.

3. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO.

El panorama ambiental al que nos enfrentamos es delicado y serio, en base a esto es necesario adoptar la sustentabilidad más que como concepto, como un estilo de vida obligatorio, en el que cada individuo comprenda la necesidad de minimizar el consumo de energéticos como el gas, la optimización del agua y el mejor aprovechamiento de las materias renovables.

Así, en el Capítulo I, se generaliza sobre el tema de desarrollo sustentable, las energías ecológicas; definición y características, la energía solar su importancia y uso. Se especifica también las diferentes formas de las que hacemos uso para calentar el agua, y las ventajas que nos da la energía solar

En el Capítulo II, se realiza la descripción general de la instalación de una casa habitación, el diseño y cálculo de la red de distribución de agua fría, (dimensionamiento de la cisterna, cálculo hidráulico de la toma domiciliaria, bomba etc.) lo cual nos servirá para obtener el gasto demandado en el inmueble.

En el Capítulo III, se describe la funcionalidad de la red de agua caliente en una casa habitación, así como los diferentes dispositivos para lograr este propósito, se desarrolla el cálculo del sistema que arrojará datos necesarios para saber si la capacidad de almacenamiento de nuestro calentador solar de agua es suficiente.

En el Capítulo IV, se describen los componentes del calentador solar de agua, se especifica su proceso constructivo, así como las medidas, dimensiones y descripción detallada de los materiales de los que se hace uso para su elaboración, especificando paso a paso este, al final del capítulo se enlistan las herramientas necesarias que se emplearon. Se ilustra mediante tablas las temperaturas obtenidas en el serpentín construido, y se presenta un presupuesto global del material utilizado.

En el Capítulo V, se mencionan las recomendaciones previas a la instalación, así como los materiales adecuados para que el funcionamiento de la instalación sea el óptimo, se puntualizan observaciones que se deberán seguir para el mantenimiento del calentador solar y de la red hidráulica.

4. UTILIDAD DE LA TESIS

La principal utilidad, es dar a conocer el proceso constructivo de un calentador solar casero, utilizando materiales al alcance de todos. Con el fin de que cualquier persona interesada por reducir su consumo de gas ya sea LP o Natural, tenga la opción de construir su propio calentador, para así obtener un ahorro importante del energético y contribuir con el medio ambiente, además de verse beneficiado en el aspecto económico.



CAPÍTULO I

GENERALIDADES



I.1. DESARROLLO SUSTENTABLE

En los últimos tiempos pareciera que está de moda el tema "ecológico" en todos los ámbitos del país y principalmente en la política. Esto es lamentable, ya que cada vez que se habla de ecología es en la medida en que el deterioro del medio ambiente se hace patente y más cercano a los intereses sociales y personales, afectando directamente uno de los derechos humanos elementales para la supervivencia: El Derecho a un Medio Ambiente Sano.

Los problemas generados en el medio ambiente por la contaminación del aire, del agua, la deforestación y el uso indiscriminado de los recursos naturales, entre otras cuestiones, no son exclusivos de una nación determinada. Atañen a la colectividad y, por lo tanto, no son ajenos a ningún individuo porque, dada su naturaleza, suelen trascender los límites geográficos y temporales, deteriorando aceleradamente nuestro entorno (la Tierra) que, finalmente, no es patrimonio sólo de la presente generación.

Para alcanzar el derecho a la salud ambiental se requiere de una sociedad que encuentre en la convivencia armónica con su medio ambiente, el motivo primario para su conservación y optimización. No obstante lo anterior, la realidad nos enfrenta a un sistema de vida y modelo de mercado que ha puesto el interés económico por encima de cualquier otro, incluso del alto interés de proteger nuestro planeta.

El desarrollo sustentable se presenta como una alternativa a los modelos que han propiciado la degradación del ambiente, a partir de la búsqueda de respuestas creativas para corregir las fallas y evitar nuevos problemas.

En este marco nos vemos obligados a orientar nuestra visión a nuevos enfoques, a utilizar energías limpias, las llamadas energías verdes, y de estas, la energía que proporciona el Sol, es la que encabeza la lista.

I.2. RADIACIÓN SOLAR, CONCEPTOS.

El Sol, fuente de vida y origen de las demás formas de energía que el hombre ha utilizado desde los albores de la historia, puede satisfacer todas nuestras necesidades, si aprendemos cómo aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta. Ha brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia.



Durante el presente año, el Sol arrojará sobre la Tierra cuatro mil veces más energía que la que vamos a consumir.

La energía solar es la energía que proporciona el sol a través de sus radiaciones y que se difunde, directamente o de modo difuso, en la atmósfera.

La radiación solar es la energía emitida por el sol en forma de ondas electromagnéticas correspondiente a un rango de frecuencia definido.

Gracias a diversos procesos, la energía solar se puede transformar en otra forma de energía útil para la actividad humana: en calor, en energía eléctrica o en biomasa. Por ende, el término “energía solar” se utiliza, con frecuencia, para describir la electricidad o el calor obtenidos a partir de ella.

Las técnicas para capturar directamente una parte de esta energía están disponibles y están siendo mejoradas permanentemente. Se pueden distinguir tres tipos de energías:

- ❖ **Energía solar fotovoltaica:** Se refiere a la electricidad producida por la transformación de una parte de la radiación solar con una célula fotoeléctrica (es un componente electrónico que, expuesto a la luz (fotones), genera una tensión). Varias celdas están conectadas entre sí en un módulo solar fotovoltaico. Y, después, varios módulos se agrupan para formar un sistema solar para uso individual o una planta de energía solar fotovoltaica, que suministra una red de distribución eléctrica. El término “fotovoltaica” se refiere al fenómeno físico - el efecto fotovoltaico - o bien a la tecnología asociada.
- ❖ **Energía solar térmica:** Consiste en utilizar el calor de la radiación solar. Se presenta en diferentes formas: centrales solares termodinámicas, agua caliente y calefacción, refrigeración solar, cocinas y secadores solares. La energía solar termodinámica es una técnica que utiliza energía solar térmica para generar electricidad.
- ❖ **Energía solar pasiva:** El uso más antiguo de la energía solar consiste en beneficiarse del aporte directo de la radiación solar y es la llamada energía solar pasiva. Para que un edificio se beneficie con muy buena radiación solar, se debe tener en cuenta la energía solar en el diseño arquitectónico: fachadas dobles, orientación hacia el sur y superficies vidriadas, entre otros. El aislamiento térmico desempeña un papel importante para optimizar la proporción del aporte solar pasivo en calefacción y en la iluminación de un edificio.

Una casa o un edificio que posean energía solar pasiva estarán contribuyendo a un importante ahorro energético.

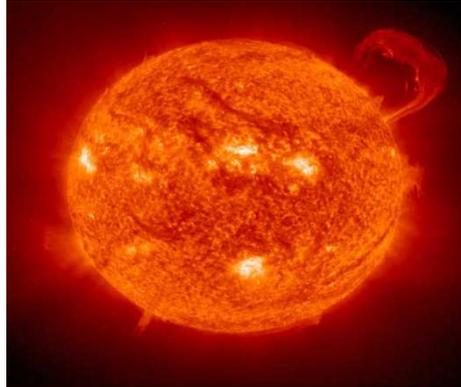


Ilustración 1 FUENTE DE ENERGÍA SOLAR

Nuestro interés se enfoca exclusivamente en la energía solar térmica, que ocupa a nuestro caso de estudio.

La radiación térmica generalmente corresponde a la banda de frecuencias del infrarrojo, un ejemplo donde se puede sentir la presencia de radiación térmica son las estufas con panel infrarrojo que dan a las personas una sensación de mayor calor al instalarse frente a la estufa, pues reciben radiación directamente en la piel o ropa.

La radiación se presenta como un fenómeno en el volumen de los sólidos, líquidos y gases, todos ellos absorben o reflejan radiación en diversos grados. No obstante la radiación térmica es superficial para los sólidos que son opacos térmicamente, por ejemplo los metales, la madera, los ladrillos, las rocas, ya que la radiación que incide sobre ellos generalmente solo penetra unas cuantas micras hacia dentro en dichos materiales.

Sería poco racional no intentar aprovechar, por todos los medios técnicamente posibles, esta fuente energética gratuita, limpia e inagotable, que puede liberarnos definitivamente de la dependencia del petróleo o de otras alternativas poco seguras, contaminantes o, simplemente, agotables.

Es preciso, no obstante, señalar que existen algunos problemas que debemos afrontar y superar. Hay que tener en cuenta que esta energía está sometida a continuas fluctuaciones y a variaciones más o menos bruscas. Así, por ejemplo, la radiación solar es menor en invierno, precisamente cuando más la solemos necesitar.

Es de vital importancia proseguir con el desarrollo de la todavía incipiente tecnología de captación, acumulación y distribución de la energía solar, para conseguir las condiciones que la hagan definitivamente competitiva, a escala planetaria.

La energía solar puede ser perfectamente complementada con otras energías convencionales, para evitar la necesidad de grandes y costosos sistemas de acumulación. Así, una casa bien aislada puede disponer de agua caliente y calefacción solares, con el apoyo de un sistema convencional a gas o eléctrico que únicamente funcionaría en los periodos sin sol. El costo de la «factura del gas» sería sólo una fracción del que alcanzaría sin la existencia de la instalación solar.

I.3. CALENTADO CONVENCIONAL DE AGUA PARA USO DOMESTICO

En sistemas convencionales (no-solares) existen dos maneras de calentar el agua. Uno utiliza un aparato (eléctrico o a gas) que se activa cuando se requiere agua caliente y cesa de calentar cuando se interrumpe el paso para el agua caliente. Estos sistemas, llamados calentadores por demanda o de paso, son comunes en Latino-América, y recientemente están siendo “descubiertos” en los EEUU.

El otro calienta una cantidad substancial de agua, en general 40 galones (algo más de 150 litros) de agua a una temperatura fija, la que está regulada por un sensor termostático. La temperatura elegida varía entre 105 y 125 °F (40,55 a 51,66 °C).

Cuando la temperatura está por debajo del valor fijado, se activa un quemador para restablecerla.



Ilustración 2 CALENTADOR DE PASO



Ilustración 3 CALENTADOR DE DEPOSITO



I.4. CALENTADOR SOLAR

Es evidente que un calentador solar para uso doméstico de este tipo no puede proporcionar la energía requerida para trabajar como un calentador por demanda en todo momento. Si la radiación solar es intensa, existe la posibilidad de usar agua caliente poco después del mediodía solar (altura máxima para el sol), y dejar las últimas horas para recuperar la mayor parte de la energía usada.

El sistema que usa un tanque de reserva acumula en él la energía calórica entregada por el calentador solar de caja, ofreciendo la posibilidad de aislar la parte generadora de la de consumo.

Si nadie usa agua caliente, la diferencia en densidad (peso) entre el agua fría (más pesada) y la caliente (más liviana) hace que se genere un movimiento termosifón que impulsa el agua caliente del tanque colector hacia la entrada del tanque de reserva, la que será reemplazada por una entrada igual de agua fría.

Al llegar la noche (más temprano en el invierno) el calentador solar cesa de funcionar.

Eventualmente, el agua en el tanque del calentador solar se enfría, debido a la radiación de su tanque a través del vidrio. A partir de entonces se establece una transferencia de calor del tanque de reserva al calentador solar. Para evitarla, se puede incorporar una tercera válvula de paso. Si la pérdida es tolerable, no la necesitará.

NOTA: La temperatura mínima del agua que resulta confortable para un baño debe exceder unos 3 a 4°C la del cuerpo humano (37°C), de manera que una temperatura entre 40 a 41°C, representa el mínimo requerido. Si el agua alcanza mayor temperatura, se necesita mezclarla con agua fría.

I.5. TERMOSIFÓN

En cuanto a la generación de agua caliente para usos sanitarios, hay dos tipos de instalaciones: las de circuito abierto y las de circuito cerrado. En las primeras, el agua de consumo pasa directamente por los colectores solares. Este sistema reduce costos y es más eficiente (energéticamente hablando), pero presenta problemas en zonas con temperaturas por debajo del punto de congelación del agua, así como en zonas con alta concentración de sales que acaban obstruyendo los paneles.

Los colectores solares hacen uso de dos fenómenos naturales para realizar su normal funcionamiento;

- ❖ Los objetos negros absorben el calor, y
- ❖ El agua caliente tiende a subir.

Es un sistema sencillo, donde lo único que se mueve es el agua.

Imagínese un panel solar lleno con agua fría. Como el Sol calienta el colector, el agua en el interior comienza a aumentar su temperatura, por lo que disminuye su peso específico, se dilata, se torna más ligera y tiende a subir hacia la parte más alta del tanque. El agua fría, más pesada, queda en la parte baja del colector, donde se calienta, comienza el proceso y comienza su trayecto hacia la parte superior del tanque, y así, sucesivamente.

Este movimiento térmico circular se denomina Efecto Termosifón. Cuanto mayor es la diferencia de temperatura entre el agua que hay en el colector y el agua almacenada en el tanque, más rápido fluye el agua a través del circuito.

Diagrama de un sistema basado en la circulación natural para el calentamiento de agua potable

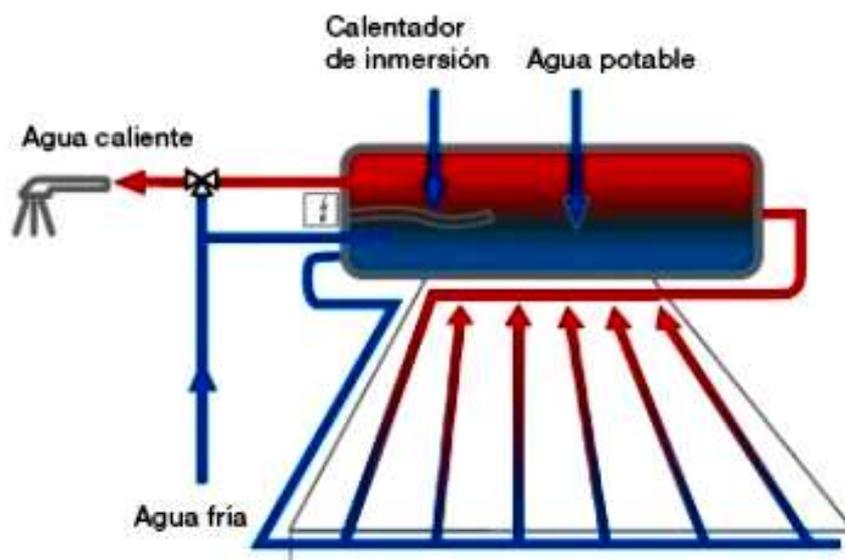


Ilustración 4 EFECTO TERMOSIFÓN



I.6. ESTADÍSTICAS COMPARATIVAS

La compra e instalación de un calentador solar puede ser una opción para su familia, que en el mediano plazo le traerá beneficios económicos.

El combustible promedio necesario que entra a un calentador para un baño de regadera promedio es de 15 mil kilojoules. En términos energéticos convencionales, esto representa 0.32 metros cúbicos de gas natural o 0.42 kilogramos de gas LP.

Si consideramos que el kilogramo de gas LP costará 9.87 pesos en el Distrito Federal, así como en algunas localidades de los estados de México e Hidalgo.

Según un sondeo realizado entre diferentes comercializadoras y fabricantes de calentadores solares, el precio de un equipo de estos para una familia de cuatro personas es de entre 8 mil y 12 mil pesos.

Si consideramos que esas cuatro personas se bañan diariamente, al mes tendrían un gasto de alrededor de 500 pesos y al año de 6 mil. Esto significa que en poco más de un año usted podrá tener el retorno de inversión hecho en su calentador solar y el resto de la vida útil del aparato -que generalmente es de entre 15 y 20 años- será completamente gratis.

Si se compara el costo de una ducha con gas LP, natural y con calentador solar, los precios varían. Si bien la energía solar no cuesta, la compra del equipo sí, por lo que un baño con calentador solar equivale a un peso con 20 centavos, mientras que para el caso de gas natural es de 2.40 pesos y en LP de 3.40 pesos a precios de 2010.

Sin embargo, la razón por la cual la gente se desincentiva a adquirir este tipo de equipos es que la mayor parte del costo se tiene que pagar antes de tener el primer litro de agua caliente, por lo que el mercado, dada la pobre capacidad financiera, está limitado.

En un sondeo realizado entre diferentes compañías se obtuvieron distintos precios de calentadores solares. Por ejemplo, Eco Tecno tiene un equipo de



150 litros para 4 personas y cuesta 9 mil 105 pesos. El calentador, fabricado en China con alta tecnología, permite mantener el agua caliente las 24 horas del día, lo cual ayuda a tener una reserva en días muy fríos o por la mañana, cuando el sol no es intenso.

Calentadores solares Saecsa vende su equipo básico en 7 mil 950 pesos más I.V.A. El equipo está integrado por un colector solar de 2.8 metros cuadrados de área de captación y un termo tanque modelo de 100 litros con base metálica. Este modelo entrega temperaturas promedio anual de 45 a 50 grados centígrados en el valle de México.

La empresa Heliocol cuenta con su modelo de 150 litros para cuatro personas, el cual vale 8 mil 500 pesos. Un detalle a considerar del calentador es que el tinaco debe estar a una altura mínima de 1.5 metros del termo tanque para que el aparato funcione correctamente.

Las empresas consultadas externaron que el costo del equipo no incluye material ni equipo de instalación, por lo que la gente debe considerar un costo extra de aproximadamente 1 mil 500 pesos (mano de obra) para realizarlo.

Los retos de los calentadores solares.

El país cuenta con excelentes recursos de energía solar a nivel mundial; sin embargo, históricamente los "bajos" precios de los combustibles fósiles han desmotivado el aprovechamiento del potencial solar nacional en aplicaciones residenciales.

Actualmente en el sector residencial existen alrededor de 20 millones de calentadores de agua que utilizan gas natural o gas LP para su funcionamiento, y año con año entran el mercado alrededor de 1.3 millones de estos equipos.

Un estudio de la Secretaría de Energía revela que los productores de los calentadores solares dicen que no han proliferado en el país debido a la falta de conocimiento entre el público, la falta de mecanismos de financiamiento para reducir el costo inicial y la falta de incentivos fiscales o normas de construcción que incentiven u obliguen a los compradores de vivienda, a los constructores y a los promotores de proyectos a instalar los calentadores.



Se ha identificado el deseo de lograr un ahorro económico y se muestra preocupación con la realización de alguna acción a nivel del hogar que tuviera un beneficio ambiental global. En este sentido, hay creciente evidencia de que los compradores de casas están mostrándose cada vez más interesados en incluir medidas de eficiencia energética y de cuidado al medio ambiente.

Una encuesta de Econergy, 42% de los mexicanos mostraron interés por adquirir un equipo de estos por cuestiones de ahorro y ambientales.

Sin embargo, el costo los frena a comprar y según un estudio de la firma, existen financiamientos como Fonacot o bancarios para adquirir este tipo de equipos pero son muy caros o el tiempo en el cual se paga no es suficiente para que el usuario perciba un verdadero beneficio al adquirir un equipo de estos. Entre las barreras para que se popularicen este tipo de aparatos están el alto costo inicial, los precios subsidiados de otros combustibles como la electricidad, la falta de normas que obliguen a constructores a incluir calentadores en nuevos desarrollos y un limitado acceso al financiamiento para la adquisición de calentadores a tasas suficientemente bajas y a plazos razonables.

En otros países el uso de calentadores se ha extendido de manera importante, pero detrás de ello hay algunos incentivos o normas. Por ejemplo, en el caso de Alemania existen subsidios para la compra de equipos, en Barbados y Túnez hay un despliegue de mecanismos financieros que permiten al usuario final percibir un ahorro inmediato por el uso de calentadores, y en China fomentan la producción a escala para tener precios mucho más competitivos.

Para la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), con los calentadores podemos satisfacer la mayor parte de los requerimientos de agua caliente de nuestra casa, sin tener que pagar combustible, pues utilizar así el sol no cuesta.



CAPÍTULO II

DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE AGUA FRÍA



II.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.

Se trata de una casa-habitación, cuya área total aproximada es de 550.00 m².

Cuenta con planta baja y planta alta, en la planta baja se ubica la estancia, el comedor, la cocina, ½ baño, patio de servicio y cuenta con un área de despacho-biblioteca. En la planta alta se localizan tres recamaras, vestíbulo terraza, un baño completo y una área de estudio.

El suministro de agua se realiza al baño completo, al medio baño, al fregadero de la cocina, al área de lavado y al calentador de agua. Este sistema hidráulico será alimentado por medio de una cisterna, un tanque de almacenamiento de agua localizado en la parte inferior de la casa-habitación su objetivo será el regular el consumo de agua y permitir su elevación a través de una motobomba, a un tanque elevado (tinaco de 1100 litros), el cuál suministrará a todos los servicios de la casa por gravedad.

REGLAMENTACIÓN UTILIZADA

El diseño de esta instalación se realizó conforme a los lineamientos establecidos en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y en las Normas de Diseño de Ingeniería del Instituto Mexicano del Seguro Social relativas a instalaciones hidráulicas.

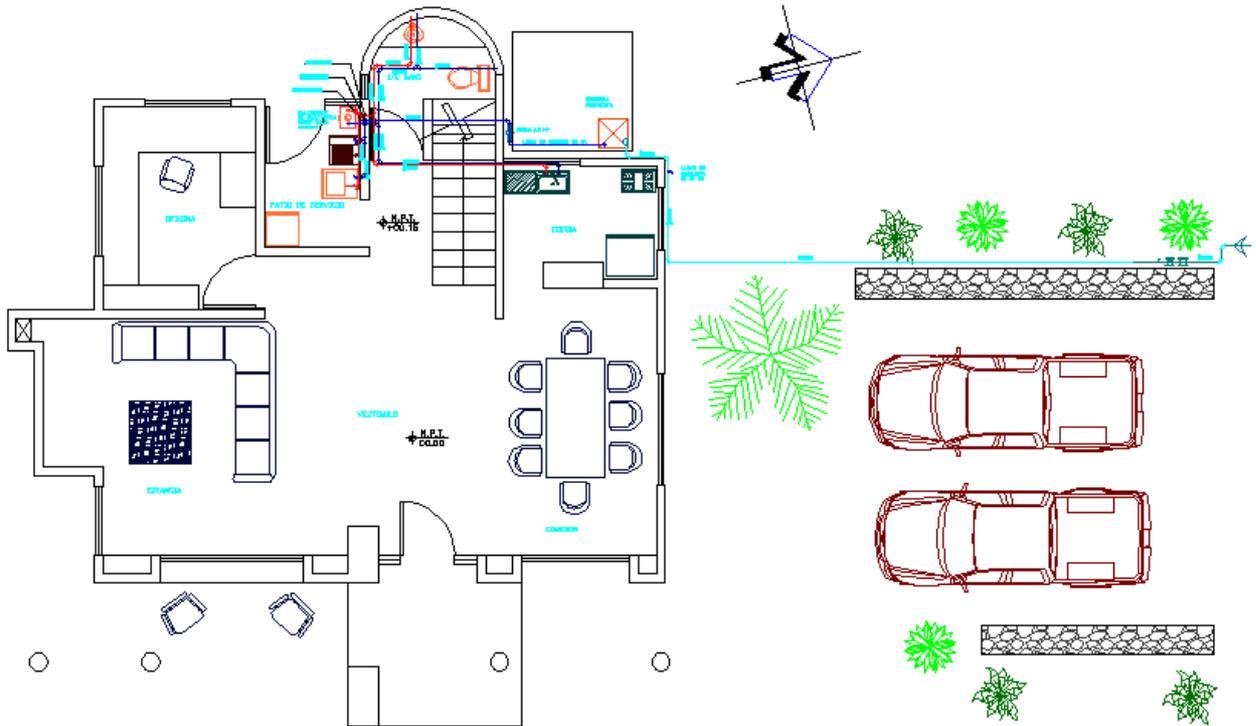
Asimismo, se siguieron las recomendaciones indicadas en los Apuntes de: Instalaciones Sanitarias en Edificación, del Ingeniero Rafael Morgan V.

DISEÑO DE LA RED HIDRÁULICA

El criterio de diseño utilizado es el de velocidad permisible, es decir, se cuida que las velocidades en todas las tuberías se encuentren dentro de los rangos permisibles para evitar el deterioro de las mismas.

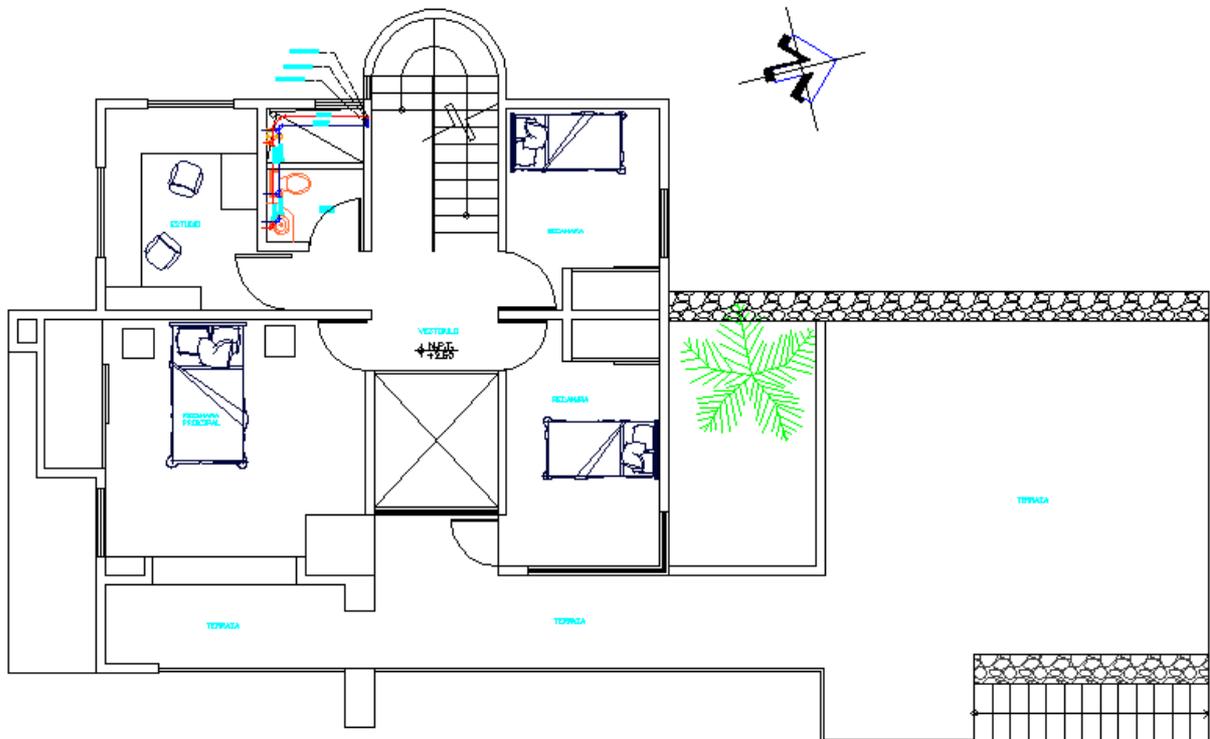
PLANOS ARQUITECTÓNICOS

A continuación se presentan las plantas arquitectónicas de la casa habitación, así como un isométrico de la instalación hidráulica, agua fría y caliente, que compone nuestro sistema.



