



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
División de Ingenierías Civil y Geomática

“Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda”

T E S I S

Que para obtener el título de:

Ingeniero Civil

presentan:

Lilia Torres Cabrera

Manuel Salvador Tovar Cardona

Director: Ing. Heriberto Esquivel Castellanos

MÉXICO, D.F.

FEBRERO 2013





UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA
COMITÉ DE TITULACIÓN
FING/DICyG/SEAC/IUTIT/091/12

Señores
LILIA TORRES CABRERA
MANUEL SALVADOR TOVAR CARDONA
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. HERIBERTO ESQUIVEL CASTELLANOS, que aprobó este Comité, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"COSTO-BENEFICIO DE INSTALACIONES SUSTENTABLES EN LA VIVIENDA"

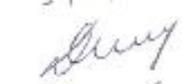
- INTRODUCCIÓN
- I. DESARROLLO SUSTENTABLE
- II. VIVIENDA SUSTENTABLE EN MÉXICO
- III. SISTEMAS PROPUESTOS
- IV. CASO ESTUDIO. IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS A UNA CASA PROTOTIPO
- V. CONCLUSIONES

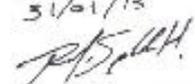
Ruego a ustedes cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo les recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Ateentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 18 de enero del 2013
EL PRESIDENTE


M.I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ
JLTS/MTI*gar

Vo Bo
31/01/2013

A. Deméneghi C

Vo Bo
31/01/13

Rodrigo Sepúlveda


Heriberto
Esquivel
7/Feb/2013

Vo. Bo.

5. feb. 2013


Orestes García
5 FEB / 2013

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionistas dentro de la Facultad de Ingeniería.

Agradecemos el tiempo y esfuerzo dedicado por parte del Ing. Heriberto Esquivel Castellanos así como a los sinodales que compartieron sus conocimientos en este trabajo de tesis.

Agradecemos a todos nuestros profesores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, ya que este documento fue posible gracias al conjunto de conocimientos adquiridos por medio de ellos:

Agustín Demeneghi Colina	Francisco J. Moreno Derbez
Aida Medina González	Gabriel Morales Jaramillo
Alba Beatriz Vázquez González	Gerardo Rodríguez Gutiérrez
Alejandro Sánchez Huerta	Gloria Guadalupe Martínez Rosas
Ana Georgina García y Colomé	Guillermo Mancilla Urrea
Arturo Nava Mastache	Gustavo Carlos Argil y Carriles
Carlos Luis Olegaray Palacios	Hanna Leslye García Guerra
Carlos Manuel Menéndez Martínez	Héctor Sangines García
Carmelino Zea Constantino	Heriberto Esquivel Castellanos
César Méndez Franco	Humberto Gardea Villegas
Cristian Emmanuel González Reyes	Jaime Martínez Martínez (Q.E.D)
Dulce María Cisneros Peralta	Jesús Antonio Patiño Ramírez
Edgar López Téllez	Jesús Gallegos Silva
Eduardo A. Guzmán Escudero	José Luis Esquivel Ávila
Emmanuel Alcérreca Colunga	José Martín Guerra Moreno
Enrique César Vázquez	Juan A. del Valle Flores
Erik Castañeda De Isla Puga	Juan María de la Salud Ocariz Castelazo
Erik Norman Guevara Corona	Juan Velázquez
Ernesto René Mendoza Sánchez	Karla Mandujano
Esther Flores Cruz	Leda Speziale San Vicente
Félix Orozco Nuñez	Lilia Reyes Chávez
Fernando Favela Lozoya	Luis César Vázquez Segovia
Francisco Barrera García	Ma. Guadalupe Flor Díaz de León Fernández de Castro
Francisco De Jesús Chacón García	María Cuairán Ruidíaz
Francisco J. Granados Villafuerte	María del Rosario Cabeza Luna

Nikte Norma Ocampo Guerrero

Octavio García Domínguez

Oscar E. Martínez Jurado c

Raúl Verduzco Murillo

Ricardo Roberto Rojo Yañiz

Ricardo Rubén Padilla Velázquez

Rigoberto Arguez Ceballos

Rosío Ruíz Urbano

Salvador Díaz Díaz

Sergio Carlos Crail Corzas

Sergio Zúñiga Barrera

Tomas Guadalupe Sánchez Reyes

Víctor Franco

Víctor Manuel Mahbub Arelle

Agradecemos el apoyo incondicional, cariño y confianza de nuestras familias que nos acompañaron a lo largo de esta etapa.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	8
2.	DESARROLLO SUSTENTABLE.....	10
a.	¿Qué es sustentabilidad?	11
b.	La sustentabilidad en el mundo	16
b.1	Áreas de desarrollo sustentable.....	17
b.2	La ciudad sustentable.....	18
b.3	Financiamiento del desarrollo sostenible	18
b.4	Estrategia en favor del desarrollo sostenible de la Unión Europea	19
c.	Vivienda sustentable	20
c.1	Black Box.....	25
c.2	Casa Grégoire-Opdebeeck.....	26
c.3	Casa Cape.....	27
3.	VIVIENDA SUSTENTABLE EN MÉXICO.....	28
a.	Desarrollo sustentable	29
b.	Situación actual	34
c.	Normatividad ecológica	40
c.1	Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos.....	40
c.2	Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente	42
c.3	Reglamentos	43
c.4	Normas oficiales mexicanas (NOM).....	43
c.5	Normas mexicanas (NMX)	47
d.	Programas de sustentabilidad y financiamiento.....	50
4.	SISTEMAS PROPUESTOS	53
a.	Sistema de tratamiento de aguas residuales doméstico	54
a.1	Fosa Séptica.....	54
a.2	Aprovechamiento de aguas grises.....	55
a.3	Planta de tratamiento de aguas residuales y grises.....	57
b.	Sistema de captación de agua pluvial	60
b.1	Superficies de captación	62
b.2	Tipos de canaletas.....	63
b.3	Elementos de almacenamiento.....	65
b.4	Prefiltros.....	66
b.5	Sedimentadores	67
b.6	Filtros.....	67
b.7	Desinfección	68
c.	Sistema de celdas fotovoltaicas	70

c.1	Cómo funcionan los sistemas de energía solar	70
c.2	Principales componentes de los sistemas fotovoltaicos	71
d.	Calentador solar de agua	72
d.1	Cómo funciona un calentador solar	72
d.2	Tipos de calentadores solares de agua	73
d.3	Por qué utilizar un calentador solar	74
d.4	Cómo varía el consumo de gas si se utiliza un calentador solar de agua	74
e.	Muebles ahorradores	75
e.1	Inodoros	75
e.2	Regaderas	76
e.3	Llaves, mezcladoras y manerales	77
5.	CASO ESTUDIO: IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS A UNA CASA PROTOTIPO.....	78
a.	Descripción general del proyecto.....	79
a.1	Descripción del lugar	79
a.2	Descripción del terreno	81
a.3	Energía solar disponible	82
a.4	Descripción de la casa prototipo	83
a.5	Descripción de los sistemas.....	83
b.	Diseño e instalación de los sistemas	84
b.1	Determinación de la Demanda de agua (Di)	84
b.2	Distribución de porcentajes de consumo de agua.....	87
b.3	Muebles ahorradores	87
b.4	Sistema de tratamiento de aguas grises y residuales	91
b.5	Sistema de captación de agua pluvial	95
b.6	Determinación del volumen captable	97
b.7	Bajadas pluviales	103
b.8	Características de equipos para tratamiento de agua pluvial.....	106
b.9	Registro arenoso.....	106
b.10	Diseño de cisterna	106
b