PLANTA BAJA

FIGURA 1 PLANTA ARQUITECTÓNICA



PLANTA ALTA

FIGURA 2 PLANTA ARQUITECTÓNICA

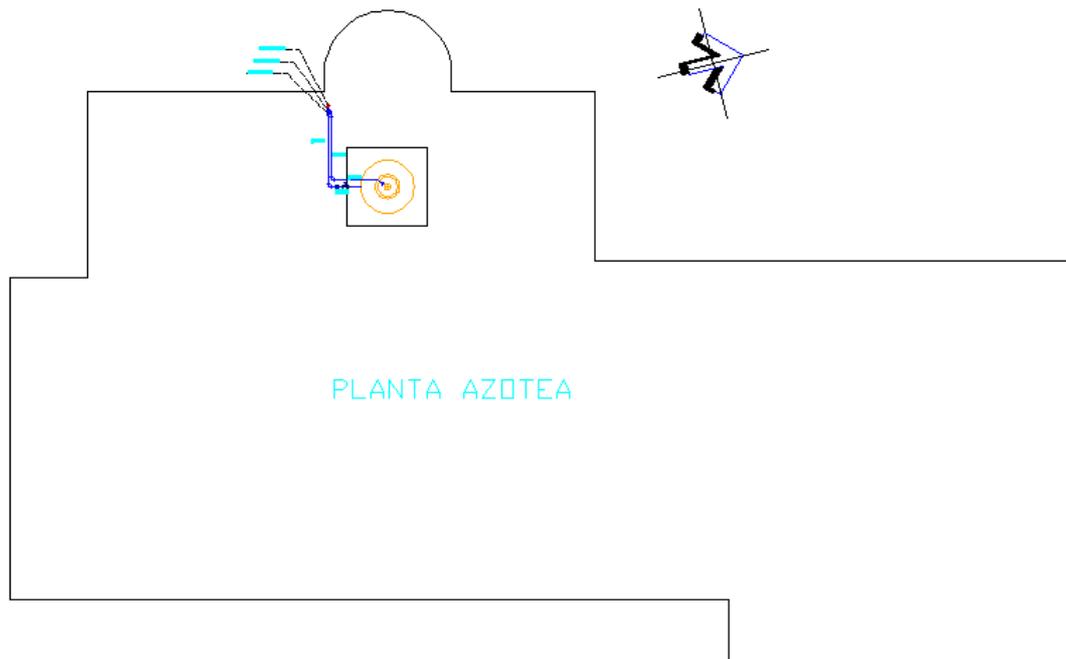


FIGURA 3 PLANTA ARQUITECTÓNICA

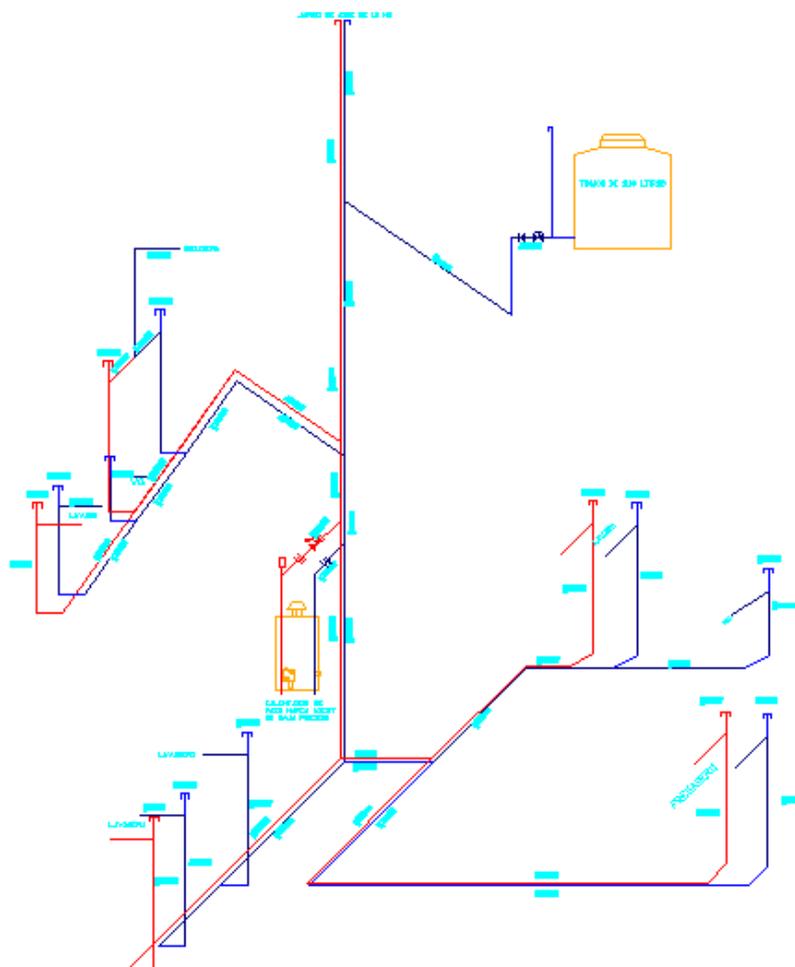


FIGURA 4 ISOMÉTRICO HIDRÁULICO, AGUA FRÍA Y CALIENTE



II.2 CÁLCULO DE LA CISTERNA.

Teniendo en consideración lo que marca para casa habitación residencial el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, aplicable también al Estado de México, la dotación mínima correspondiente es:

Tipología	Dotación mínima	Construidos
1. Habitacional		
Residencial	200 lts./ hab./día	más de 90 m ²¹

Las necesidades de riego se consideran por separado a razón de 5 lts./m²/día.

FUENTE DE ABASTECIMIENTO.

Agua potable de red municipal.

CISTERNA.

Capacidad de la cisterna, para la estimación de la demanda diaria de agua potable, se requiere calcular el número de personas que requieran el servicio, tomando en consideración el número de recamaras:

Número de recamaras: 3
 Número de personas = (Numero de recamaras x 2) + 1
 Número de personas = 7

De lo anterior, el volumen demandado mínimo diario de agua potable se muestra en la siguiente tabla:

Tipología	Dotación mínima	cantidad	volumen diario lt/día
Vivienda	200 lts./ hab./día	7	1400
Jardín	5 lts./m ² /día.	52.5	262.50
		TOTAL =	1662.5

¹ Reglamento de construcciones para el D.F., datos de proyecto, 2005, pagina 980.

La capacidad de la cisterna para abastecer los servicios está determinada por:

$$\text{Volumen total de servicio} = 1\ 662.50 \text{ lt/día} \times 3 \text{ días} = 4\ 987.50 \text{ lts.}$$

$$\text{Volumen total de servicio} = 5.0 \text{ m}^3$$

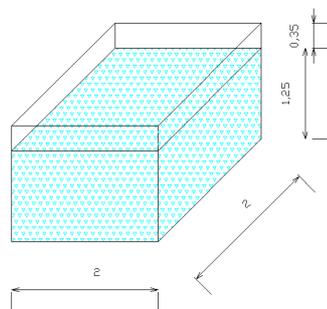
DIMENSIONES DE LA CISTERNA

Se considera que la cisterna alojara el volumen de agua para servicios se tendrá un volumen total de:

$$\text{Volumen total servido} = 5.00 \text{ m}^3$$

Las dimensiones propuestas para la cisterna son:

Ancho	= 2.00 m	
Longitud	= 2.00 m	
Altura	= 1.25 m	más una superficie libre de 0.35 m



Cisterna Propuesta

Se tomo en cuenta la siguiente consideración:

La altura propuesta anterior considera un bordo libre de 0.35 metros entre el nivel máximo de agua y la parte inferior de la losa de la cisterna, además de 0.10 m de altura del agua que debe quedar siempre como volumen muerto en la cisterna. No considerando el cárcamo de bombeo.

Con estas dimensiones se da suministro eficiente a la vivienda y a las personas que en ella habitan.



II.3 CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA TOMA DOMICILIARIA

Caudal (gasto).

Caudal de la toma municipal.

El gasto de la toma domiciliaria es:

$$Q = \frac{\text{Volumen diario}}{12 \text{ horas}} = \frac{1\ 662.50}{12 \text{ horas} \times 3\ 600 \text{ seg/hr}} = 0.03848 \text{ l.p.s.}$$

La toma domiciliaria será de tubería de cobre tipo M desde la vía pública hasta la boca de registro de la cisterna.

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA TOMA DOMICILIARIA.

Se considera una carga disponible en la red municipal de 10 m.c.a. (1.0 Kg/cm²)

Conexiones	Cantidad	Long. Equivalente Unitaria	Long. Equivalente total
Codo de 13 x 90 cobre	8	0.56	4.48
Medidor de agua 1/2	1	5.60	5.60
Tuerca unión de 13 mm	2	0.32	0.64
Válvula compuerta 13 mm	1	0.28	0.28
Válvula de flotador 13 mm	1	1.96	1.96
		TOTAL	12.96

*La Longitud Equivalente Unitaria se obtiene del Anexo 6

Para el cálculo de las pérdidas de carga debidas a la fricción, se utiliza la formula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} s^{1/2}$$

Donde:

v = velocidad de flujo en m/seg.

n = coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional)²

R = radio hidráulico en m.

s = pendiente de fricción.

² Coeficiente de rugosidad de diferentes materiales, ubicado en anexos, tablas.



La velocidad se calcula con la ecuación de continuidad:

Establece la invariabilidad del gasto, Q [m^3/s], en cada sección del conducto.

$$V = \frac{Q}{A}$$

Donde:

v = velocidad de flujo en m/ seg.

Q = gasto en $m^3/seg.$

A = área hidráulica en $m^2.$

La pérdida de carga está dada por:

$$h_f = Ls$$

Donde:

h_f = pérdida de carga en m.

L = longitud en m.

s = pendiente de fricción.

$$\text{Área} = 0.00016 \text{ m}^2.$$

En la siguiente tabla se presenta el cálculo hidráulico:

Tramo	L(m)	L. Eq. (m)	L. total	Q (lps)	Ø (m)	v (m/s)	n	s	h_f (m)	H piez. (m)
										10.00
1	12.60	12.96	25.56	0.03848	0.01445	0.24050	0.009	0.09194	2.34999	7.65001

Las pérdidas que resultan del cálculo antes expuesto solo disminuye la presión de entrada, que es de 1 kg/cm^2 , a la salida en cisterna, que es donde se encuentra una llave de tanque alto de 13 mm para su llenado donde se reduce a 0.76 kg/cm^2 .

II.4 DISEÑO Y CÁLCULO DE BOMBA

El suministro de agua fría está compuesto por; una cisterna, una bomba, una red de tubería y un tinaco de 100 litros, como se muestra en el isométrico siguiente; el gasto por bombeo será de 1.0 L/seg., el desnivel total desde donde se encuentra la válvula de pie (check pichanca de 25 mm cuerpo de bronce) hasta la parte más alta es de 8.69 metros, la eficiencia de la bomba es de 0.80.

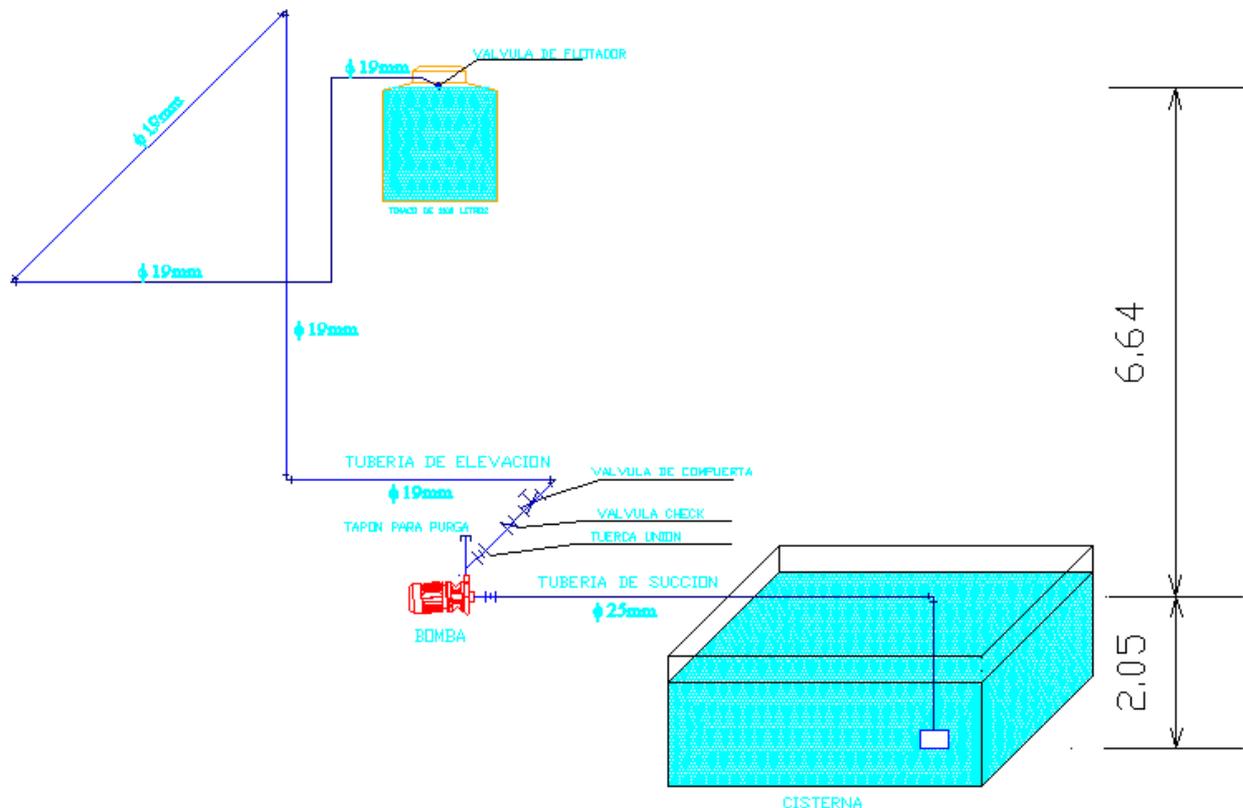


FIGURA 5 ISOMÉTRICO DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA DE BOMBA (SIN ESCALA)

La línea de succión es de cobre de 25 mm y la línea de alimentación de 19 mm de cobre. Las longitudes y diámetros son:

TUBERÍA	LONG. TOTAL (M)	DIÁMETRO (PULG.)
De succión	4.12	1
De elevación	9.09	3/4



Las conexiones y válvulas para las tuberías son:

TUBERÍA DE SUCCIÓN

1 válvula check pichanca (pie) de 25 mm
1 Tuerca unión de 25 mm bronce
2 conectores de 25 mm rosca exterior
1 codo de 25 x 90 cobre

TUBERÍA DE ELEVACIÓN

3 conector 19 mm cuerda exterior
1 tuerca unión de 19 mm cobre
1 yee de 19 mm cobre
6 codos de cobre de 19 x 90
1 codo de cobre de 19 x 45
1 válvula check de 19 mm
1 válvula compuerta soldable de 19 mm
1 válvula de flotador de 19 mm
1 conector cuerda interior de 19 mm

CÁLCULO:

Cálculo de las longitudes equivalentes para la tubería de elevación:

No. de conexiones y válvulas	Equivalencia (m./conexión o válvula)	Longitud equivalente
3 conector 19 mm cuerda exterior	0.10	0.30
1 tuerca unión de 19 mm cobre	0.15	0.15
1 tee de 19 mm cobre	0.21	0.21
6 codo de cobre de 19 x 90	0.62	3.72
1 codo de cobre de 19 x 45	0.41	0.41
1 válvula check de 19 mm	4.92	4.92
1 válvula compuerta soldable de 19 mm	0.21	0.21
1 válvula de flotador de 19 mm	1.64	1.64
1 conector cuerda interior de 19 mm	0.10	0.10
	TOTAL	11.66

*La Longitud Equivalente Unitaria se obtiene del Anexo 6

Cálculo de las longitudes equivalentes para la tubería de succión:

No. de conexiones y válvulas	Equivalencia (m./conexión o válvula)	Longitud equivalente
1 válvula check (pie) de 25 mm	3.36	3.36
1 Tuerca unión de 25 mm bronce	0.18	0.18
2 conectores de 25 mm rosca exterior	0.12	0.24
1 codo de 25 x 90 cobre	0.84	0.84
	TOTAL	4.62

*La Longitud Equivalente Unitaria se obtiene del Anexo 6



Cálculo de las pérdidas por fricción, (incluye pérdidas menores). Se utilizó el nomograma³.

Tubería	Longitud Total (m)	Pérdidas Menores (m)	Longitud Equivalente (m)	Pendiente Hidráulica (%)	Pérdidas por Fricción (m)	Velocidad (m/s.)
De succión	4.12	4.62	8.71	20	1.742	1.88
De Elevación	9.09	11.66	20.75	84	17.43	3.11
				TOTAL	19.172	

Cálculo de la potencia de la bomba cuya capacidad es de 1 l/seg.
Obtención de la carga dinámica total (H)

$H = \text{ desnivel total} + \text{ pérdidas por fricción} + \text{ pérdidas menores} + \text{ presión residual}$

La presión residual = 4.12 m., entonces:

$$H = 8.69 + 19.172 + 4.12 = 31.982\text{m.}$$

$$P = \frac{\lambda QH}{75n}$$

P = es la potencia de la bomba

λ = es el peso específico del agua

Q = es el gasto en m³ / seg.

H = es la carga dinámica total de la bomba en m.c.a.

n = es la eficiencia de la bomba

$$P = \frac{1000 (0.001) (31.982)}{75(0.80)} = \mathbf{0.53303 \text{ HP}}$$

Es necesario la colocación de una bomba centrífuga⁴ de ½ caballo de potencia.

³

Nomograma para Cálculo de gasto, Perdida por fricción, Velocidad y Diámetros para tuberías de conducción de agua. UBICACIÓN ANEXOS TABLAS.

⁴ Las bombas centrífugas ponen en rotación el fluido gracias al movimiento del impulsor dentro del cuerpo de la bomba, produciendo una carga de presión y por lo tanto, energía cinética y energía de presión. (Manual, Pedrollo, Electrobombas).

Con este equipo de bombeo el llenado del tanque se realizara aprox. en 15 min.

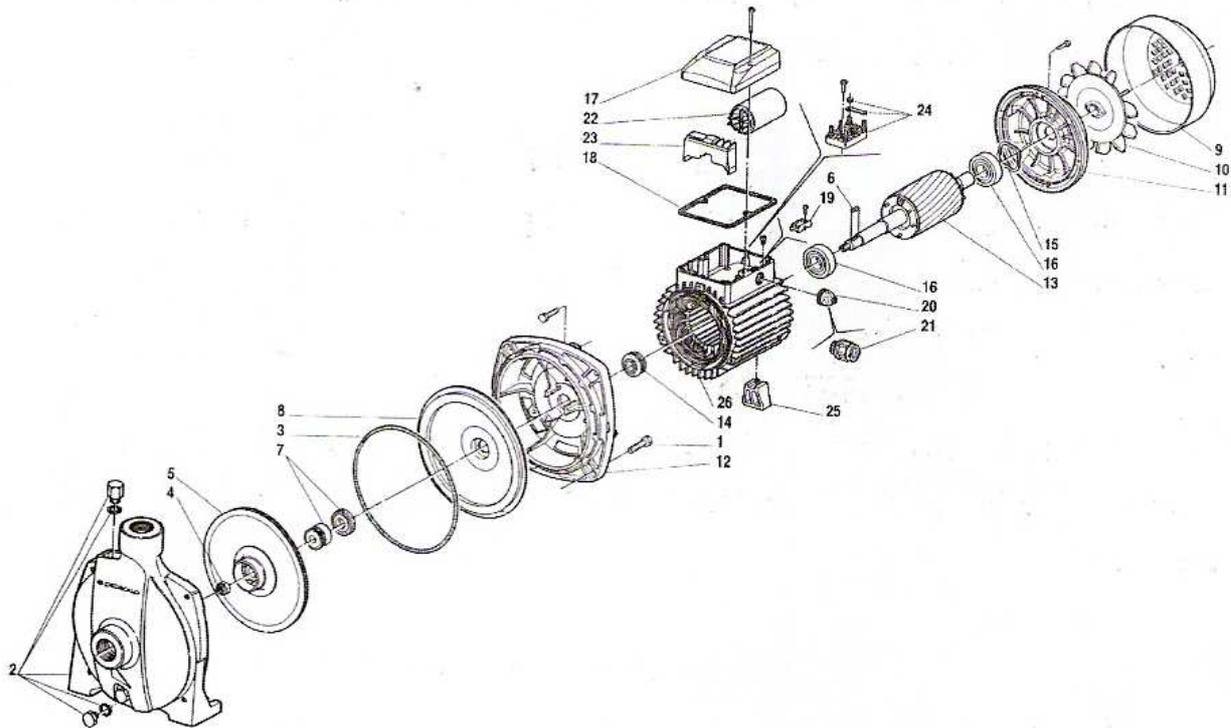


Ilustración 5 COMPONENTES DE UNA BOMBA

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Tornillo de purga y ceba | 14. Deflector |
| 2. Cuerpo de bomba | 15. Muelle de compensación |
| 3. O-Ring (OR) | 16. Rodamiento (Balero) |
| 4. Tuerca fijación del impulsor | 17. Tapa bordes |
| 5. Impulsor | 18. Junta (Empaque) |
| 6. Chaveta (cuña del eje) | 19. Fija cable |
| 7. Sello mecánico | 20. Pasa cable |
| 8. Tapa del cuerpo de bomba | 21. Prensa cable |
| 9. Tapa del ventilador | 22. Condensador |
| 10. Ventilador | 23. Placa bornes 1 F |
| 11. Tapa motor | 24. Placa bornes 3 F |
| 12. Soporte de motor | 25. Pie de apoyo |
| 13. Eje del motor | 26. Caja motor con estator bobinado |

II.5 CÁLCULO DEL GASTO DE AGUA FRÍA EN EL SISTEMA.

El método de Hunter.- Es un estudio probabilístico, está basado en la no simultaneidad de los gastos de los aparatos. Estos valores se presentan en tablas, donde la unidad mueble o unidad de gasto corresponde al gasto de un lavabo privado en condición media. Los gastos de mueble que se consideran que son constantes no se agrega este cálculo, como por ejemplo, las demandas de salida para suministro tales como llaves para mangueras y acondicionamiento de aire ya que en estos, el agua fluye más o menos continuo por un lapso de tiempo considerado. Se efectúa una acumulación de gastos en la red de distribución, considerando las unidades muebles correspondientes y al tipo de servicio (público o privado), posteriormente se obtienen los gastos simultáneos correspondientes.

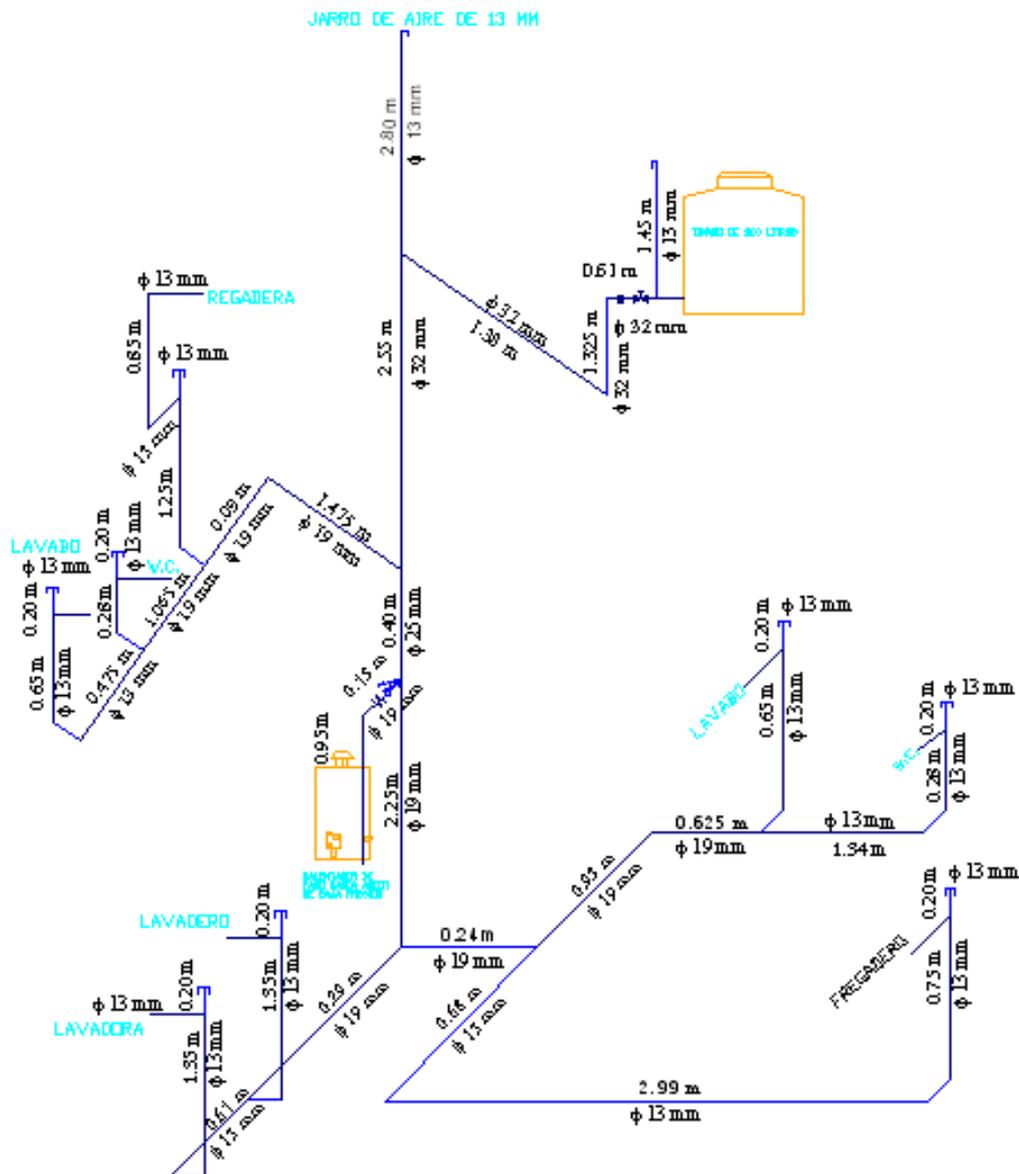


FIGURA 6 ISOMÉTRICO HIDRÁULICO DE AGUA FRÍA

El siguiente isométrico muestra la distribución hidráulica en casa habitación de estudio y los tramos principales de la columna de agua (1, 2, 3 y 4). Este sistema está trabajando por gravedad.

Dispone de un ramal principal y sus derivaciones, los cuales alimentan a cada uno de los muebles de servicio (agua fría).

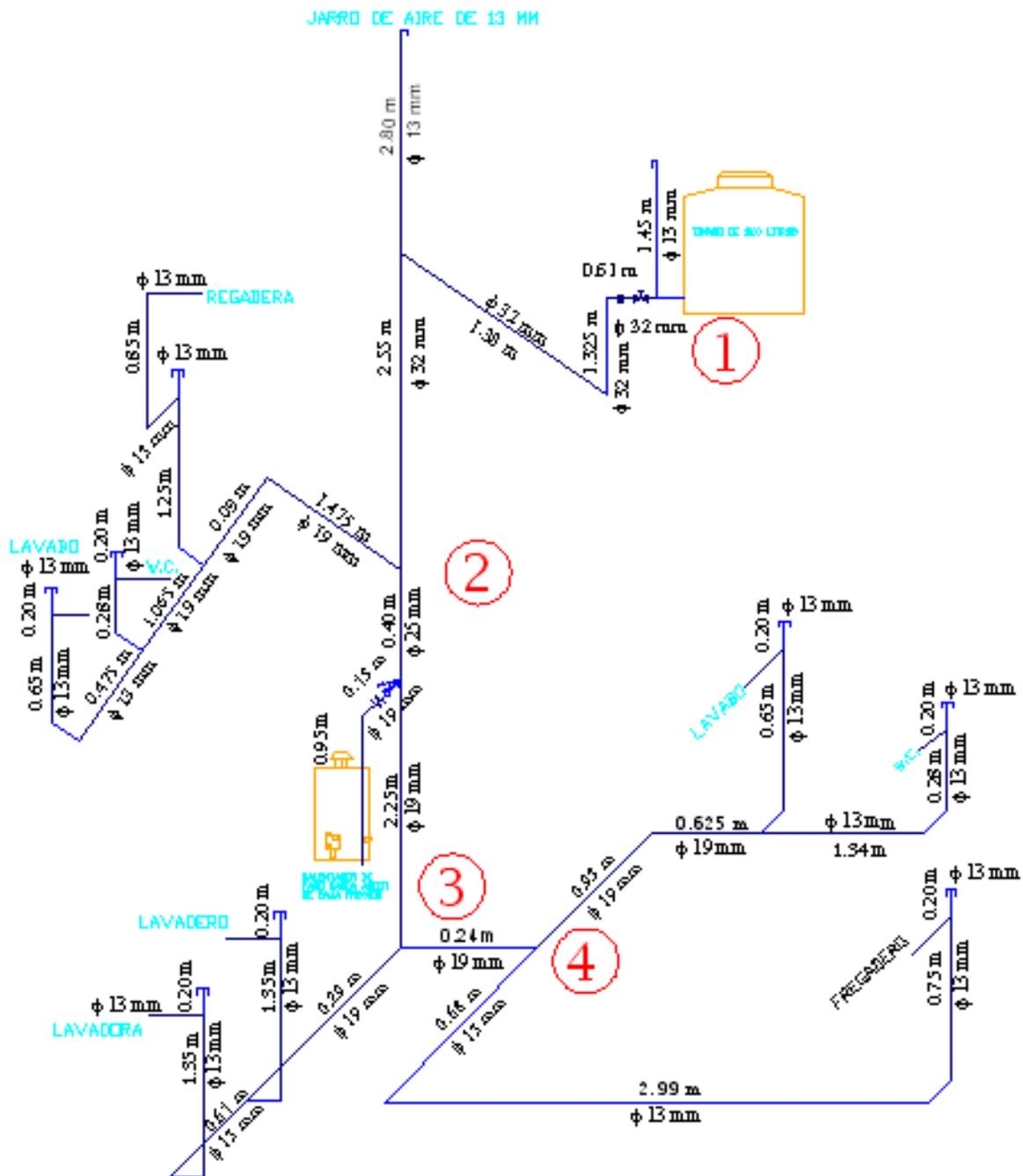


FIGURA 7 ISOMÉTRICO HIDRÁULICO DE AGUA FRÍA (SECCIONES)



Por el método de Hunter.-

Cálculo de unidades mueble, (UM), del sistema. Teniendo como referencia la Tabla, DIÁMETROS Y CARGAS EN ALIMENTACIÓN DE DIVERSOS MUEBLES.⁵

El cálculo del gasto se obtiene de la Gráfica No. 1, CURVAS DE EQUIVALENCIAS PARA EL CÁLCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER.⁶

Cálculo de unidades mueble, (UM). AGUA FRÍA

APARATOS	No. MUEBLES	UNIDAD MUEBLE	SUMA DE UM
PLANTA 1er. NIVEL			
W.C. TANQUE	1	3.0	3.0
LAVABO	1	0.5	0.5
REGADERA	1	1.0	1.0
PLANTA BAJA			
W.C. TANQUE	1	3.0	3.0
LAVABO	1	0.5	0.5
FREGADERO	1	1.0	1.0
LAVADERO	1	2.0	2.0
LAVADORA	1	2.0	2.0
		TOTAL	13.0

*La Unidad Mueble se obtiene del Anexo 9

Cálculo de unidades mueble, (UM). AGUA FRÍA

TRAMO	NUMERO DE UM	GASTO PROBABLE (L/SEG)
1-2	4.5	0.60
2-3	8.5	0.60
3-4	13	0.65

Por medio de la formula: $Q = KQ'$ Donde:

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

n: es el número de grifos

Q': es la demanda de agua en L/min.⁷

Q: es el gasto de diseño en L/min.

K: deberá ser mayor o igual a 0.20

⁵ Ubicada en el apartado de anexos tablas.

⁶ Ubicada en el apartado de anexos tablas.

⁷ La demanda está dada por la Tabla, DEMANDAS DE AGUA DE DIFERENTES APARATOS, EN LITROS POR MINUTO, ubicada en anexos tablas.



CALENTADOR SOLAR DE AGUA, ELABORACIÓN Y MANUAL TÉCNICO DE
INSTALACIÓN HIDRÁULICA EN USO DOMÉSTICO



APARATOS	No. DE GRIFOS	Q' (L/seg)
2 W.C. TANQUE	2	0.38
2 LAVABO	2	0.38
1 FREGADERO	1	0.25
1 LAVADERO	1	0.25
1 LAVADORA	1	0.25
1 REGADERA	1	0.315
TOTAL 8		TOTAL 1.825

*La Demanda de Agua Q'(L/min), se obtiene del Anexo 10

TRAMO	n	K	Q' (L/seg)	Q = KQ' (L/seg)
1-2	3	0.70711	1.075	0.76014
2-3	5	0.50000	1.575	0.78750
3-4	8	0.37796	1.825	0.68978



CAPÍTULO III

DISEÑO Y CÁLCULO DE AGUA CALIENTE

III.1 SISTEMA DE AGUA CALIENTE.

Suministro de agua caliente: Al agua fría se le eleva la temperatura por medio de calentadores o calderas.

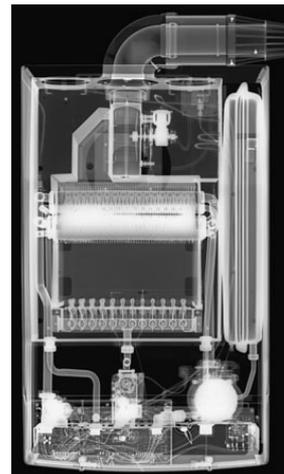
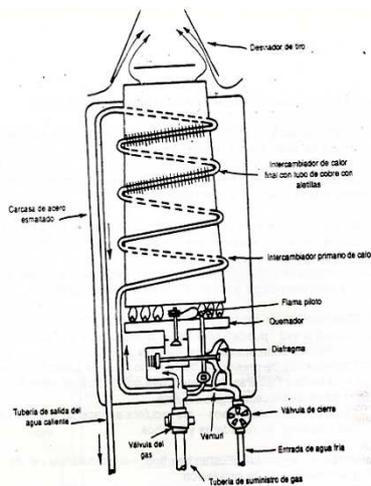
Existen dos sistemas de suministro de agua caliente principalmente: El sistema independiente y centralizado.

Sistema independiente: Utilizan calentadores de gas LP, Natural o eléctricos instalados cerca de los accesorios que se van a alimentar para reducir las pérdidas de calor.

Calentadores eléctricos: Calentadores de salida abierta
Calentadores de presión
Calentadores instantáneos

Calentadores de gas LP o Natural: El instantáneo
De almacenamiento
De circulación

A) Calentadores instantáneos.- El agua fría se calienta al pasar por un intercambiador de vapor, este recibe el calor por medio de las llamas del quemador. El agua se calienta de manera instantánea.



CALENTADOR DE PASO, MARCA ASCOT, DE BAJA PRESIÓN.

b) Calentadores con almacenamiento de agua.- Almacena el agua en su interior.

c) Calentadores de circulación.- Se conectan al tanque de almacenamiento de agua caliente mediante tubería de salida y retorno.

d) Calderas de vapor.- Se utilizan para generar agua caliente por medio de intercambiadores de calor.

e) Calentador SOLAR DE AGUA (BOILER SOLAR)

Es un dispositivo que calienta el agua por medio de la energía que proviene del sol, sin apoyo de ninguna otra fuente de energía. Consta de un colector solar (elemento que capta la energía del sol y la transforma en calor), un depósito acumulador de agua caliente o termo-tanque (que presenta una capa de aislamiento térmico para mantener por más tiempo la temperatura) y una serie de tuberías para conducir el agua fría de la red al sistema solar y el agua caliente desde este, hasta el lugar donde va a ser consumida.

Existen dos configuraciones básicas de calentadores solares de agua:
Sistema de termosifón⁸ o de circulación natural.
Sistema de circulación forzada.

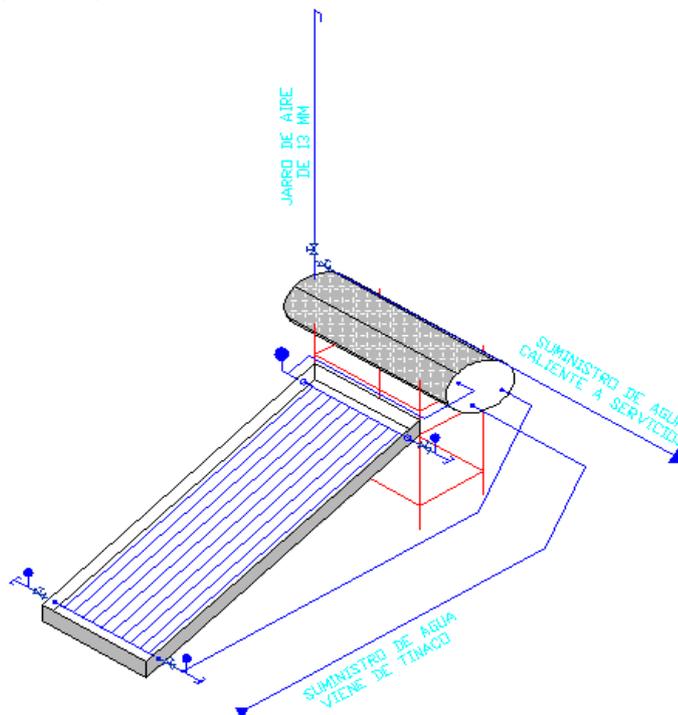


FIGURA 8 CALENTADOR CON SISTEMA DE TERMO FUSIÓN O CIRCULACIÓN NATURAL

⁸ Sistema de Termosifón: También conocido como de convección natural, sencillo y económico, el depósito de acumulación de agua caliente se encuentra en contacto directo con el colector, normalmente por detrás o por encima de él. El agua circula naturalmente por diferencia de densidades del agua caliente y fría y no se necesita, por tanto, bomba o elemento mecánico que le confiera movimiento, por lo que puede ser utilizado en lugares donde no existe electricidad.

Sistema centralizados.- Se utilizan en edificios grandes como: hospitales, escuelas, fabricas, etc..... y consiste en una caldera, un tanque de almacenamiento de agua caliente y una red tuberías que incluye el agua en el edificio.

Ventajas:

- ❖ Existe una reserva de agua caliente para una demanda máxima.
- ❖ Reduce la posibilidad de un incendio en el interior del edificio.
- ❖ Tener una planta de caldera reduce el mantenimiento de los aparatos.

Existen dos tipos de sistemas por la forma de calentamiento:

Sistema directo.- Consta de caldera y un tanque de almacenamiento de agua caliente, no existe intercambiador de calor. Si se utiliza agua blanda hay necesidad de proteger a la caldera contra oxidación, en zonas donde el agua es dura se forman costras salinas en la caldera.

Sistema indirecto.- El agua caliente circula de la caldera al tanque de almacenamiento pasando por un intercambiador de calor donde el agua es calentada indirectamente.

III.2 CÁLCULO DE LÍNEA DE AGUA CALIENTE.

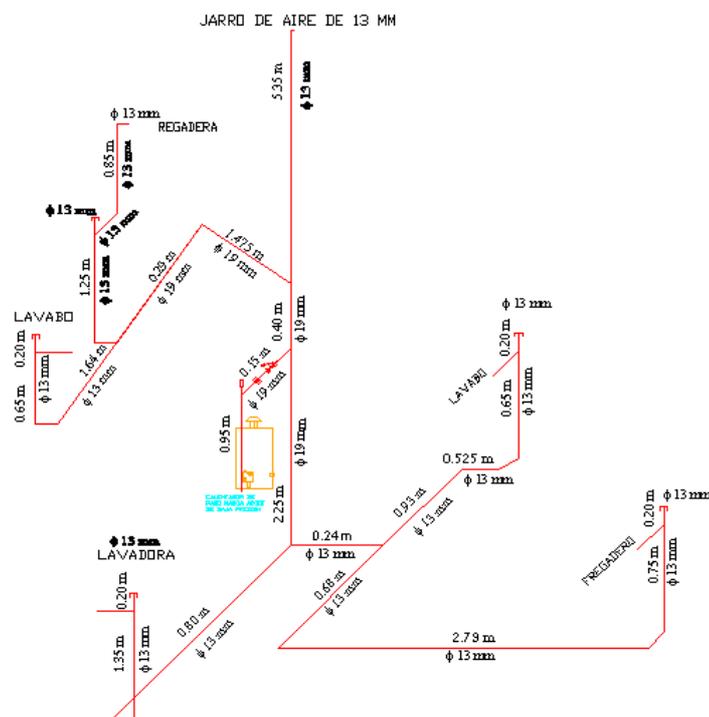


FIGURA 9 ISOMÉTRICO HIDRÁULICO DE AGUA CALIENTE

El siguiente isométrico muestra la distribución hidráulica en casa habitación de estudio y los tramos principales de la columna de agua (1, 2 y 3). Este sistema está trabajando por gravedad.

Dispone de un ramal principal, suministrado por un calentador de paso de baja presión y sus derivaciones, los cuales alimentan a cada uno de los muebles de servicio (agua caliente).

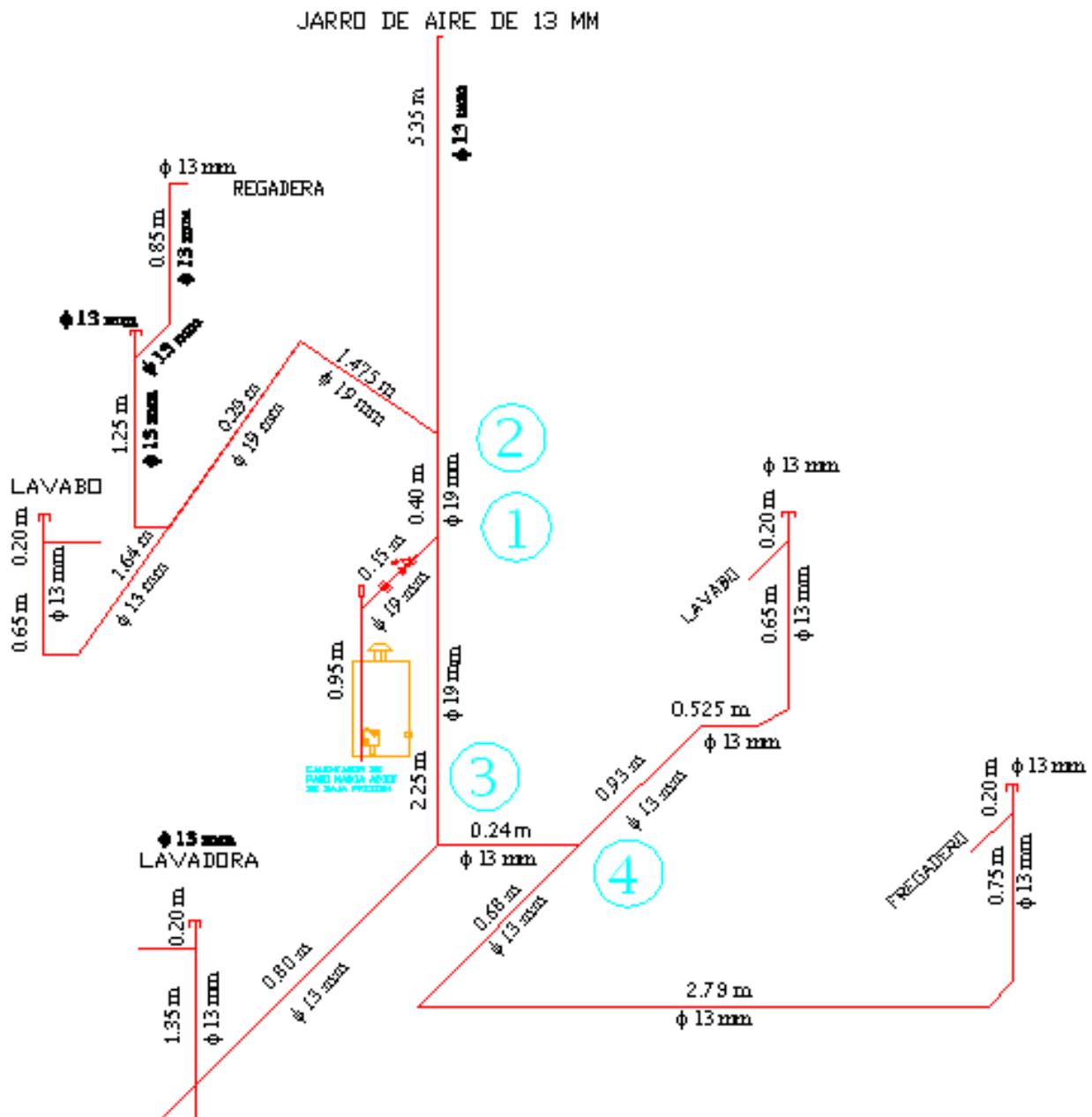


FIGURA 10 ISOMÉTRICO HIDRÁULICO DE AGUA CALIENTE (SECCIONES)



Por el método de Hunter.-

Cálculo de unidades mueble, (UM), del sistema. Teniendo como referencia la Tabla: DIÁMETROS Y CARGAS EN ALIMENTACIÓN DE DIVERSOS MUEBLES.⁹

Calculando el gasto, utilizando la Gráfica: CURVAS DE EQUIVALENCIAS PARA EL CÁLCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER.¹⁰

Cálculo de unidades mueble, (UM). AGUA CALIENTE

APARATOS	No. MUEBLES	UNIDAD MUEBLE	SUMA DE UM
PLANTA 1er. NIVEL			
LAVABO	1	0.5	0.5
REGADERA	1	1.0	1.0
PLANTA BAJA			
LAVABO	1	0.5	0.5
FREGADERO	1	1.0	1.0
LAVADORA	1	2.0	2.0
		TOTAL	5.0

Cálculo de unidades mueble, (UM). AGUA CALIENTE

TRAMO	NUMERO DE UM	GASTO PROBABLE (L/SEG)
1-2	1.5	0.55
1-3	3.5	0.65
3-4	1.5	0.55

Por medio de la formula: $Q = KQ'$

$$\text{Donde: } K = \frac{1}{\sqrt{n}-1}$$

n: es el número de grifos

Q': es la demanda de agua en L/min.¹¹

Q: es el gasto de diseño en L/min.

K: deberá ser mayor o igual a 0.20

⁹ Ubicada en el apartado de anexos tablas.

¹⁰ Ubicada en el apartado de anexos tablas.

¹¹ La demanda está dada por la Tabla No. 3 DEMANDAS DE AGUA DE DIFERENTES APARATOS, EN LITROS POR MINUTO, ubicada en anexos tablas.



APARATOS	No. DE GRIFOS	Q' (L/seg)
2 LAVABOS	2	0.38
1 FREGADERO	1	0.25
1 LAVADORA	1	0.25
1 REGADERA	1	0.315
	TOTAL 5	1.195

TRAMO	n	K	Q' (L/seg)	Q = KQ' (L/seg)
1-2	2	1.0000	0.505	0.5050
1-3	3	0.70711	0.690	0.4879
3-4	2	1.0000	0.440	0.4400

Para los tramos 1-2, 1-3 y 3-4, sí se requiere, agua caliente en forma continua para los siguientes muebles:

1 Regadera
1 fregadero
1 lavadora

Y teniendo un almacenamiento de este fluido calórico de 113.55 litros¹²;

$Q' = 0.815$ (L/seg), $K = 0.70711$ por lo tanto $Q = 0.5763$ (L/seg).

Tendremos suficiente agua caliente para suministrar a los muebles que lo requieran para dos duchas a una temperatura de 43°C, aproximadamente, según el usuario.

¹² Termo-tanque de almacenamiento de agua caliente del sistema del calentador solar.



CAPÍTULO IV

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL CALENTADOR

IV.1 COMPONENTES DEL CALENTADOR SOLAR POR TERMOSIFÓN.

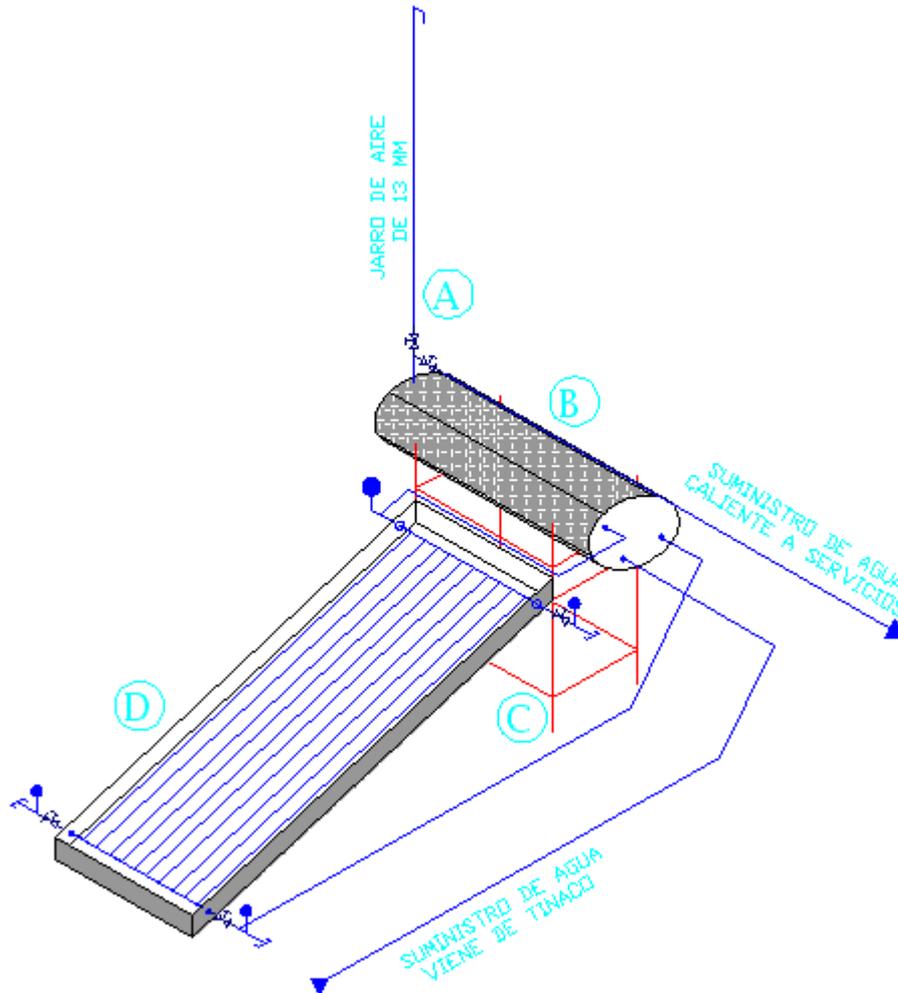


FIGURA 11 COMPONENTES DEL CALENTADOR SOLAR

- A** Jarro de aire de 13 mm o en su caso una válvula eliminadora de aire:
Esta es una válvula de seguridad que tiene la misma función al eliminar la presión generada por el agua caliente, permitiendo liberar aire y vapor.
- B** Termo tanque:
Es el depósito donde se almacena el agua que es calentada por el colector o serpentín. Y tiene un aislante térmico que minimiza la pérdida de temperatura.
- C** Base o soporte:
Consiste en una estructura metálica que sostiene al termo tanque y al serpentín, además de suministrar la inclinación necesaria con respecto al sol para captar la mayor cantidad de calor.



D Colector a base de un serpentín:

Se compone a base de tubería de cobre de 19 mm tipo M y una capa inferior de poliestireno expandido que nos ayuda a retener la temperatura dentro del colector.

El agua desciende a menor temperatura circula por la tubería de cobre y se calienta, ascendiendo nuevamente al termo tanque.

Es un sistema que calienta el agua sólo con la energía proveniente del sol y sin consumir gas o electricidad.

Este sistemas es ideal para casas habitación, residencias, comercios, donde se requiera calentar eficientemente el agua sin necesidad de utilizar combustibles.

Los calentadores solares de agua constan principalmente de tres partes: Los tubos colectores (serpentín), que se encargan de absorber la energía del sol y transferirla al agua; el tanque de almacenamiento; y la estructura de acero que soporta a los equipos.

El funcionamiento de los calentadores solares de agua es muy sencillo: Los sistemas se instalan normalmente en la azotea de la casa, orientados hacia el sur, de tal manera que queden expuestos a la radiación solar todo el día.

La circulación del agua se logra mediante el efecto denominado “termosifón”, que provoca la diferencia de temperaturas. Es decir; este sistema opera por convección natural, el agua caliente es más ligera que el agua fría y, por lo tanto, tiende a subir. Esto es lo que sucede entre el serpentín y el tanque de almacenamiento, con lo cual se establece una circulación natural, sin necesidad de ningún equipo de bombeo.

Mantener la temperatura del agua caliente, es la función del termo tanque, el cual tiene un recubrimiento de aislante térmico especial para evitar que se pierda el calor generado.

Normalmente utilizamos un calentador, que conocemos como “boiler” y que funciona con gas. Entonces, si instalamos en nuestra casa un calentador solar de agua, en lugares donde hay mucho sol todo el año como en México, nos sirve para calentar prácticamente toda el agua que requerimos para bañarnos; para lavar la ropa en la lavadora e incluso para lavar los trastes de la cocina.



Los beneficios del uso de los calentadores solares de agua los podemos clasificar en dos: económicos y ambientales.

Económicos: Con la instalación de un sistema adecuado a nuestras necesidades, podemos satisfacer la mayor parte de los requerimientos de agua caliente de nuestra casa, sin tener que pagar combustible, pues aprovechar el sol no nos cuesta. Aunque el costo inicial de un calentador solar de agua es mayor que el de un “boiler”, con los ahorros que se obtienen por dejar de consumir gas, podemos recuperar nuestra inversión en un plazo muy razonable. Con un equipo adecuado a nuestra demanda real podemos ahorrar hasta un 80% en gas.

Ambientales: El uso de los calentadores solares permite mejorar en forma importante nuestro entorno ambiental. ¿Cómo? Los problemas de la contaminación en las zonas urbanas no sólo son provocados por los combustibles utilizados en el transporte e industria, sino también por el uso de gas LP en millones de hogares, lo que contribuye en conjunto al deterioro de la calidad del aire y la emisión de gases de efecto invernadero, con graves repercusiones locales, regionales y globales.

Se pueden adecuar a cualquier instalación existente en casa habitación solo requiriendo un espacio en azotea y el suministro de agua.

No presentan riesgos, a diferencia de los boilers, los calentadores solares de agua son completamente seguros y no tienen ningún riesgo de explosión. Los componentes del sistema son resistentes a altas temperaturas y no flamables.

Bajo condiciones normales el calentador solar de agua no requiere mantenimiento. Debido a la forma de los tubos; la lluvia y el viento mantienen sus componentes limpios. Sin embargo se recomienda drenar periódicamente el termo tanque para obtener mayor eficiencia en el sistema.

Los calentadores solares elevan el agua a suficiente temperatura, debido a las excelentes condiciones climatológicas de México y a la tecnología de los calentadores solares de agua, estos pueden alcanzar temperaturas arriba de los 65°C. En condiciones de uso normal la temperatura que se mantiene en el tanque de almacenamiento oscila entre los 45°C y 55°C, la cual es óptima y no representa ningún riesgo, teniendo en cuenta que la temperatura normal para bañarse es de 40°C a 41°C.

IV.2 CONSTRUCCIÓN DEL COLECTOR, SERPENTÍN.

Se utiliza un tramo de tubo de cobre de 38 mm (1 ½ pulgada) tipo m, por 80 centímetros, para formar el cabezal superior del serpentín, haciendo perforaciones con una broca de ¾ de pulgada para fierro de alta velocidad, para no colocar tees de 38 mm ya que aumentarían las pérdidas por fricción y por economía, se utiliza cobre por su coeficiente de rugosidad de 0.009, por su conductividad, y por su vida útil que se pretende, con mantenimiento, supere los 20 años de continuo funcionamiento.¹³



Ilustración 6 ELABORACIÓN DE CABEZAL, PERFORACIONES.

1.- El serpentín se realiza con tubería de cobre de 19 mm tipo m, y las conexiones del mismo material, se soldaron con soldadura 50 x 50¹⁴, pasta fundente y gas butano.



Ilustración 7 SOLDADURA (50 X 50), EN TUBERÍA DE COBRE

¹³ Tiempo de ejecución 6 horas.

¹⁴ Soldadura 50 x 50: 50% de Plomo y 50% Estaño. Tiempo de ejecución 14 horas.

El serpentín está formado de un cabezal de 38 mm, en su parte interior unido con tee de cobre de 19 mm y tubería del mismo diámetro en sus componentes interiores. Teniendo las dimensiones que se muestran en la siguiente figura.

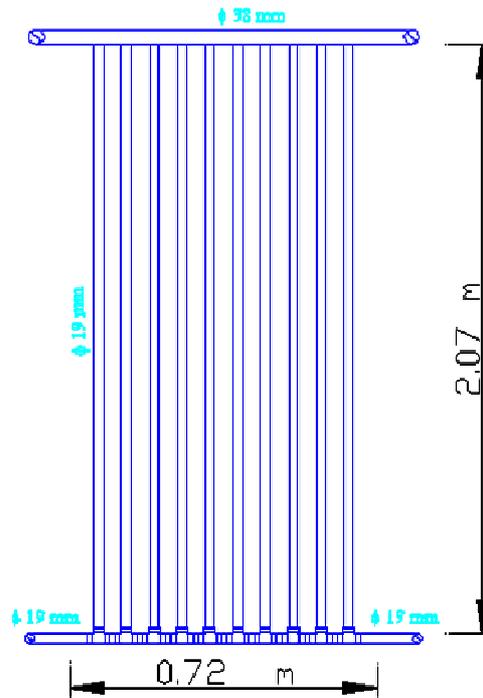


FIGURA 12 SERPENTÍN DE COBRE

2.- Se realiza la base de hierro dulce, con ángulo de 25 mm por 1/8¹⁵, para soportar la charola de lámina galvanizada (2.25m x 0.72m x 0.10m), donde está confinado el serpentín, se utiliza soldadura de 1/8 y 3/16.



Ilustración 8 HECHURA DE BASE PARA SERPENTÍN



Ilustración 9 PULIENDO CANTOS DE LA BASE

¹⁵ Tiempo de ejecución 10 horas.

La charola de lamina galvanizada por el calibre y por la temperatura que se generará, tenderá a deformarse por lo que se le coloca una base de fierro con cinco peldaños distribuidos a lo largo con cuadrado de 3/8, utilizando el mismo material.

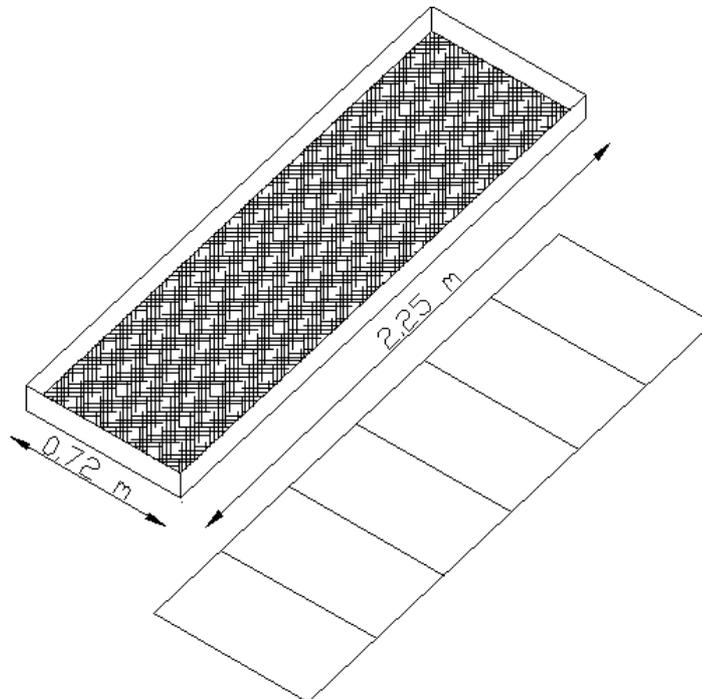


FIGURA 13 CHAROLA Y BASE DE FIERRO

3.- Se colocan placas de poliestireno expandido de 20mm de peralte¹⁶, en la parte inferior de la charola galvanizada para evitar pérdidas de temperatura, sellando con silicón trasparente en sus aristas y sobreponiendo el serpentín ya terminado.



Ilustración 10 COLOCACIÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

¹⁶ Placa de unicel de 2 centímetros de grueso. Tiempo de ejecución 2 horas.

4.- Se instala ángulo de lámina¹⁷ de $\frac{3}{4}$ de pulgada en la parte superior de la charola que nos sirve para darle rigidez y el soporte para la colocación de vidrio, dicha instalación se realiza con remaches pop No. 36.



Ilustración 11 BASTIDOR SUPERIOR.



Ilustración 12 BASTIDOR SUPERIOR.

5.- La charola y serpentín se colocan en azotea libre de sombra.



Ilustración 13 COLOCACIÓN DEL SERPENTÍN EN AZOTEA

6.- Se colocan manómetros¹⁸ y válvulas compuerta en las cuatro salidas para tomar lecturas del funcionamiento del serpentín. Así como su prueba hidrostática a 7 Kg/cm^2 .



Ilustración 14 COLOCACIÓN DE MANÓMETROS



Ilustración 15 COLOCACIÓN DE MANÓMETROS

¹⁷ Angulo de lámina de $\frac{1}{16}$. Tiempo de ejecución 4 horas.

¹⁸ Manómetros para prueba hidrostática de 0.0 a 11 Kg./cm^2 . Tiempo de ejecución 14 horas.

7.- Se coloca la tapa del serpentín a base de vidrio de 6mm y silicón para un sellado hermético, dejando una holgura de 3 centímetros a sus extremos para proteger la charola, evitando así su deterioro por el medio ambiente (lluvia).



Ilustración 16 COLOCACIÓN DE SILICÓN



Ilustración 17 COLOCACIÓN DE VIDRIO

8.- Serpentín terminado, se colocan bases provisionales para la realización de pruebas. La prueba hidrostática se realizó a 8 kgs./cm².



Ilustración 18 SERPENTÍN TERMINADO

Toma de datos de un día común en la Ciudad de México con las siguientes características:

Temperatura Ambiente mínima 10° C
Temperatura Ambiente máxima 21° C
Día parcialmente nublado
Mes de Julio de 2010



En la siguiente tabla se muestra la recuperación del serpentín con las características antes mencionadas en un lapso de 55 minutos con una temperatura de 21° C.

RECUPERACIÓN DE TEMPERATURA EN EL SERPENTÍN
EN EL TRANCURSO DE 1 HORA.

TEMPERATURA DE INICIO	HORA	TEMPERATURA EN SERPENTÍN
24° C	15:45	24° C
24° C	15:50	25° C
25° C	15:55	28° C
28° C	16:00	31° C
31° C	16:05	36° C
36° C	16:10	40° C
40° C	16:15	46° C
46° C	16:20	49° C
49° C	16:25	51.5° C
51.5° C	16:30	52° C
52° C	16:35	55° C
55° C	16:40	56° C

La siguiente tabla muestra los valores de temperatura en el serpentín a diferentes horas del día destacando las 14:30 PM, en donde la temperatura del agua alcanzo los 61° C, con una temperatura ambiente de 21° C.

TEMPERATURA EN EL SERPENTÍN EN EL TRANCURSO DE 1 DÍA.

HORA DEL DÍA	TEMPERATURA AMBIENTE	TEMPERATURA DEL AGUA EN EL SERPENTÍN
08:24	10° C	09° C
09:23	12° C	22° C
10:25	16° C	41° C
11:22	16° C	48.5° C
12:17	19° C	52° C
13:20	19° C	59° C
14:30	21° C	61° C
15:26	21° C	52.5° C
16:28	20° C	47° C
17:39	20° C	37.5° C
18:35	20° C	29° C

Las lecturas tomadas son en un periodo del año en que la radiación solar no es óptima, teniendo en consideración que el mes de agosto es cercano al verano (21 junio-23 septiembre), y que el periodo con la radiación más alta, es en los meses de mayo y junio. Si en este mes la temperatura máxima es de 61° C muy probablemente se incrementara en primavera (20 Marzo-21 Junio).

IV.3 CONSTRUCCIÓN DE LA BASE O SOPORTE

Esta estructura metálica da soporte al tanque de almacenamiento y al serpentín además nos proporciona la fijación de estos dos elementos y nos proporciona la inclinación necesaria que necesitamos con respecto al sol para captar la mayor cantidad de rayos solares.

Esta estructura se realiza¹⁹ con acero (ángulo de 1 pulgada por ¼ de espesor), tubular calibre 18 y 1 capa de laca auto motiva.



Ilustración 19 BASE DE ACERO DEL SISTEMA

En la siguiente figura se muestra un isométrico con las dimensiones de la base, las cotas, en centímetros.

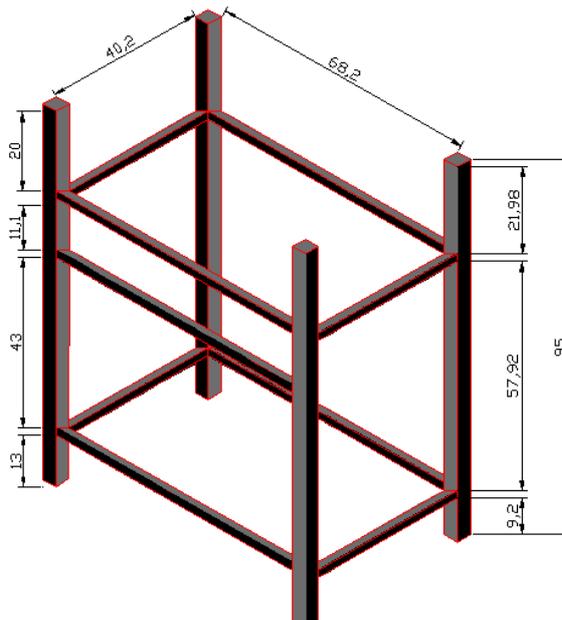


FIGURA 14 BASE DEL SISTEMA

¹⁹ Tiempo de ejecución 15 horas.

IV.4 CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE

El tanque de almacenamiento es la recuperación de un calentador G-30²⁰ de almacenamiento, que tiene una capacidad de 113.55 litros, trabajando en este para su adecuación a nuestro sistema, siendo esto lo más conveniente para nuestro proyecto, no solo por lo económico, sino también por la reutilización de artículos en buen estado.

Las modificaciones fueron:

Eliminar la base de acero, que para nuestro caso no es de utilidad, ya que nuestro tanque de almacenamiento se coloca en forma horizontal sobre una base anteriormente descrita.

Incrementar una salida de 19 mm en el tanque, para colocar un termómetro posteriormente en su parte lateral, este servirá para recaudar información de la temperatura que se almacena en el interior de este, y la revisión de pérdida de temperatura por el aislamiento térmico que se le coloca.

Quitar todos los componentes con los que cuenta en un inicio, como lo son el termostato, la vena que es de poliuretano de alta densidad por venas de cobre de 13mm, la válvula de alivio, ya que se coloca un jarro de aire de 13mm.

El quemador, ya que este tanque en su funcionamiento requería de gas LP o gas Natural, y ahora trabaja con energía solar.

El difusor, se elimina al igual que la lámina de desahogo ya que este no emitirá gases tóxicos a la atmosfera.



Ilustración 20 ADECUACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

²⁰ G-30; G = Galones, por tanto, 3.785 litros x 30 = 113.55 litros (tablas matemáticas; Arquímedes Caballero C., pág. 8). Tiempo de ejecución 12 horas.

La función de este tanque, es el almacenar el agua caliente que nos va suministrar nuestro colector (para los servicios que se requieran en la vivienda), y que en su interior se debe adecuar por medio de venas para que trabaje por medio del fenómeno de termosifón (diferencia de densidades). Este almacenamiento suministra agua caliente a 2 personas en duchas, lavandería o cocina. Ya que cuenta con un almacenamiento de 113.55 litros, a una temperatura promedio de 41 a 43.5°C en época de verano, incrementándose en épocas de mayor radiación solar.



Ilustración 21 TERMINACIÓN DEL TANQUE, PARA APLICAR PINTURA

Después de haber colocado prymar y pintura de esmalte se procede a su colocación en nuestro sistema²¹. Teniendo una fijación a la base por medio de gomas. Posteriormente se dan especificaciones del recubrimiento y salidas en el manual técnico.



Ilustración 22 COLOCACIÓN DEL TANQUE EN SISTEMA

²¹ Tiempo de ejecución 5.5 hora.

La siguiente figura muestra las dimensiones que conforman el tanque, teniendo una altura de 1.12 metros y un diámetro de 0.3955 metros. Este tanque fue diseñado para resistir hasta 12 Kg/cm^2 , con una temperatura de 95° C como máximo ya que tenía una válvula eliminadora de presión para evitar su reventa-miento.

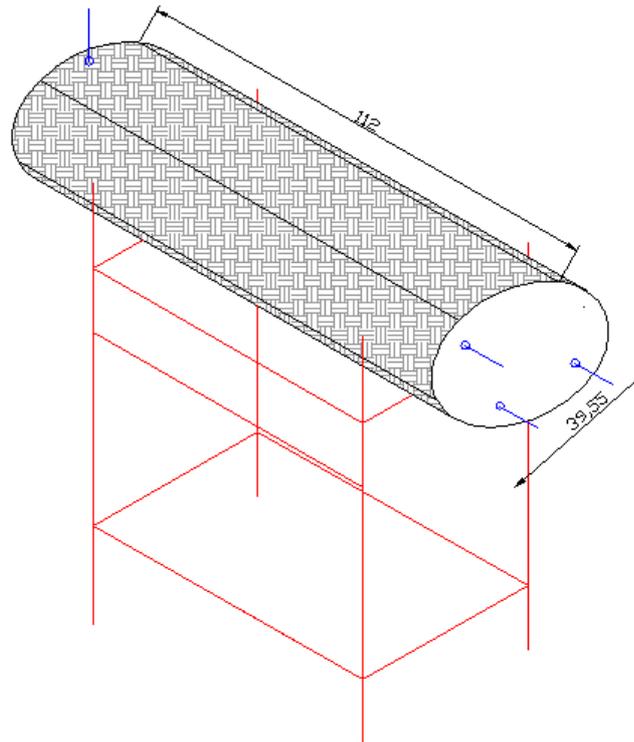


FIGURA 15 DIMENSIONES DEL TANQUE

Se adecúan las instalaciones para su funcionamiento, con tubería de cobre de 19mm, válvulas de compuerta y válvula de no retorno (check), teniendo en consideración el aumento del nivel del tinaco.



Ilustración 23 INSTALACIÓN HIDRÁULICA

Se coloca fibra de vidrio en medias cañas para el recubrimiento térmico del tanque, y mantenga o minimice la pérdida de calor, esta capa es de aprox. 5.0 centímetros, fijándola con resistol de contacto.



Ilustración 24 RECUBRIMIENTO FIBRA DE VIDRIO

La terminación del recubrimiento²² se realiza con lámina de aluminio corrugada y flejes del mismo material.



Ilustración 25 LAMINA DE ALUMINIO

El calentador terminado, se realiza prueba hidráulica a 3 Kgs/cm², listo para funcionar, a continuación se describen las herramientas y accesorios que se requieren para su fabricación, así como mediciones de temperatura en el colector y termo-tanque, y un costo aproximado del material de consumo.

²² Tiempo de ejecución 18 horas.

IV.5 HERRAMIENTA QUE SE REQUIERE PARA SU ELABORACIÓN



Ilustración 26 HERRAMIENTA DE MANO

Soplete de gas butano
Arco de segueta
Stylson No. 12
Perico No. 10
Juego de desarmadores
Pinza de chofer
Pinza de presión
Cortador de tubo
Martillo de bola
Cinzel
Fluxómetro



Ilustración 27 HERRAMIENTA DE MANO

Taladro de ½
Pistola de calafateo
Lentes de seguridad
Limas
Escuadra
Copleo
Tijeras para lámina
Lentes de 7 sombras
Esmeril
Sacabocados



Ilustración 28 HERRAMIENTA TÉRMINO

Extensión de uso rudo
Pistola de compresor
Guantes
Tira líneas
Remachadora
Brocas de fierro y p/concreto
Prensa



Ilustración 29 COMPRESOR



Ilustración 30 PLANTA DE SOLDAR



IV.6 TABLA DE TOMA DE LECTURAS

La siguiente tabla muestra un registro de la temperatura del tanque y del colector el día 04 de octubre de 2010, con una temperatura ambiente de 21°C.

HORA	TEMPERATURA COLECTOR	TEMPERATURA TANQUE
09:05	11.5° C	25° C
10:10	30° C	26° C
11:08	32° C	28.5° C
12:09	35° C	32.5° C
13:07	37° C	35° C
14:17	38° C	38° C
15:06	39° C	41.5° C
16:45	38° C	39.5° C
17:35	37° C	38.5° C

Nota: Esta tabla muestra que el colector sigue suministrando agua caliente por termosifón al tanque hasta que la radiación solar cesa.

La siguiente tabla muestra un registro de la temperatura del tanque y del colector.

FECHA	HORA	TEMPERATURA AMBIENTE	TEMPERATURA COLECTOR	TEMPERATURA TANQUE
02-octubre-2010	19: 10	20° C*	37° C	39° C
03-octubre-2010	19: 05	17° C*	31° C	34° C
04-octubre-2010	15: 06	21° C	39° C	41.5° C
05-octubre-2010	19: 35	20° C*	33° C	35° C
06-octubre-2010	19: 03	17° C*	30° C	33° C
07-octubre-2010	19: 00	20° C*	34° C	38° C
08-octubre-2010	16: 28	21° C	42° C	43.5° C
09-octubre-2010	19: 14	20° C*	29° C	35° C
10-octubre-2010	14: 58	21° C	43° C	43.5° C
11-octubre-2010	15: 08	20° C	39° C	42° C
12-octubre-2010	18: 20	21° C*	33° C	38° C
13-octubre-2010	16: 18	21° C*	37.5° C	44.5° C
14-octubre-2010	17:25	14° C**	20° C	29° C
15-octubre-2010	17:35	20° C*	35° C	37° C
16-octubre-2010	16:35	21° C	41° C	43° C
17-octubre-2010	16:45	21° C	40° C	42° C
18-octubre-2010	17:35	20° C	36° C	40° C
19-octubre-2010	18:18	25° C	39° C	41° C
20-octubre-2010	18:28	26° C	38° C	42.5° C
21-octubre-2010	16:28	25° C	42° C	43.5° C

21° C* día parcialmente nublado.

14° C** día nublado



IV.7 PRESUPUESTO DEL CALENTADOR

Hechura de cabezal, con tubería de cobre de 38 mm (1 ½ pulgada) tipo m, por 80 centímetros, realizando perforaciones con una broca de ¾ de pulgada para fierro de alta velocidad.

MATERIAL \$ 112.85

Hechura de serpentín con tubería de cobre de 19mm y conexiones del mismo diámetro en sus componentes interiores. Sus dimensiones son 2.07 por 0.72 metros, instalando 10 tubos en línea.

MATERIAL \$ 1 582.60

Hechura de base de fierro dulce, con ángulo de 1x1/8, para soportar la charola de lámina galvanizada (2.25m x 0.72m x 0.10m).

MATERIAL \$ 197.80

Se mando hacer la charola de lamina galvanizada con dimensiones 2.25m x 0.72m x 0.10m.

MATERIAL \$ 250.00

Realización de base de fierro (angula de 3/4) con cinco peldaños distribuidos a lo largo con cuadrado de 3/8.

MATERIAL \$ 147.00

Suministro de placas de poliestireno expandido de 20mm de peralte, sellándolo con silicón trasparente en sus aristas y sobreponiendo el serpentín ya terminado.

MATERIAL \$ 148.00

Colocación de manómetros y válvulas compuerta en las cuatro salidas para tomar lecturas del funcionamiento del serpentín. Así como su prueba hidrostática a 7 Kg/cm².

MATERIAL \$ 1 048.00



Colocación de vidrio de 6mm y silicón para un sellado hermético.

MATERIAL \$ 388.00

Suministro de tanque de almacenamiento, es la recuperación de un calentador G-30 de almacenamiento, que tiene una capacidad de 113.55 litros

MATERIAL \$ 200.00

Hechura de base de acero con ángulo de $1x\frac{1}{4}$ de espesor, tubular calibre 18 y 1 capa de laca auto motiva.

MATERIAL \$ 276.00

Instalación hidráulica con tubería de cobre de 19mm, válvulas de compuerta y válvula de no retorno (check). Para su funcionamiento.

MATERIAL \$ 873.00

Colocación de fibra de vidrio en cañas para el recubrimiento térmico del tanque, la capa es de aprox. 5.0 centímetros.

MATERIAL \$ 300.00

Colocación de lamina de aluminio corrugada y flejes del mismo material. Para proteger recubrimiento térmico.

MATERIAL \$ 355.00

COSTO GLOBAL DE ESTE PRESUPUESTO EXCLUSIVAMENTE

MATERIAL ES POR LA CANTIDAD DE.....\$ 5 878.25



IV.8 FICHAS TÉCNICAS

FICHA TÉCNICA DE UN CALENTADO SOLAR DE AGUA COMERCIAL

CALENTADOR SOLAR COMERCIAL	
COLECTOR SOLAR	
COMPONENTES Y MATERIALES	ESPECIFICACIONES
TIPO DE MATERIAL	ALUMINIO Y COBRE
LARGO (mm)	1837
ANCHO (mm)	980
CUBIERTA DEL COLECTOR SOLAR	
COMPONENTES Y MATERIALES	ESPECIFICACIONES
TIPO DE MATERIAL	VIDRIO TEMPLADO
TERMO TANQUE	
COMPONENTES Y MATERIALES	ESPECIFICACIONES
DIÁMETRO DEL TANQUE (mm)	550
LARGO(mm)	1275
RECUBRIMIENTO EXTERIOR	POLIETILENO COLOR GRIS
ESTRUCTURA DE SOPORTE	
COMPONENTES Y MATERIALES	ESPECIFICACIONES
TIPO DE MATERIAL	ACERO AL CARBÓN CON PINTURA HORNEADA GRIS
SISTEMA INTEGRAL	
COMPONENTES Y MATERIALES	ESPECIFICACIONES
ORIENTACIÓN PREFERENTE	SUR
INCLINACIÓN O ÁNGULO DE USO (en grados)	22 +/- 2
PRESIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN (kg/cm ²)	3
TEMPERATURA PROMEDIO DIURNA (en grados)	30.5
TEMPERATURA PROMEDIO NOCTURNA (en grados)	20
COSTO (peso MX)	7, 950.00

FICHA TÉCNICA DE UN CALENTADO SOLAR DE AGUA CASERO

CALENTADOR SOLAR CASERO	
COLECTOR SOLAR	
COMPONENTES Y MATERIALES	ESPECIFICACIONES
TIPO DE MATERIAL	ALUMINIO Y COBRE
LARGO (mm)	2250
ANCHO (mm)	720
CUBIERTA DEL COLECTOR SOLAR	
COMPONENTES Y MATERIALES	ESPECIFICACIONES
TIPO DE MATERIAL	VIDRIO
TERMO TANQUE	
COMPONENTES Y MATERIALES	ESPECIFICACIONES
DIÁMETRO DEL TANQUE (mm)	395
LARGO(mm)	1120
RECUBRIMIENTO EXTERIOR	FIBRA DE VIDRIO Y ALUMINIO CORRUGADO
ESTRUCTURA DE SOPORTE	
COMPONENTES Y MATERIALES	ESPECIFICACIONES
TIPO DE MATERIAL	ACERO DULCE CON PINTURA AUTOMOTIVA GRIS
SISTEMA INTEGRAL	
COMPONENTES Y MATERIALES	ESPECIFICACIONES
ORIENTACIÓN PREFERENTE	SUR
INCLINACIÓN O ÁNGULO DE USO (en grados)	20 +/- 2
PRESIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN (kg/cm ²)	7
TEMPERATURA PROMEDIO DIURNA (en grados)	33.9
TEMPERATURA PROMEDIO NOCTURNA (en grados)	20
COSTO (peso MX)	5 878.25



CAPÍTULO V

MANUAL TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN



V.1 RECOMENDACIONES PREVIAS PARA LA INSTALACIÓN.

En los sistemas de termosifón se enumeran varios aspectos a considerar:

No instalar en un área sombreada por árboles, edificios o cualquier otra cosa que evite la incidencia directa del sol al panel solar.

Asegurarse que el lugar elegido para la instalación pueda soportar el peso del equipo. Anclar el calentador solar a una base de concreto de 5 cm de espesor.

Si existen temperaturas debajo de 7°C, se recomienda el uso de una válvula anticongelante.

Si la presión de entrada del agua al calentador solar es mayor a 1.5 kg/cm² se recomienda colocar una válvula reguladora de presión.

Si la dureza del agua es mayor a 350 partes por millón, se recomienda colocar un suavizador de agua previo a la entrada del calentador.

El sistema está diseñado para almacenar 113.55 litros de agua caliente y su rendimiento depende del consumo por persona, de los hábitos y condiciones climáticas del lugar.

Altura del tinaco, para un sistema por termosifón por gravedad a baja presión, se necesita que la salida del agua del tinaco este por encima del termo tanque, para suministrar agua por gravedad al sistema.

Ubicación. Se recomienda ubicar el equipo lo más cerca posible del sistema de respaldo (boiler), teniendo las conexiones y la tubería lo más cortas posibles para minimizar pérdidas de calor del sistema, además de usar aislante térmico en las tuberías.

Orientación. El calentador solar debe de estar orientado hacia el sur geográfico y en una zona donde no existan elementos que provoquen sombra. La exposición optima del colector directamente hacia el sur geográfico, donde la irradiación es más intensa. A mayor desviación con respecto al sur, se obtiene un peor rendimiento energético del calentador solar.



Para la instalación del equipo, no es necesario eliminar ningún equipo de calentamiento tradicional (boiler), solo hay que interrumpir el flujo de agua existente y colocar dos llaves de paso para alternar el uso de los equipos.

En el equipo el abasto de agua deber de ser por la parte más baja del termo tanque, y la salida de agua caliente, es por la parte lateral superior del termo tanque, y la salida superior del termo tanque es para poner el jarro de aire.

El agua del equipo en días muy soleados alcanza los 61°C por lo que deberá utilizar tubería de cobre por lo menos a dos metros de la salida del agua caliente, esto porque cualquier tubería de algún material plástico o similar a este puede doblarse o perder su forma y ocasionar algún problema en el funcionamiento de su calentador, en caso de utilizar tubería de metal hay que aislar toda la tubería expuesta tanto de agua fría como de caliente, para no tener pérdidas de temperaturas y así tener un mejor funcionamiento de su equipo.

Cuando se realicen las conexiones de la tubería en el equipo no se debe apretar con demasiada fuerza ya que puede dañarse el equipo, utilizaremos Chelack y Cinta de Teflón para no apretar demasiado, y cuando se apriete utilizaremos dos llaves Stylson, una para apretar y otra para contrarrestar presión.

Se coloca el equipo siempre una línea de desfogue, con una llave de nariz, para vaciar el equipo en caso de cualquier necesidad.

Una vez instalado el equipo deberemos dejar correr por lo menos unos 5 minutos el agua por la llave de nariz, esto para que se lave el interior del tanque y salga el jabón y alguna suciedad que pudiera haber quedado dentro del termo tanque.

Se recomienda no mover el equipo, hay que estar seguro de la parte donde se instalará definitivamente.

La instalación del equipo para Hidroneumático o de presión, se instala de manera muy semejante, la única diferencia es que se requiere un diseño interior especial, el cual cuenta con unos aditamentos, como un tanque de recuperación de agua, para reabastecer de agua el termo tanque ya que no se consume el agua que calienta el serpentín.



¿Por qué tener un Calentador Solar?

- ❖ Porque utiliza energía del sol, la cual tenemos a nuestra disposición todo el tiempo de manera gratuita, ocasionando una disminución del uso de gas hasta en un 70%.
- ❖ Disminuimos la dependencia del gas y la electricidad para el calentamiento del agua.
- ❖ Ayudamos a la disminución de la emisión de CO₂ a la atmósfera y contribuimos a combatir el calentamiento global.

V.2 COMPONENTES DEL SISTEMA EN SUS SALIDAS

RECOMENDACIONES DURANTE LA INSTALACIÓN:

Se debe llenar el sistema con agua por la mañana, cuando el serpentín este frío, podríamos tener alguna fuga por choque térmico.

Se debe nivelar el sistema antes y durante la instalación hidráulica. Se recomienda el anclaje del sistema una vez terminada la instalación del calentador solar, usando taquetes de acero de expansión y sellar adecuadamente las perforaciones hechas en la azotea para no perjudicar la impermeabilización.

Instalar una válvula de no retorno (check) a la entrada del sistema para evitar el retorno de agua caliente al tinaco.

Es obligatoria la instalación del jarro de aire en la parte superior del calentador solar cuya altura debe rebasar, ligeramente el nivel del tinaco o del vaso de expansión. Sin obstrucción alguna en la punta, ya que debe permitir que salga el vapor del tanque en los sobrecalentamientos y entre aire cuando se extrae agua.

Se recomienda que los diámetros de las tuberías de entrada y salida del termo-tanque, así como del jarro de aire sean iguales para evitar descompensaciones de presiones en el termo-tanque y este pueda dañarse.

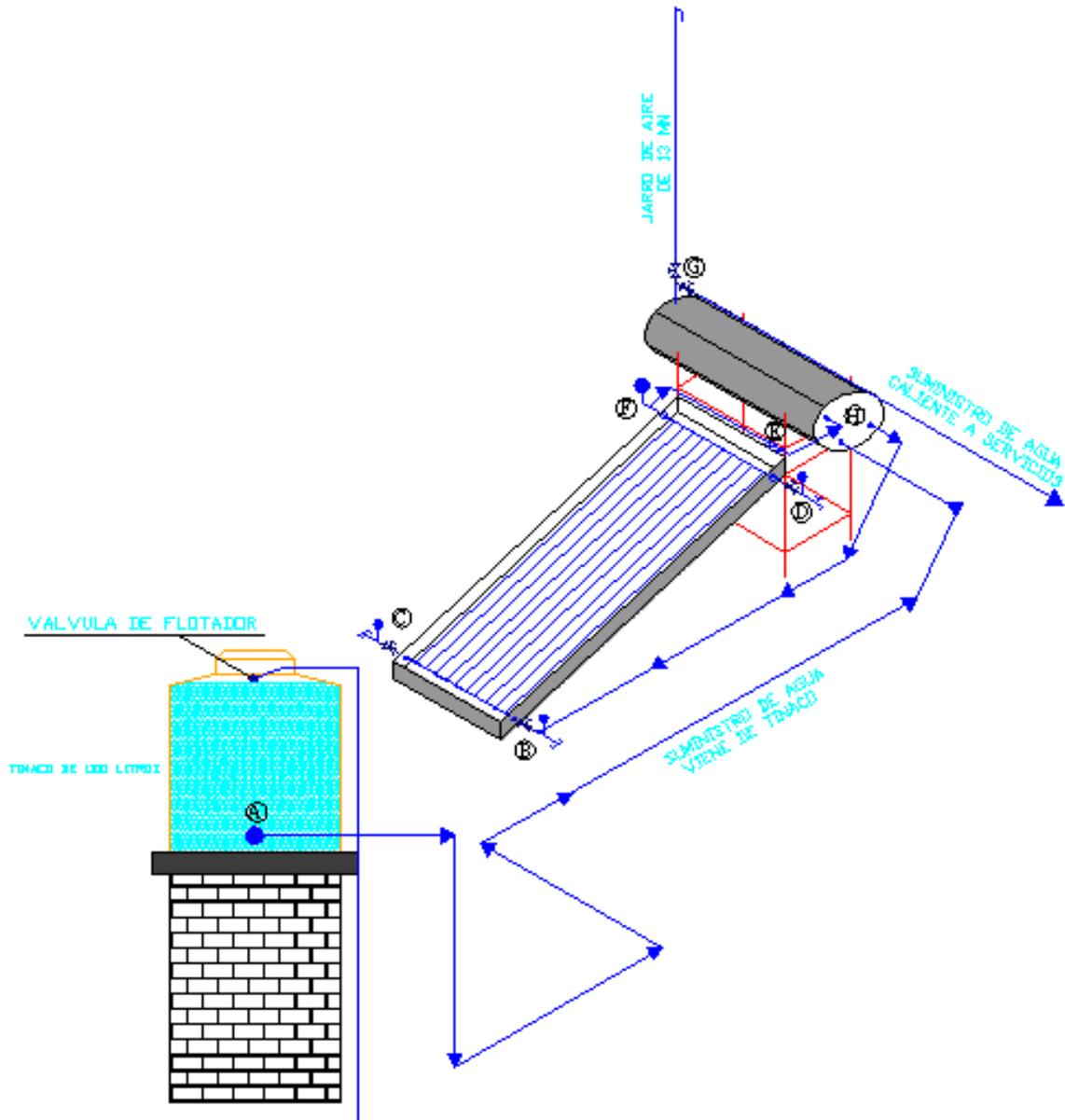


FIGURA 16 FLUJO DEL SISTEMA

COMPONENTES EN PUNTOS DEL CALENTADOR SOLAR:

- A) El Suministro de agua fría al sistema se realiza al interconectar una línea de 19 mm a la columna principal que suministra a servicios.

Se inserta una tee de 38 mm cobre, una reducción bushing de 39 x 19 cobre y una válvula de esfera de 19 mm para el control del área hidráulica que ocupará el calentador.

El abasto de agua se realiza con un depósito (tinaco rotoplas de 1100 litros), que debido a la necesidad de la instalación que requiere el calentador solar, el nivel de la base con respecto a la azotea es de 1.325 metros, se colocó una base de ángulo de 38mm para soportar el tinaco y reducir el peso.



Ilustración 31 DEPOSITO DE AGUA.

- B) Entrada de agua al colector solar con tubería de cobre de 19 mm y válvula de esfera, cuerpo de bronce del mismo diámetro y colocación de manómetro (máximo 11 kg/cm²), insertando tee de bronce con rosca al centro, para mediciones de presión por el calentamiento del líquido dentro del serpentín, se suprime la cola de cochino ya que la presión de trabajo en el sistema es menor de 2 Kgs/cm², se coloca en la parte inferior del colector.



Ilustración 32 SUMINISTRO DE AGUA AL SERPENTÍN

- C) Salida de purga de equipo, esta tubería tiene la función de drenar el serpentín y el tanque de almacenamiento, así como el realizar una purga en las instalaciones para evitar la acumulación de aire dentro del colector.



Ilustración 33 SALIDA DE DRENADO

La instalación se realiza con tubería de cobre de 19 mm, tee de bronce con rosca al centro, tapón de hierro galvanizado, niple de 13x100 mm y válvula de 13 mm compuerta roscable.

- D) Es una de las salidas del cabezal de 38mm cobre, se instaló con tubería de cobre de 19 mm, tee de bronce rosca al centro, colocación de manómetro (máximo 11 kg/cm²), válvula compuerta estándar roscable y llave de manguera del mismo diámetro.

Esta salida nos sirve para purga de colector y revisar temperatura con termómetro de mercurio. Así como su revisión de presión al momento de hacer la prueba hidrostática.



Ilustración 34 PURGA DE CABEZAL

- E) En esta línea que va del colector al termo-tanque también incluye una válvula de no retorno de 19mm, la cual fue colocada para evitar que el flujo se invierta con respecto al fenómeno de termosifón, y se tengan pérdidas de temperatura, una tuerca unión de bronce y una válvula compuerta soldable del mismo diámetro.



Ilustración 35 VÁLVULA DE NO RETORNO

- F) Es la segunda salida del cabezal, la cual lleva el agua caliente de colector a tanque de almacenamiento, con tubería de cobre de 38 y 19 mm, además de incluir en la línea un termómetro de varilla, con el cual se tomaron lecturas de temperatura en el serpentín.



Ilustración 36 SEGUNDA SALIDA DE CABEZAL



Ilustración 37 TERMÓMETRO DE VARILLA

La temperatura en el serpentín a diferentes horas del día, destacando las 14:30 hrs., en donde la temperatura del agua alcanzó los 61° C, con una temperatura ambiente de 21° C.

- G) Instalación de jarro de aire y salida de agua caliente que suministrara a los servicios con tubería de cobre de 19mm válvulas compuerta de 19 y 13mm y tee de fierro galvanizado. La altura del jarro de aire es de 2.715 metros de nivel de azotea a parte alta de tubería, teniendo un remate en el extremo.



Ilustración 38 JARRO DE AIRE Y SUMINISTRO

- H) En la siguiente ilustración se muestra la entrada de agua que viene del depósito en la parte baja izquierda, la salida a serpentín en la parte baja derecha y en la parte superior la entrada de agua caliente después de pasar por el colector, tanto la salida de agua a serpentín como la entrada de agua del colector tienen una vena dentro del termo-tanque con tubo de cobre de 13mm para reubicar la densidad del agua dentro del tanque.

Todas las instalaciones se realizan con tubería de cobre de 19mm y conexiones del mismo material.

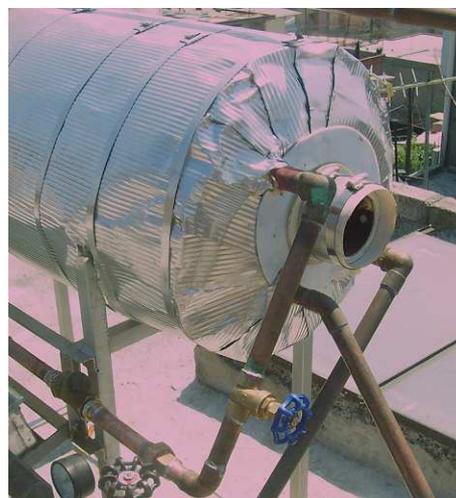


Ilustración 39 ENTRADAS AL TANQUE

- I) Se instala un termómetro en el costado de tanque de almacenamiento para la toma de lecturas marca TRERICE.



Ilustración 40 TERMÓMETRO EN EL TERMO-TANQUE

- J) La instalación para la interconexión se realiza, con la colocación de 2 válvulas de 19mm, una de esfera para controlar el suministro del calentador solar y una compuerta soldable para controlar la salida de agua caliente del calentador de paso.



Ilustración 41 BYPASS²³

V.3 INSTALACIÓN ESQUEMÁTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR

Las determinaciones de estos sistemas prevén tipologías de instalaciones solares térmicas, de modo que tendremos la posibilidad de adecuarnos o adaptarnos a las descripciones constructivas y arquitectónicas del edificio.

²³ Las válvulas hidráulicas bypass que observamos en la ilustración cumplen propósitos generales en el control de la presión de un circuito hidráulico, la operación de flujos, pueden operar como contrabalanceo, secuencia, descarga y otras funciones requeridas para las válvulas.

El objetivo básico de la instalación hidráulica de captación Solar es el de dotar a la edificación de una instalación que optimice el ahorro energético global, garantizando una durabilidad y una calidad suficiente.

Aunque parte de las instalaciones que se proponer a continuación son comunes, tienen una filosofía de funcionamiento y unos requerimientos de espacio y de componentes distintos, sean por gravedad o por presión.

Para el buen funcionamiento del sistema termosifónico y de las tuberías de conexión deben ser lo más cortas posibles y presentar bajas pérdidas de carga. A efectos de reducción de pérdidas de calor del sistema conviene que la tubería presente aislamiento térmico.

El agua caliente para uso domestico se puede tomar directamente desde el depósito acumulador, o también se puede enviar el agua caliente a través de un boiler de paso que, solo se encenderá en el caso en el que la temperatura del agua caliente sea inferior a la requerida. Esto es válido cuando el consumo de agua caliente es superior al que puede proporcionar el equipo solar o cuando hay varios días nublados.

El jarro de aire, aunque menos estético, es más seguro, por las altas temperaturas que se pueden obtener en el depósito y que hacen que la válvula expulsora sea más susceptible de falla.

Se manejan diferentes tipos de sistemas, los cuales representaremos en seguida esquemáticamente.

Existe la posibilidad de instalar, en cada vivienda, un control individualizado.

A continuación presentamos la ideología de funcionamiento junto con un esquema conceptual de cada uno de ellas.

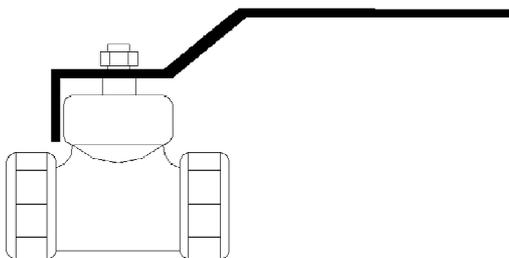


FIGURA 17 VÁLVULA DE GLOBO

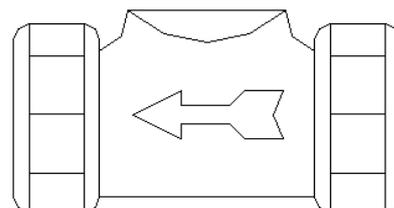


FIGURA 18 VÁLVULA CHECK

Esquema 1

Sistema con acumulación solar y calentador de apoyo individual, altura de tinaco 1.50 metros.

Características generales:

La generación de agua caliente se realiza en forma individual en la vivienda.

Requiere un espacio común para albergar el sistema de colector solar y tanque de almacenamiento.

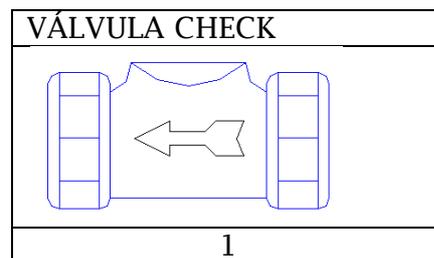
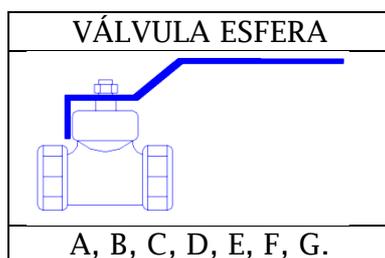
Existe una red de distribución, que abastece al calentador de paso, el fluido calorífico llega al sistema de apoyo y aumenta la temperatura en caso de que el sistema no se encuentre en óptimas condiciones de temperatura.

La red tiene uno o más derivaciones según la configuración de la vivienda.

En cada una de las viviendas, el usuario dispone de un calentador de paso individual y un sistema de control.

Un calentador de paso individual se encarga de aumentar la temperatura al agua caliente que consume la vivienda, si es necesario.

No es necesario la instalación un medidor de agua individual, ya que es cada vivienda la que aporta agua a su sistema.



CONFIGURACIÓN	VÁLVULA A	VÁLVULA B	VÁLVULA C	VÁLVULA D	VÁLVULA E	VÁLVULA F	VÁLVULA G
SISTEMA 100% SOLAR	Abierta	Abierta	Abierta	Abierta	Abierta	Abierta	Cerrada
SISTEMA TRADICIONAL	Abierta	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Abierta

Esquema 1

Sistema con acumulación solar y calentador de apoyo individual, altura de tinaco 1.50 metros.

Solo se coloca una válvula de no retorno, para evitar el contra flujo por presión de sistema solar.

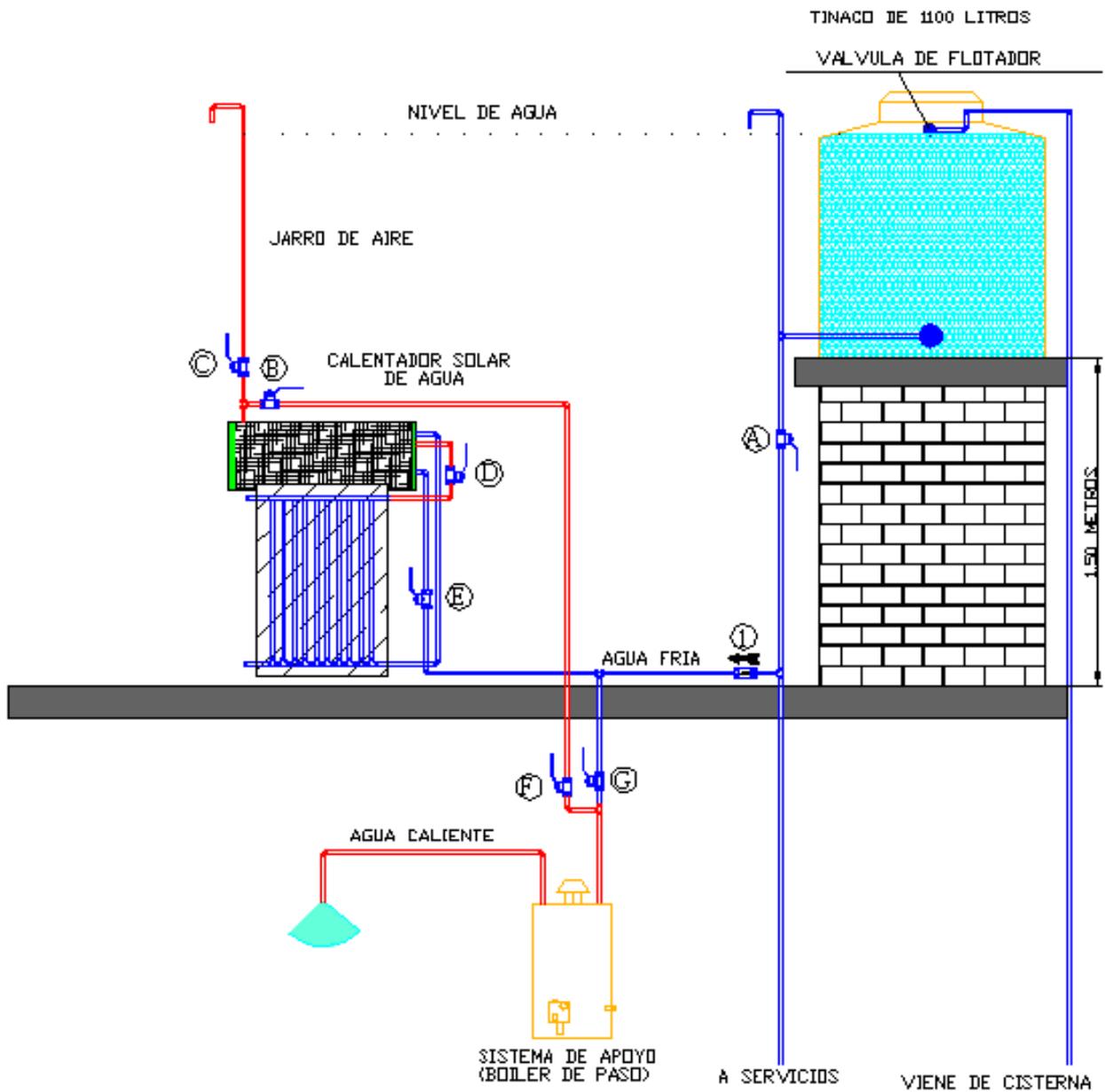


FIGURA 19 ESQUEMA 1

Esquema 2

Sistema con acumulación solar y calentador de apoyo individual, altura de tinaco 1.50 metros, más un incremento de 0.25-0.50 metros.

Características generales:

Se tienen las mismas características del esquema 1 y la misma configuración de válvulas.

Teniendo en consideración el incremento de presión y la altura de los jarros de aire.

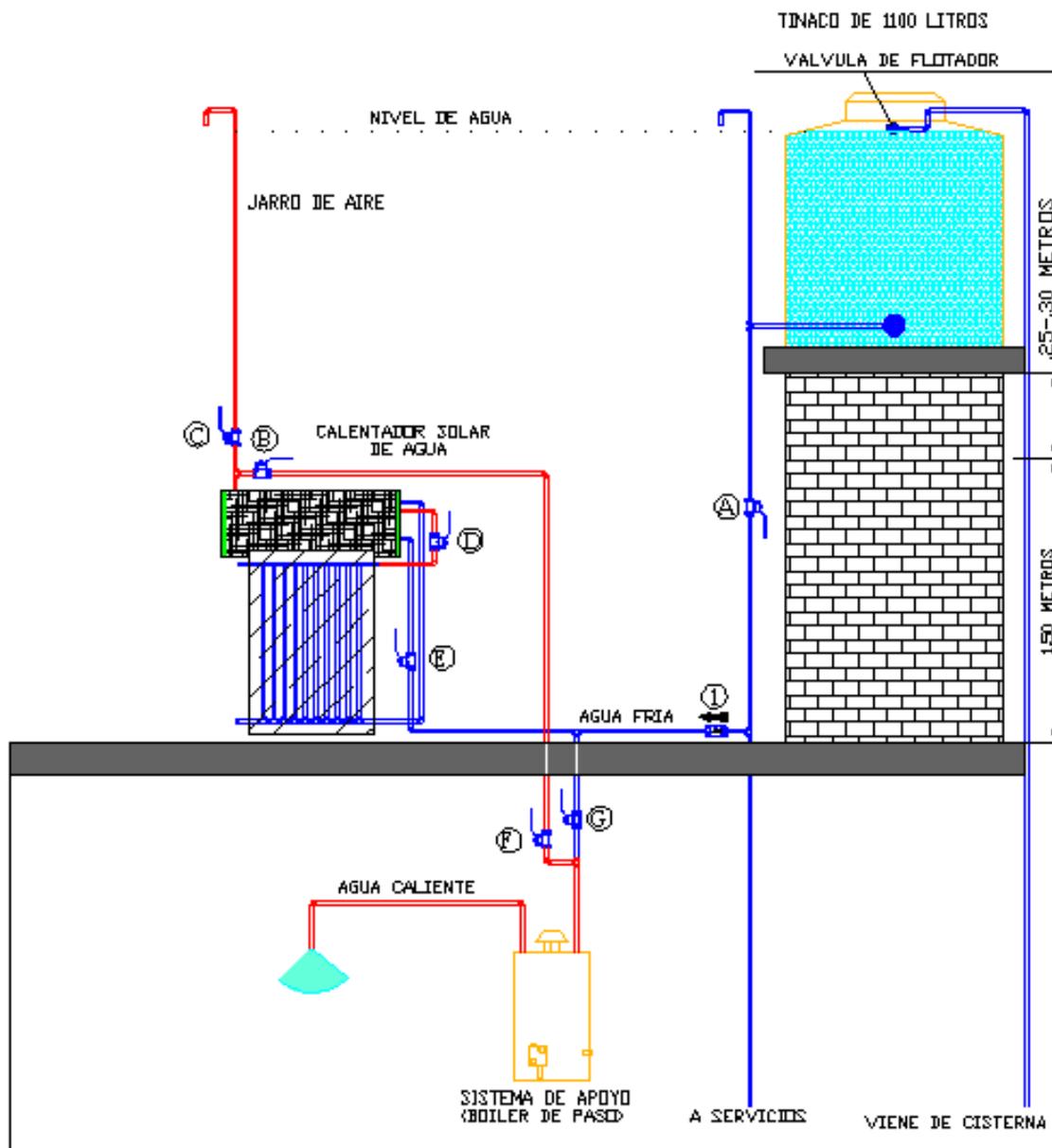


FIGURA 20 ESQUEMA 2

Esquema 3

Sistema con acumulación solar y calentador de apoyo individual, utilizando un sistema de Hidroneumático en área de cisterna.

Características generales:

Se tienen las mismas características y se agregará una cubeta de expansión o vaso de llenado en el termo-tanque.

Se tienen las mismas características del esquema 1 y la misma configuración de válvulas.

Se debe de utilizar un vaso de llenado cuando se alimenta el equipo solar a través de un equipo de hidroneumático, tanque elevado, red municipal de agua a presión cuando el tinaco este a más de 3 metros por encima del termo-tanque o cuando se requiera reducir la altura del jarro de aire.

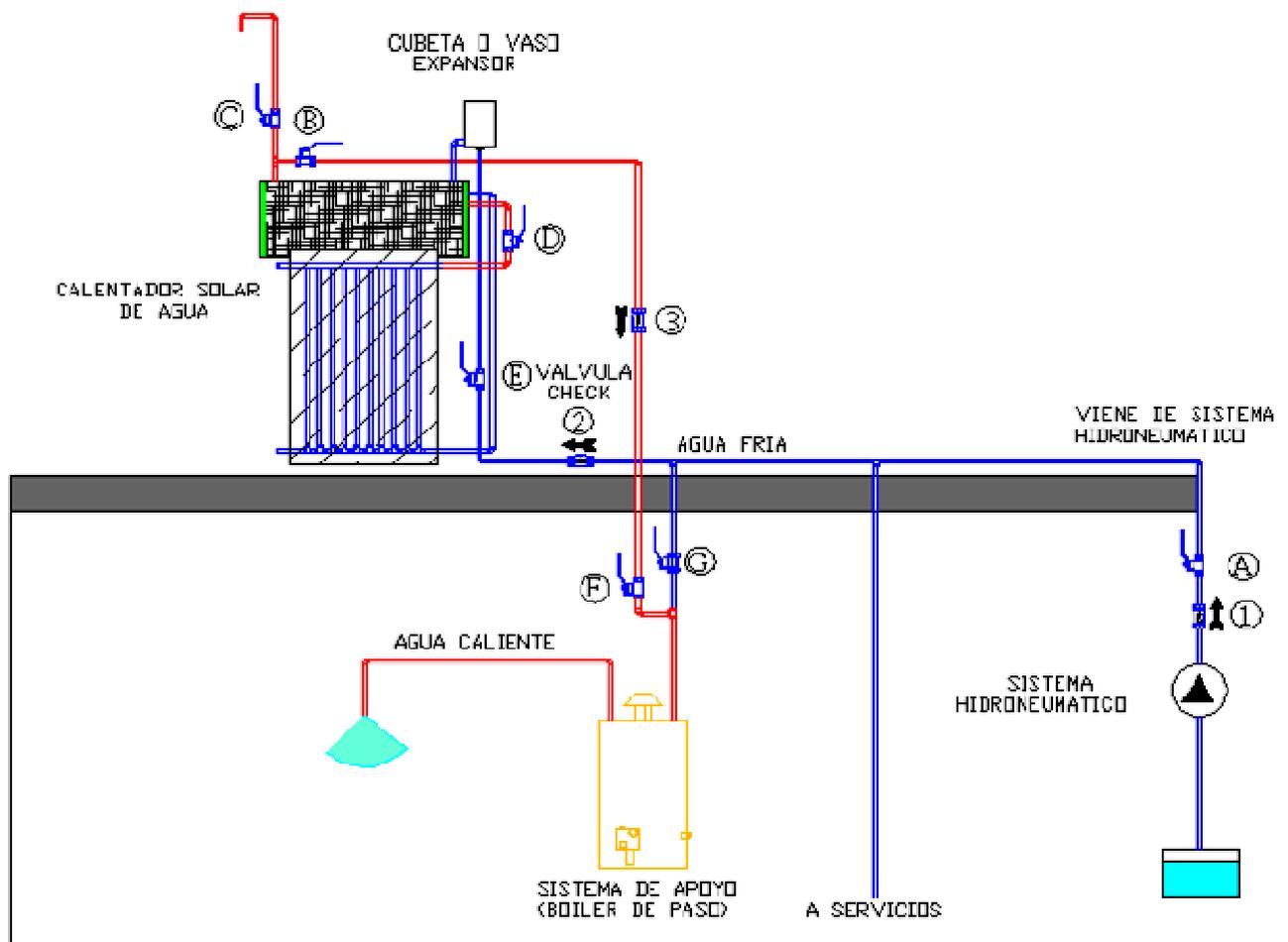


FIGURA 21 SISTEMA CON EQUIPO HIDRONEUMÁTICO

Esquema 4

Sistema con acumulación solar y calentador de apoyo individual, altura de tinaco a más de 5 metros del nivel.

Características generales:

Se tienen las mismas características del esquema 1 y la misma configuración de válvulas.

Se debe de utilizar un vaso de llenado cuando se alimenta el equipo solar a través de un equipo de hidroneumático, tanque elevado, red municipal de agua a presión cuando el tinaco este a mas de 3 metros por encima del termo-tanque o cuando se requiera reducir la altura del jarro de aire.

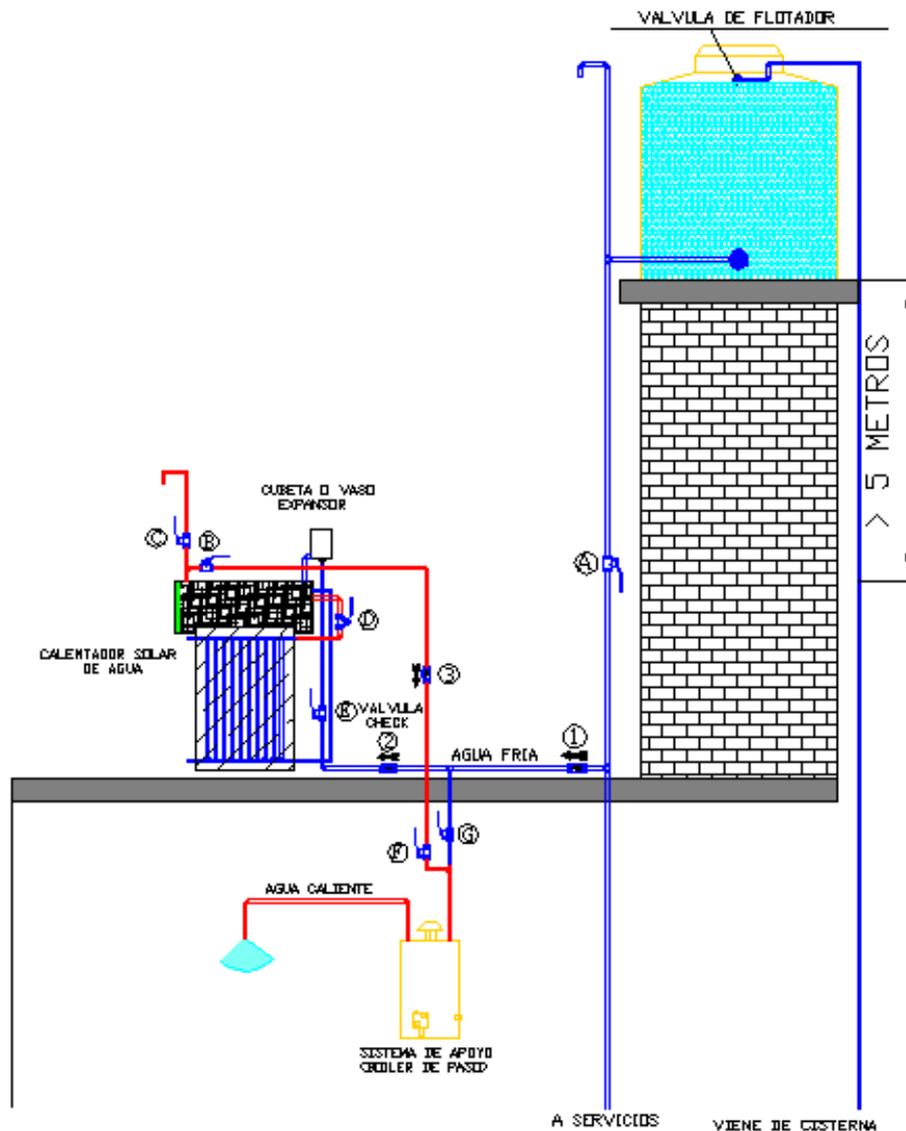


FIGURA 22 SISTEMA CON TINACO A MÁS DE 5 METROS.

Esquema 5

Sistema con acumulación solar y calentador de apoyo individual.

Características generales:

La generación de agua caliente se realiza en forma individual en la vivienda.

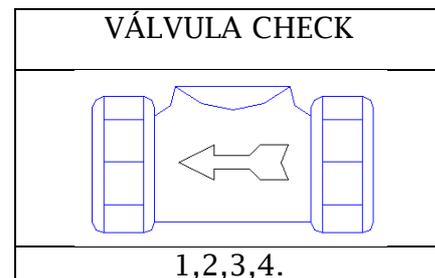
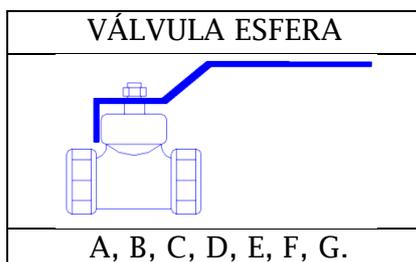
Requiere un espacio común para albergar el sistema de colector solar y tanque de almacenamiento.

Existe una red de distribución de agua caliente, el calentador de paso es suministrado por una línea independiente, y suministra el fluido a los servicios que se requieran, el fluido calorífico llega a los servicios por el calentador solar o por el calentador de paso, en caso de que el sistema se encuentre en óptimas condiciones de temperatura, se permitirá el paso directo del calentador solar.

La red tiene uno o más derivaciones según la configuración de la vivienda. En cada una de las viviendas, el usuario dispone de un calentador de paso individual y un sistema de control.

Un calentador de paso individual se encarga de aumentar la temperatura al agua caliente que consume la vivienda, si es necesario.

No es necesario la instalación un medidor de agua individual, ya que es cada vivienda la que aporta agua a su sistema.



CONFIGURACIÓN	VÁLVULA A	VÁLVULA B	VÁLVULA C	VÁLVULA D	VÁLVULA E	VÁLVULA F	VÁLVULA G	VÁLVULA H
SISTEMA 100% SOLAR	Abierta	Abierta	Abierta	Abierta	Abierta	Abierta	Cerrada	Cerrada
SISTEMA TRADICIONAL	Abierta	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Abierta

Esquema 6

Sistema con acumulación solar y calentador de apoyo individual, altura de tinaco 1.50 metros, más un incremento de 0.25-0.50 metros.

Características generales:

Se tienen las mismas características del esquema 1 y la misma configuración de válvulas.

Teniendo en consideración el incremento de presión y la altura de los jarros de aire.

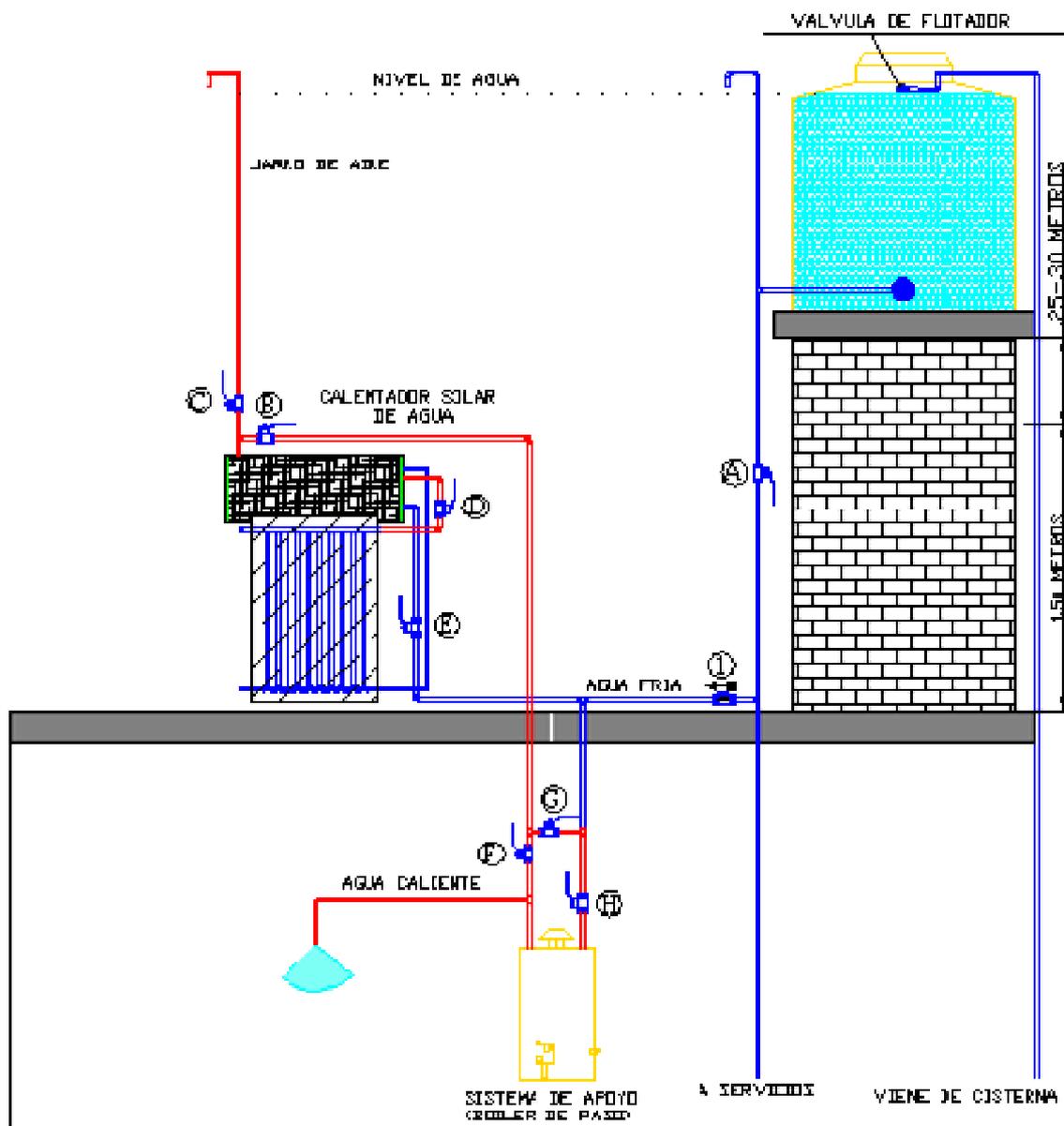


FIGURA 24 ESQUEMA 6

Esquema 7

Sistema con acumulación solar y calentador de apoyo individual, utilizando un sistema de Hidroneumático en área de cisterna.

Características generales:

Se tienen las mismas características y se agregará una cubeta de expansión o vaso de llenado en el termo-tanque.

Se tienen las mismas características del esquema 1 y la misma configuración de válvulas.

Se debe de utilizar un vaso de llenado cuando se alimenta el equipo solar a través de un equipo de hidroneumático, tanque elevado, red municipal de agua a presión cuando el tinaco este a más de 3 metros por encima del termo-tanque o cuando se requiera reducir la altura del jarro de aire.

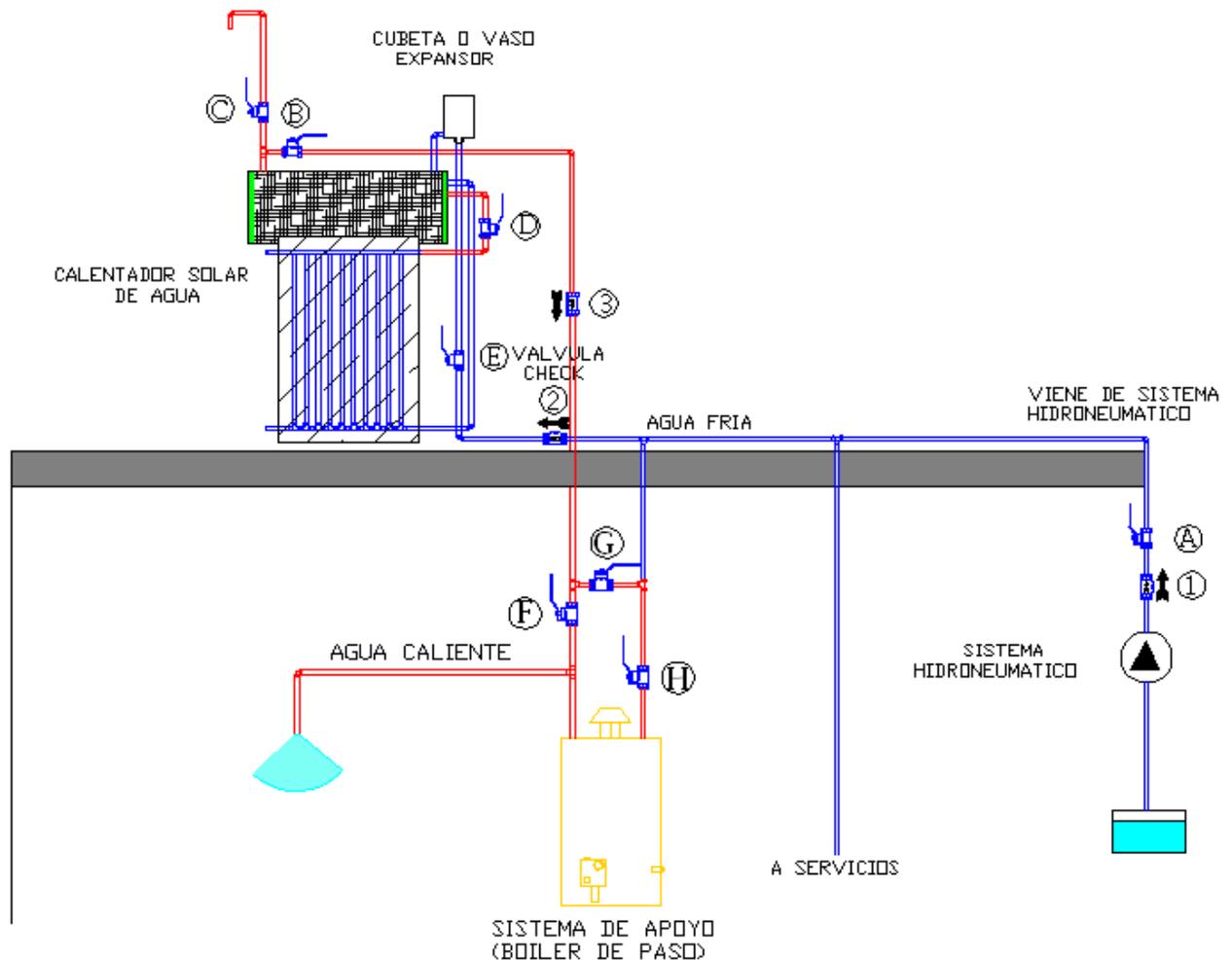


FIGURA 25 SISTEMA CON HIDRONEUMÁTICO

Esquema 8

Sistema con acumulación solar y calentador de apoyo individual, altura de tinaco a más de 5 metros del nivel.

Características generales:

Se tienen las mismas características del esquema 1 y la misma configuración de válvulas.

Teniendo en consideración el incremento de presión y la instalación de un vaso de llenado.

Se debe de utilizar un vaso de llenado cuando se alimenta el equipo solar a través de un equipo de hidroneumático, tanque elevado, red municipal de agua a presión cuando el tinaco este a más de 3 metros por encima del termo-tanque o cuando se requiera reducir la altura del jarro de aire.

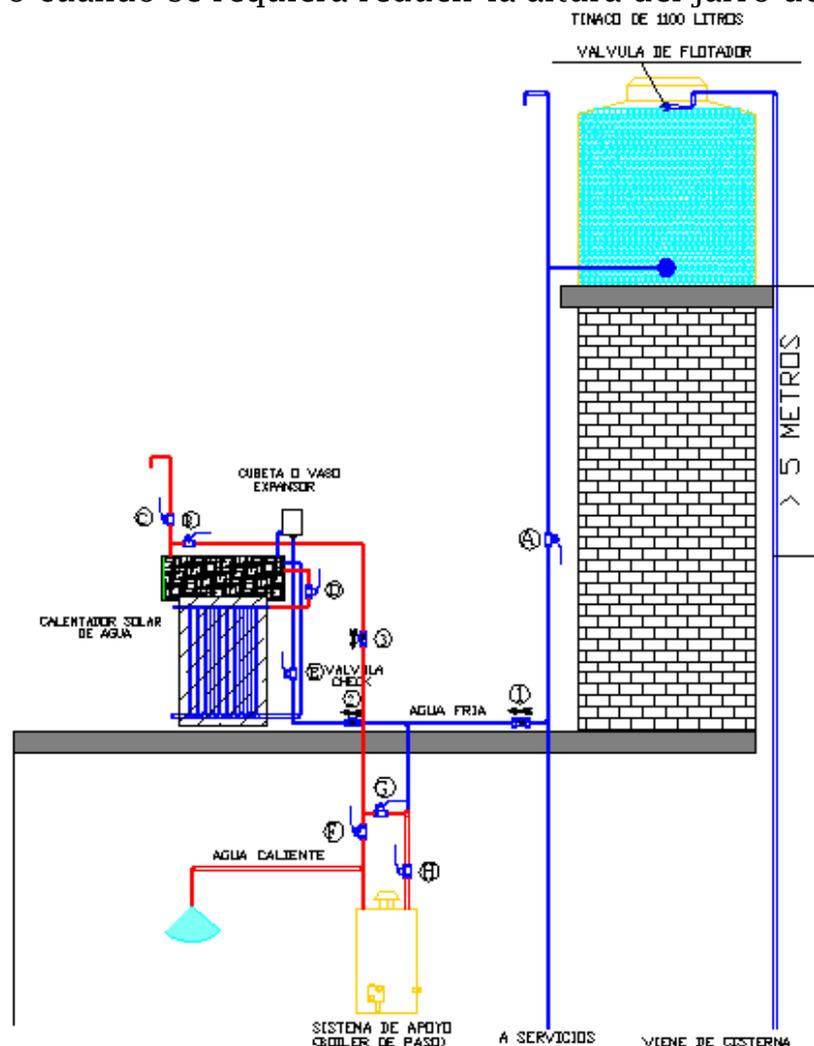


FIGURA 26 SISTEMA CON ALMACENAMIENTO A MÁS DE 5 METROS.



V.4 INSTALACIÓN ESQUEMÁTICA, EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR.

Las especificaciones de estos sistemas prevén tres tipologías de instalaciones solares térmicas, de modo que tendremos la posibilidad de adecuarnos o adaptarnos a las descripciones constructivas y arquitectónicas del edificio.

El objetivo básico de la instalación de captación Solar es el de dotar al edificio de una instalación que optimice el ahorro energético global, garantizando una durabilidad y una calidad suficiente.

Aunque parte de las instalaciones que se proponen a continuación son comunes, podemos afirmar que las configuraciones tienen una filosofía de funcionamiento y unos requerimientos de espacio y de componentes distintos.

Se manejarán tres diferentes tipos de sistemas, los cuales son:

- A.- Sistema con acumulación solar y calentador de apoyo individual.
- B.- Sistema con acumulación solar centralizada y calentador de apoyo individual.
- C.- Sistema de acumulación solar y caldera centralizada.

En adelante, a estas tres configuraciones se les denominará respectivamente;

tipo A
tipo B
tipo C

Existe la posibilidad de instalar, en cada vivienda, un control individualizado de modo que gracias a una válvula motorizada (de 2 o 3 vías) se eliminará la inter-acumulador cuando alcance una determinada temperatura.

No se considera dentro del esquema, ya que el nivel de instalación añade complejidad y costo económico sin aportar beneficios desde la óptica energética de la comunidad.

A continuación presentamos la ideología de funcionamiento junto con un esquema conceptual de cada uno de ellas.

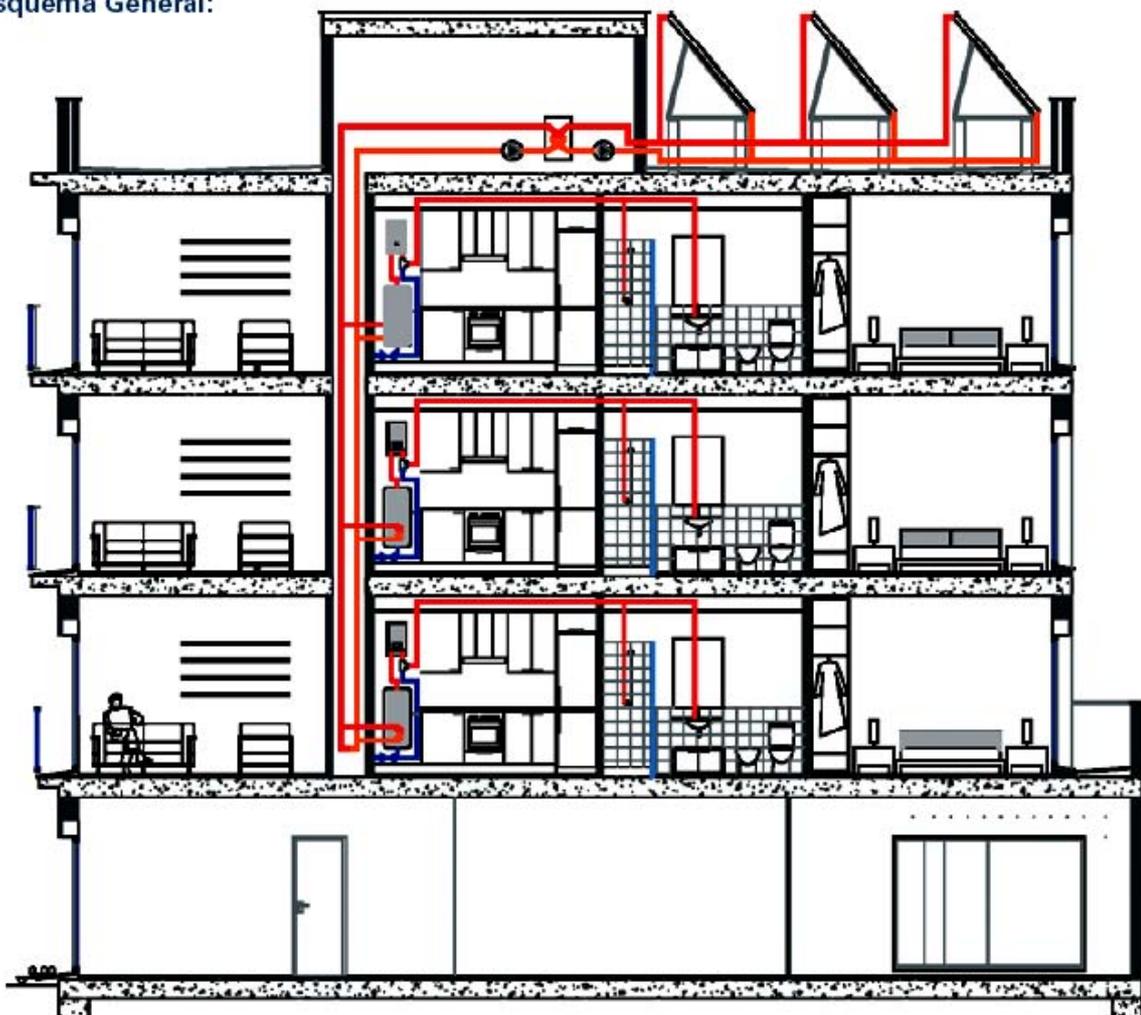
Esquema Tipo A

Sistema con acumulación solar y calentador de apoyo individual.

Características generales:

La generación de agua caliente se realiza en forma individual en cada vivienda. Requiere un espacio común para albergar el campo de colectores solares. Existe una red de distribución, en forma de anillo que hace llegar el fluido calorífico a cada vivienda. La red tiene uno o más montantes según la configuración del edificio. En cada una de las viviendas, el usuario dispone de un inter-acumulador, un calentador de paso individual y un sistema de control. Un calentador de paso individual se encarga de aumentar la temperatura al agua caliente que consume la vivienda, si es necesario. No es necesario la instalación un medidor de agua individual, ya que es cada vivienda la que aporta agua a su sistema.

Esquema General:

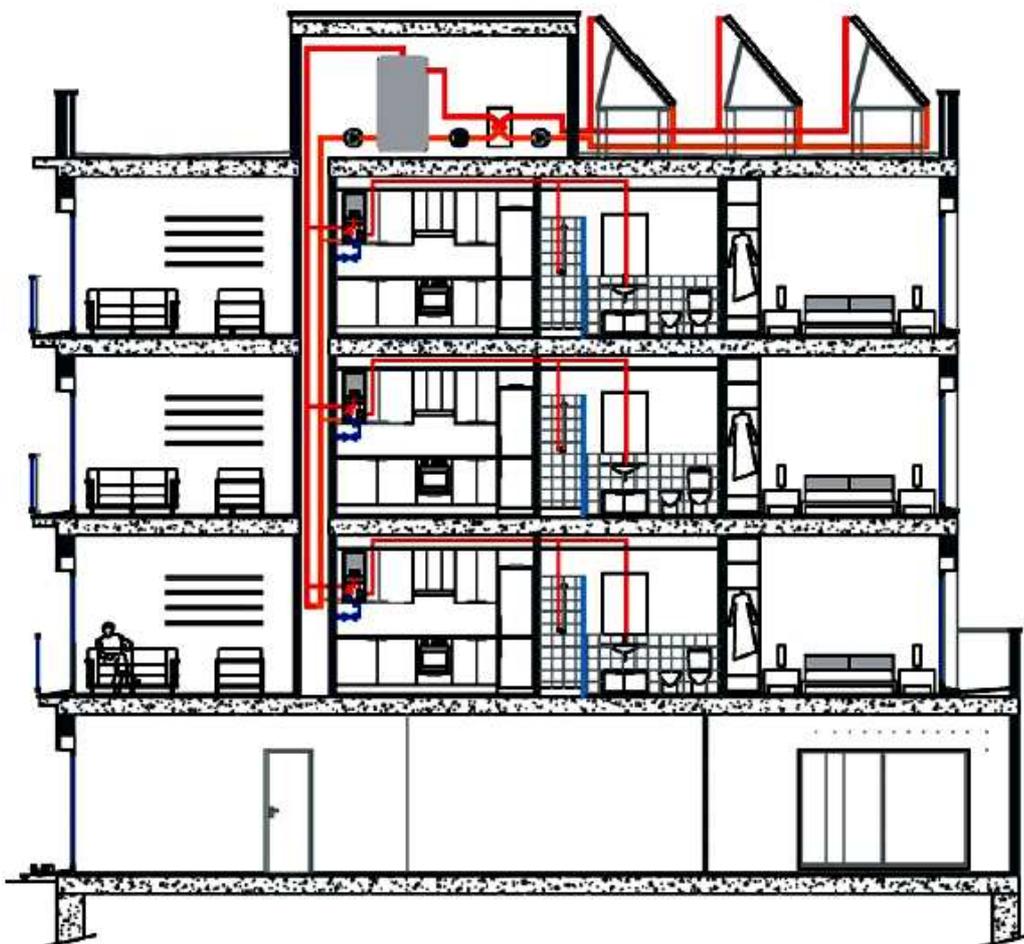


Esquema Tipo B

Sistema con acumulación solar centralizada y calentador de apoyo individual.

Características generales

La generación de agua caliente se realiza en forma individual en cada vivienda. Requiere un espacio común para albergar el campo de colectores solares y el termo-tanque de almacenamiento solar. Existe una red de distribución, en forma de anillo que hace llegar el fluido calorífico a cada vivienda. La red tiene uno o más montantes según la configuración del edificio. En cada una de las viviendas, el usuario dispone de un sistema de intercambio que aprovecha este calor solar para precalentar el agua de red que entra en la vivienda. Un calentador de paso individual se encarga de aumentar la temperatura al agua caliente que consume la vivienda, si es necesario. No es necesario la instalación un medidor de agua individual, ya que es cada vivienda la que aporta agua a su sistema.

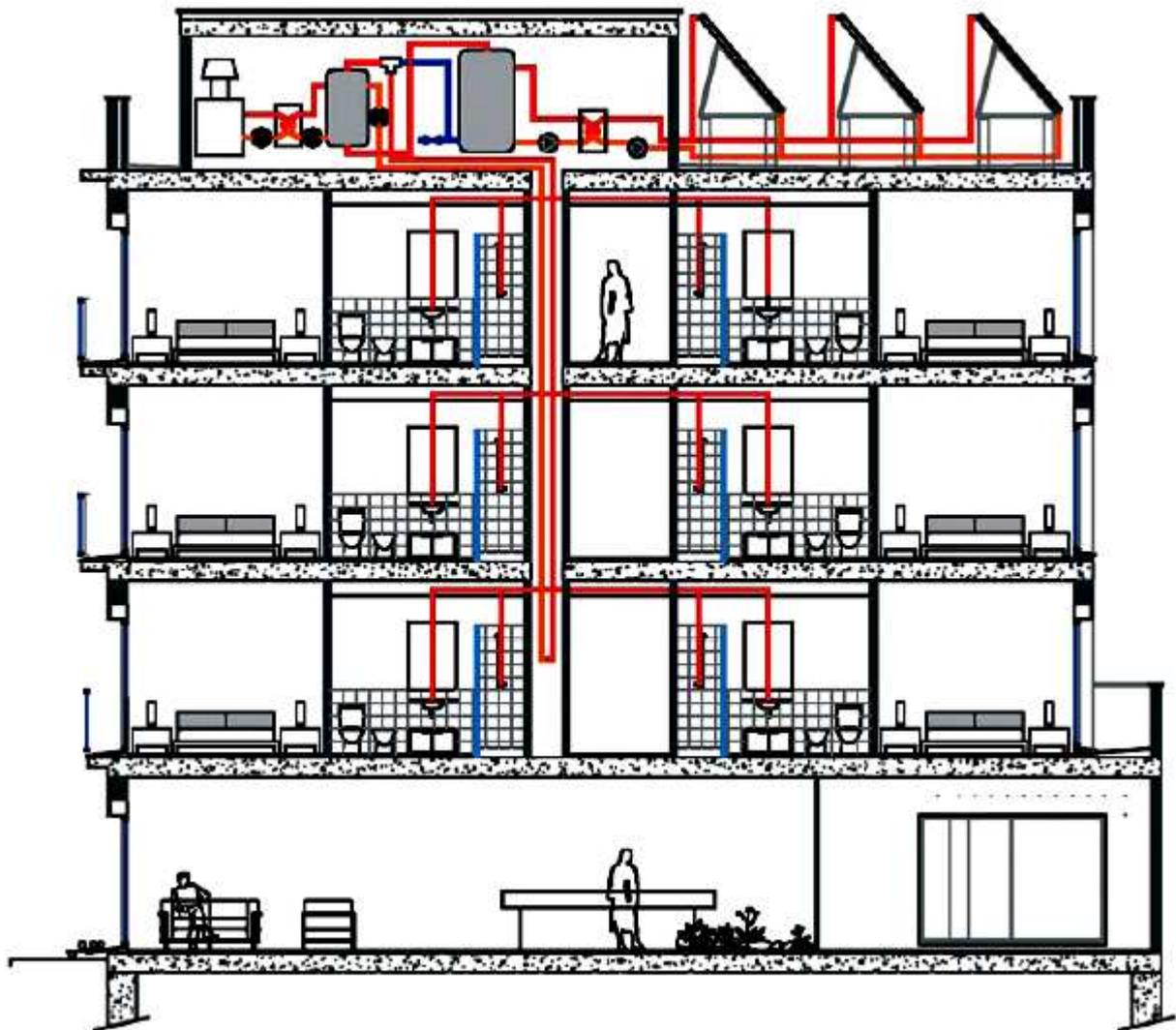


Esquema Tipo C

Sistema de acumulación solar y caldera centralizada.

Características generales

La generación de agua caliente se realiza en forma centralizada. Requiere un espacio común para albergar el campo de colectores solares y el termo tanque de almacenamiento solar y el sistema de apoyo. Existe una red de distribución, en forma de anillo que hace llegar el fluido calorífico a cada usuario. La red tiene uno o más montantes según la configuración del edificio. Se requiere la instalación de un contador de energía adicional en la entrada de cada vivienda, ya que la producción de agua caliente es centralizada y se deben repartir los gastos de agua y gas.





V.5 MANTENIMIENTO

Para garantizar la plena eficiencia del Calentador Solar, se debe proceder a revisar lo siguiente:

El panel solar no debe presentar fisuras.

No deben existir fugas en las conexiones o líneas de conducción del sistema.

Verificar que los tornillos no estén flojos en toda la instalación.

Es importante recordar que una buena instalación ayudará a gozar de múltiples beneficios, tales como:

Ahorro de alrededor de 27 kilos de gas mensual, dependiendo de las condiciones climáticas del lugar.

Una vida útil mayor a 30 años.

Aprovechar la energía solar y contribuir al cuidado de la ecología.

Almacenar suficiente agua caliente durante todo el día.

Es necesario realizar una revisión minuciosa de todo el equipo semestralmente, a fin de verificar su buen funcionamiento y el estado general de sus componentes.

Limpieza:

Conviene limpiar periódicamente el colector (depende de la cantidad de lluvia, el polvo, la contaminación del lugar donde se ubique el calentador solar). Esta acción se puede realizar con un paño suave y agua caliente o su puede limpiar con una solución jabonosa tallando con cuidado, estas recomendaciones se deben seguir siempre en horas de poca insolación.

Hojas:

Durante el otoño, las hojas de los arboles se pueden acumular sobre el colector o sobre el termo-tanque. Se deben quitar estas hojas para asegurar el funcionamiento óptimo del calentador solar.



Aislamiento:

Los tubos del sistema hidráulico, cercanos al colector solar, deben tener un buen aislamiento térmico, este aislamiento debería ser comprobado cada año o cuando presente daño, como aislamiento se debe utilizar espuma estabilizadas, medias cañas de fibra de vidrio y cubierta de lámina de aluminio para evitar un rápido deterioro.

Drenaje del colector:

Puede requerirse el drenado de los tubos que forman parte del serpentín y del termo-tanque para el mantenimiento programado, desplazamiento del colector o en la reparación para condiciones sumamente frías.

Este drenado del sistema se recomienda cada 12 meses, en la cual se verifica la acumulación de lodos o la suciedad depositada en la parte más baja del colector o en el termo-tanque, para hacer la limpieza del colector se debe abrir la válvula que se encuentra en la parte inferior del colector (válvula de drenado), dejar desalojar toda el agua e inyectar agua con poco jabón (se debe agregar poco jabón líquido al agua y agitar hasta que se disuelva en el agua completamente, teniendo una consistencia muy espumosa) en contra flujo o agua avinagrada, enjuagarlos muy bien y volver a instalar algún componente retirado y cerrar la válvula.

Para la limpieza del termo-tanque, que se recomienda hacer junto con la limpieza del colector, se debe cerrar la entrada de agua fría y esperar a que el nivel baje, posteriormente cerrar la salida de agua caliente del termo-tanque, abrir la válvula de drenado y esperar a que se vacíe.

Si es necesario enjuagar el termo-tanque, se cierra la válvula de drenado y se abre la válvula de entrada de agua fría, se deja llenar un cierto nivel, se cierra la válvula de entrada y se abre la válvula de drenado para que se enjuague el termo-tanque. Si no es necesario enjuagar el termo-tanque se cierra perfectamente la válvula de drenado.

Después de cerciorarse que esté conectado perfectamente el sistema se llena y se pone en funcionamiento nuevamente.



CONCLUSIONES

PRIMERA: Al término de la presente tesis, se cumple con el objetivo general especificado al principio del trabajo. Ya que se logró detallar el proceso constructivo de un calentador solar de agua que es funcional, y debido a sus características se puede denominar sustentable. Además se elaboró un manual que especifica la correcta instalación del calentador solar de agua.

SEGUNDA: Se cumplen los objetivos particulares que se mencionaron al inicio. Como lo es haber determinado el gasto de la casa habitación igual a $Q = 0.576$ (L/seg), por lo que tendremos suficiente agua caliente para suministrar a los muebles que lo requieran para dos duchas a una temperatura de 43°C , aproximadamente.

TERCERA: Se cumplió con el propósito de realizar un manual técnico que especifique las recomendaciones de instalación necesarias para la correcta función del calentador solar, comprobando estas en físico con el calentador solar realizado.

CUARTA: Se comprobó el efecto de termosifón al momento de observar que el agua re-circulaba sola, dado a este fenómeno, y que la instalación de una vena en el termo tanque es de gran importancia para que este fenómeno ocurra.

QUINTA: Se demostró la funcionalidad del calentador en base a las medidas de temperatura obtenidas tanto del serpentín como del tanque de almacenamiento, dado a que en varias ocasiones con diferentes condiciones climáticas se consiguieron temperaturas mayores a 41°C , temperatura mínima del agua que resulta confortable para un baño. Siendo las 15:00 Hrs. el horario en el que está en su apogeo nuestro calentador solar.

SEXTA: Se demostró mediante costo que el calentador solar casero es económicamente viable, ya que al realizar el presupuesto del calentador construido se obtuvo que el elaborarlo cuesta un aproximado de 5 mil 878 pesos, y el equipo más básico comercial tiene un costo aproximado de 7 mil 950 pesos más I.V.A., hay que tener en cuenta que en ambos casos falta agregar el costo por instalación que dependerá de la mano de obra que se requiera. Por lo cual se concluye que nuestro calentador es competitivo ante los calentadores industrializados.

SÉPTIMA: El sistema debe contar siempre con un calentador de apoyo, ya que hay que reconocer que la energía solar es intermitente y no siempre se podrá contar con una eficiencia del 100%.



OCTAVA: Se deberá tener en cuenta que el uso recomendado del calentador solar es alrededor de las 15:00 y 18:00 Hrs. Debido a que de las 19:00 Hrs. el serpentín va disminuyendo su temperatura, y debemos reconocer que el aislamiento del termo tanque si es funcional pero no es optimo.

NOVENA: Para mejorar la eficiencia del calentador solar es recomendable aumentar el área del panel solar (serpentín), esto en base a que si con un solo panel se obtienen temperaturas de hasta 61°C en el serpentín y con la transferencia de calor, el termo tanque llega a una temperatura de 43.5°C, al recolectar más agua caliente para un mismo tanque, la temperatura de este deberá aumentar.



BIBLIOGRAFÍA

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, Enrique César Valdez, UNAM Facultad de Ingeniería 1990.

APUNTES DE INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIÓN, Ing. Rafael Morgan Vázquez,

HIDRÁULICA, Samuel Trueba Coronel, Edit. CECSA, 1981.

HIDRÁULICA GENERAL, Gilberto Sotelo Ávila, Edit. LIMUSA, México 1996.

HIDRÁULICA PRÁCTICA, L. Andrew Simón, Edit. LIMUSA, México 1986.

LA MECÁNICA DE LOS FLUIDOS, Irving H. Shames, Edit. MCGRAW-HILL, México 1977.

MANUAL DE HIDRÁULICA, Horage Williams King, Edit. LIMUSA, México 1995

MANUAL DE INSTALACIÓN DE SU CALENTADOR DE AGUA SIESOL

MANUAL DE LAS INSTALACIONES EN LOS EDIFICIOS, Gay Fawcett Mcguinnes Stein, Tomo I, Edit. GG México 1991.

MANUAL DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS, GAS, AIRE COMPRIMIDO, VAPOR, Helvex 1986.

MANUAL PEDROLLO Electrobombas, Edit. B.P. de México S.A. de C.V.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL, Luis Arnal Simón, Max Betancourt Suárez, Edit. Trillas Reimpresión 2007.

[http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoA%20\(6\).pdf](http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoA%20(6).pdf)

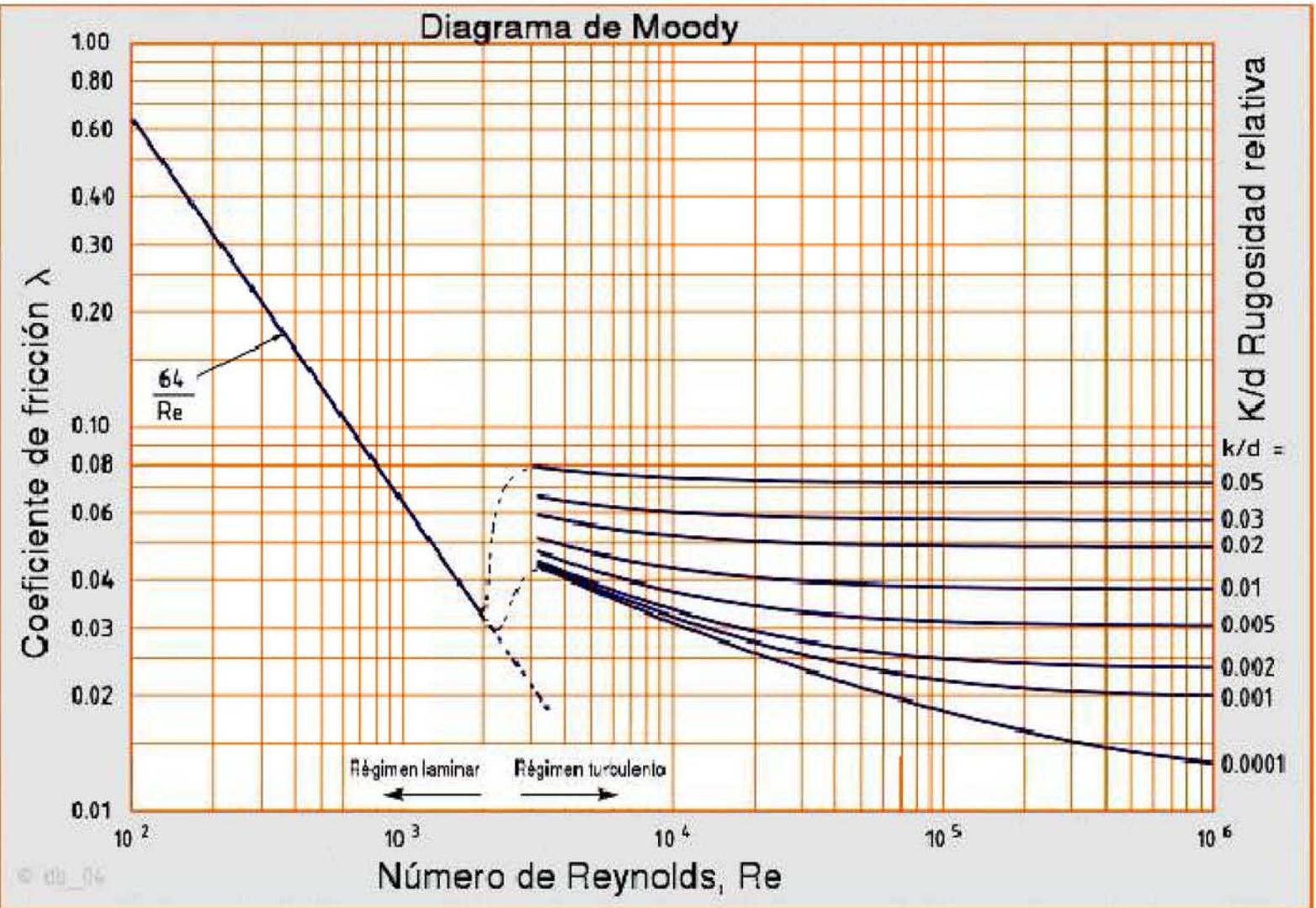
http://www.siesol.com.mx/index_es.php?action=page&option=26



ANEXOS



ANEXO I





ANEXO 2

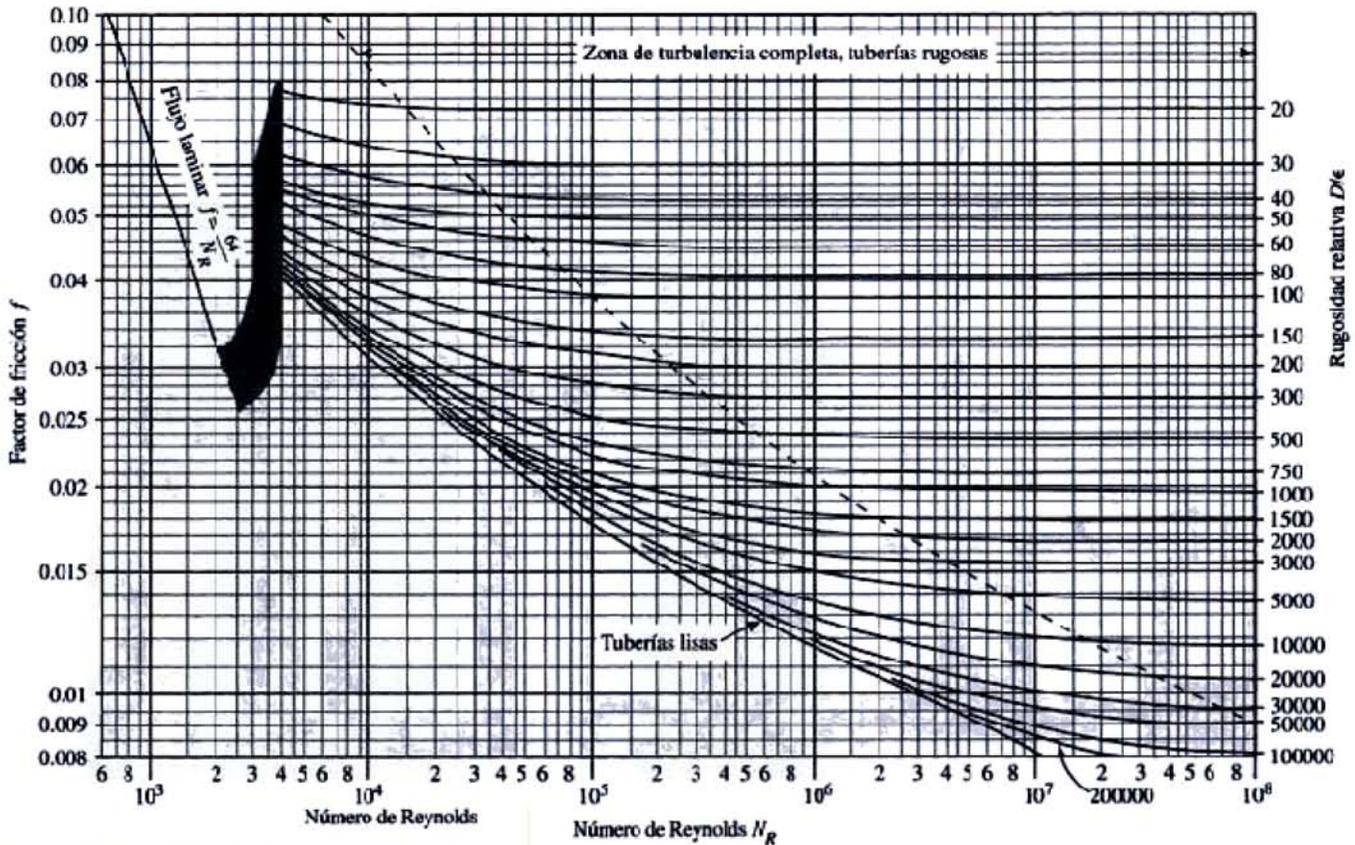
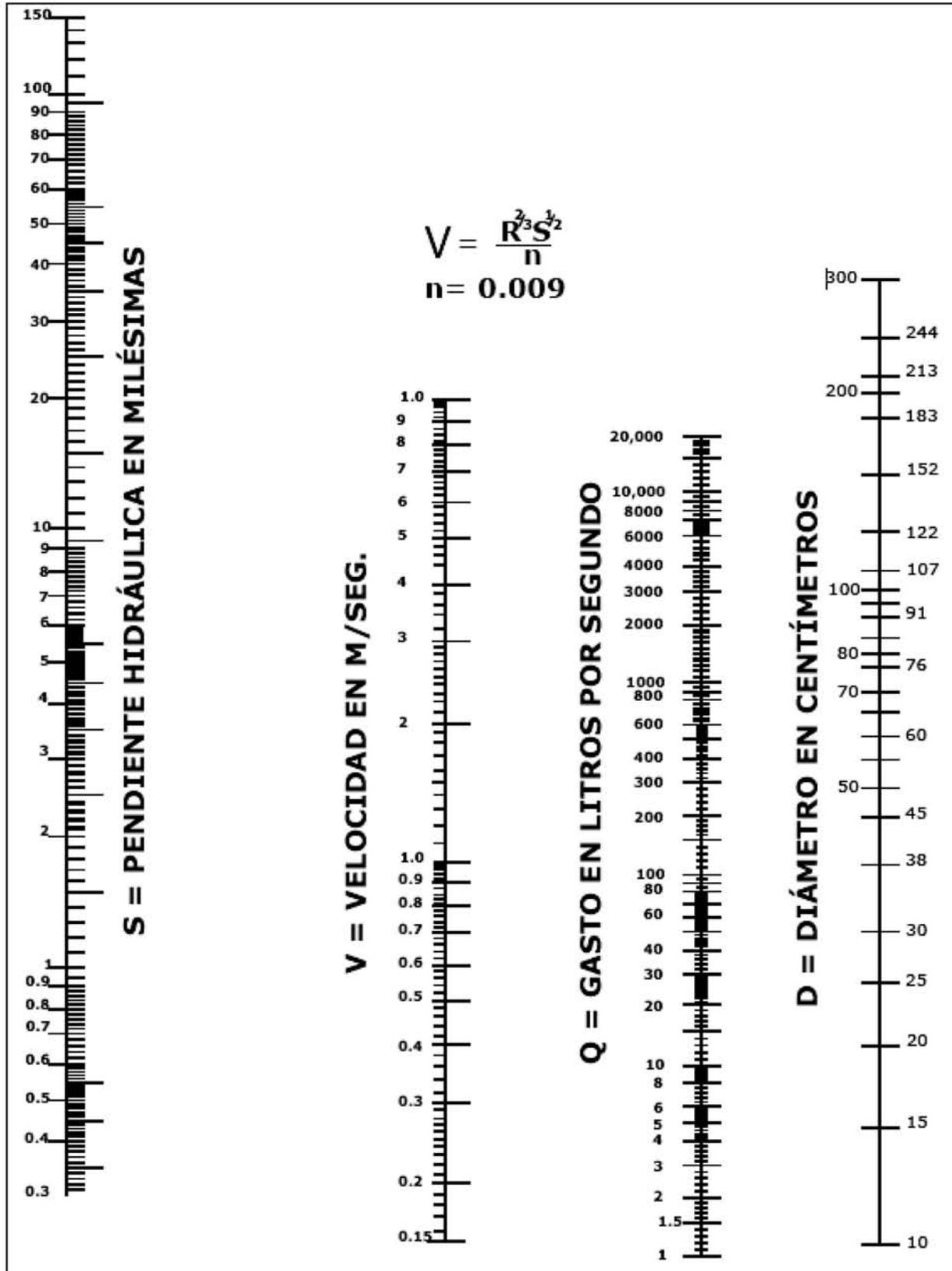


Diagrama de Moody. (Fuente: Pao, R. H. F. 1961. *Fluid 1*)

R. H. F. 1961. *Fluid Mechanics*. Nueva York: John Wiley e hijos, p. 284.)

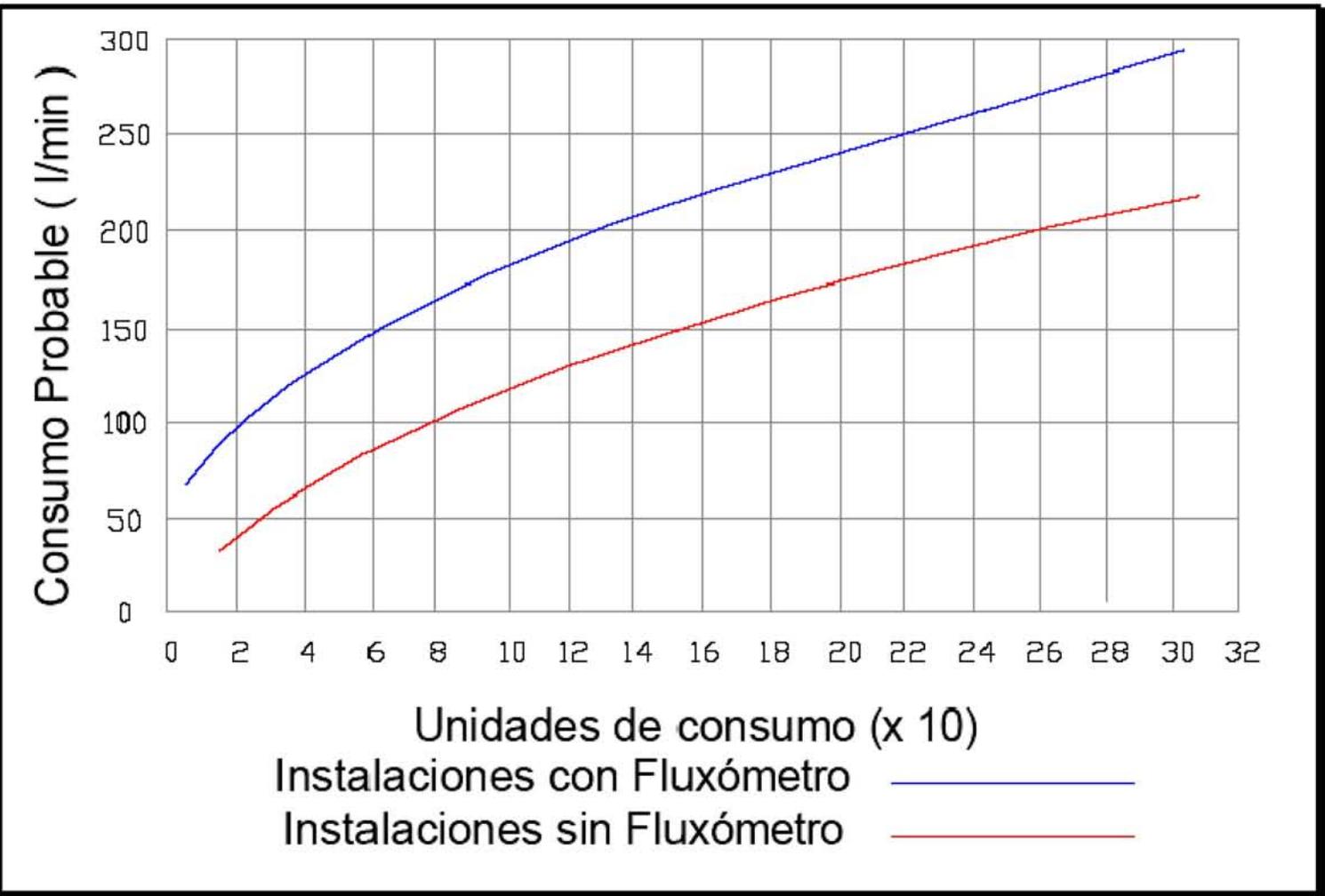


ANEXO 3



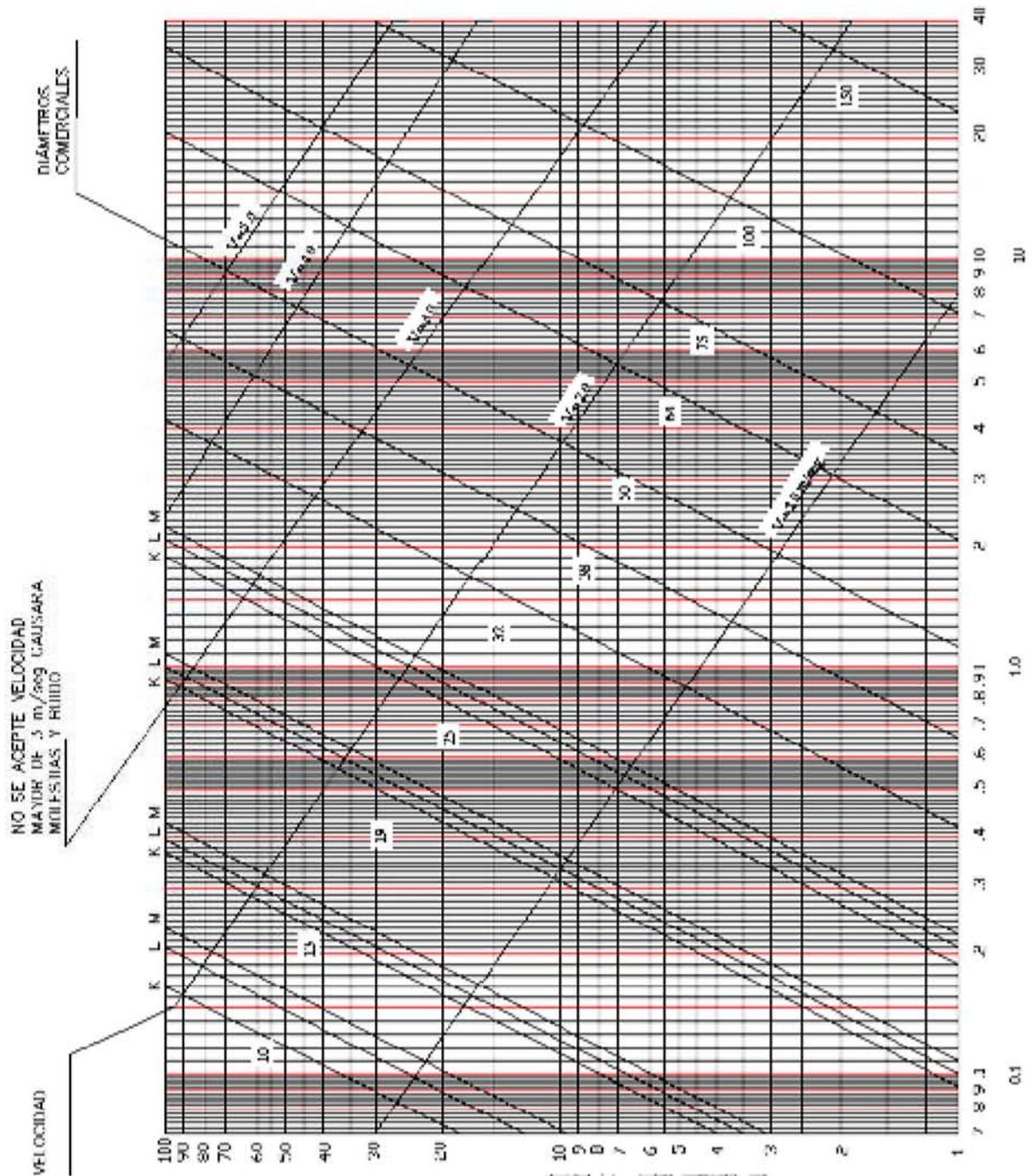


ANEXO 4





ANEXO 5





ANEXO 6

LONGITUDES A LAS CUALES EQUIVALEN LAS CONEXIONES Y VÁLVULAS DEBIDO A PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN METROS DE TUBO RECTO DEL MISMO DIÁMETRO						
TIPO DE CONEXIÓN O VÁLVULA	DIÁMETROS EN PULGADAS Y MILÍMETROS					
	$\frac{3}{8}$ 10 mm	$\frac{1}{2}$ 13 mm	$\frac{3}{4}$ 20 mm	1 25 mm	1 $\frac{1}{4}$ 32 mm	1 $\frac{1}{2}$ 40mm
CODO DE 90°	0.44	0.56	0.62	0.84	0.79	0.95
CODO DE 45°	0.33	0.42	0.41	0.56	0.394	0.48
VÁLVULA DE COMPUERTA	0.22	0.28	0.21	0.28	0.24	0.20
VÁLVULA DE GLOBO	3.52	4.48	4.92	6.72	7.12	8.55
VÁLVULA DE GLOBO ANGULAR	1.98	2.52	2.87	3.92	3.95	4.75
VÁLVULA RETENCIÓN HORIZONTAL	3.52	4.48	4.92	6.72	7.12	8.55
VÁLVULA RETENCIÓN VERTICAL	1.76	2.24	2.46	3.36	3.55	4.27
VÁLVULA DE PÍE (PICHANCHA)	1.76	2.24	2.46	3.36	3.55	4.27
LLAVE DE CUADRO	0.88	1.12	0.82	1.12	1.19	1.43
LLAVE DE FLOTADOR	1.54	1.96	1.64	2.24	2.37	2.85
LLAVE BANQUETA O INSERCIÓN.	0.88	1.12	0.82	1.12	1.19	1.43
VÁLVULA DE RETENCIÓN COLUMPIO	1.76	2.24	2.46	3.36	3.55	4.27
"T" DE PASO DIRECTO SIN CAMBIO DE GASTO	0.22	0.28	0.21	0.28	0.24	0.29
"Y" DE PASO DIRECTO SIN CAMBIO DE GASTO	0.66	0.28	0.21	0.28	0.24	0.29
"T" EN CONTRACORRIENTE	0.66	0.84	1.23	1.68	2.37	2.85
"T" DE PASO DIRECTO CON CAMBIO DE GASTO	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	0.95
"T" RAMAL	0.33	0.42	0.62	0.84	0.19	1.43
"Y" DE PASO DIRECTO CON CAMBIO DE GASTO	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	0.95
"Y" RAMAL	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	0.95
AMPLIACIÓN	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	0.95
MEDIDOR	4.40	5.60	6.56	8.96	10.30	12.36
CALDERA O CALENTADOR	0.55	0.70	1.03	1.40	1.98	2.39
SALIDA TINACO O INSERCIÓN DE TOMA	0.33	0.42	0.62	0.84	1.19	1.43
REDUCCIÓN	0.11	0.14	0.21	0.28	0.40	0.48



ANEXO 7

LONGITUDES A LAS CUALES EQUIVALEN LAS CONEXIONES Y VÁLVULAS DEBIDO A PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN METROS DE TUBO RECTO DEL MISMO DIÁMETRO						
TIPO DE CONEXIÓN O VÁLVULA	DIÁMETROS EN PULGADAS Y MILÍMETROS					
	2	2 ½	3	4	5	6
	50 mm	60 mm	76 mm	100 mm	125 mm	150 mm
CODO DE 90°	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
CODO DE 45°	0.65	0.85	1.15	1.5	2.0	2.5
VÁLVULA DE COMPUERTA	0.39	0.51	0.69	0.9	1.2	1.5
VÁLVULA DE GLOBO	9.10	11.90	16.1	21.0	28.0	35.0
VÁLVULA DE GLOBO ANGULAR	5.2	6.8	9.2	12.0	16.0	20.0
VÁLVULA RETENCIÓN HORIZONTAL	9.10	11.90	16.1	21.0	28.0	35.0
VÁLVULA RETENCIÓN COLUMPIO	4.55	5.95	8.05	10.5	14.0	17.5
VÁLVULA RETENCIÓN VERTICAL	4.55	5.95	8.05	10.5	14.0	17.5
VÁLVULA DE PÍE (PICHANCHA)	4.55	5.95	8.05	10.5	14.0	17.5
LLAVE DE CUADRO	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
LLAVE DE FLOTADOR	3.24	4.24	5.74	7.5	10.0	12.5
LLAVE BANQUETA O INSERCIÓN.	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
"T" DE PASO DIRECTO SIN CAMBIO DE GASTO	0.39	0.51	0.69	0.9	1.2	1.5
"Y" DE PASO DIRECTO SIN CAMBIO DE GASTO	0.39	0.51	0.69	0.9	1.2	1.5
"T" EN CONTRACORRIENTE	3.90	5.10	6.90	9.0	12.0	15.0
"T" DE PASO DIRECTO CON CAMBIO DE GASTO	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
"T" RAMAL	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
"Y" DE PASO DIRECTO CON CAMBIO DE GASTO	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
"Y" RAMAL	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
AMPLIACIÓN	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
MEDIDOR	15.60	20.40	27.60	36.0	48.0	60.0
CALDERA O CALENTADOR	3.24	4.24	5.75	7.5	10.0	12.5
SALIDA TINACO O INSERCIÓN DE TOMA	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
REDUCCIÓN	0.65	0.85	1.15	1.5	2.0	2.5



ANEXO 8

DEMANDAS DE AGUA CALIENTE, EN LITROS POR HORA, POR MUEBLE, CALCULADAS A UNA TEMPERATURA FINAL DE 60°										
	CASA DEPARTAMENTOS	CLUBS	GINNASIOS	HOSPITAL	HOTEL	PLANTA INDUSTRIAL	EDIFICIO OFICINAS	RESIDENCIA PRIVADA	ESCUELA	YMCA
LAVABO PRIVADO	5	5	8	5	5	5	5	8	8	8
LAVABO PÚBLICO	15	23	30	23	30	45	23	-	57	30
TINAS	75	75	110	75	75	110	-	75	-	110
LAVADORA TRASTOS	55	190/570	-	190/570	190/570	75/380	-	55	75/380	75/380
FREGADERO DE COCINA	38	75	-	75	75	75	-	38	38	75
LAVADORAS CHICAS	75	100	-	100	100	-	-	75	-	100
VERTEDEROS P. REGADERAS	20	40	-	40	40	-	-	20	40	40
VERTEDEROS	300	550	850	300	300	850	-	300	850	850
FACTOR DE DEMANDA	75	75	-	75	115	75	60	60	75	75
FACTOR DE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO	0.30	0.30	0.40	0.25	0.25	0.40	0.30	0.30	0.40	0.40
	1.25	0.5	1.00	0.60	0.80	1.00	2.00	0.70	1.00	1.00



ANEXO 9

DIÁMETROS Y CARGAS EN AUMENTACIÓN DE DIVERSOS MUEBLES				
MUEBLES	USO PRIVADO		USO PÚBLICO	
	BAÑO CON EXCUSADO DE FLUXÓMETRO, LAVABO, TINA O REGADERA (MÍNIMA)	6.5 Ug 32 mm	1.5 Ug 13-20 mm	-
BAÑO CON EXCUSADO DE TANQUE, LAVABO Y TINA O REGADERA (MÍNIMA)	4.5 Ug 20 mm	1.5 Ug 20 mm	-	-
FREGADERO (MÍNIMA)	0.5 Ug 10 mm	-	0.5 Ug	-
BIDET (MÍNIMA)	1 Ug 13 mm	1 Ug 13 mm	-	-
FLUXÓMETRO DE MANO , DE PIE	6 Ug 25 mm 32 mm	-	10 Ug	-
EXCUSADO DE TANQUE	3 Ug 10 mm	-	5 Ug	-
FREGADERO DOMESTICO Φ 13mm	1 Ug	1	-	-
FREGADERO. MOTEL O RESTAURANTE	-	-	2	2
LAVABO Φ 10mm - Φ 10mm	0.5 Ug	0.5 Ug	1	1
LAVADORA DE ROPA Φ 13mm - Φ 20mm	2	2	-	-
REGADERA TIBIA Φ 13mm - Φ 13mm	1	1	2	2
TINA Φ 13mm - Φ 13mm	1	1	2	2
URINARIO DE COLGAR O DE PISO CON FLUXÓMETRO Φ 20mm	-	-	5	-
URINARIO DE COLGAR O DE PISO CON TANQUE Φ 13mm	-	-	3	-
URINARIO DE PEDESTAL CON FLUXÓMETRO DE MANO Φ 25 mm	-	-	10	-
VERTEDERO Φ 13mm - Φ 13mm	1	1	1.5	1.5

Ug = Unidad de Gasto o Unidad de Mueble



ANEXO 10

DEMANDAS DE AGUA DE DIFERENTES APARATOS, EN LITROS POR MINUTO		
APARATOS	PRIVADOS	PÚBLICOS
LAVABO	11.3	22.7
TINA	18.9	37.8
REGADERA INDEPENDIENTE	18.9	37.8
GRUPO DE CUARTO DE BAÑO, DEPÓSITO DE DESCARGA	37.8	53.0
INODORO CON DEPÓSITO DE DESCARGA	11.3	18.9
INODORO CON DESCARGA POR DEPÓSITO PRESIÓN	37.8	60.6
URINARIO DE PEDESTAL	-	37.8
URINARIO DE PARED O CABINA CON DEPÓSITO	-	11.3
URINARIO CON VÁLVULA DE PRESIÓN	-	18.9
FREGADERO DE COCINA	15.1	30.3
FREGADERO INCLINADO SENCILLO	11.3	22.7
JUEGO DE LAVADEROS	15.1	-
GRUPO O ACOPLAMIENTO DE MANGUERA	18.9	-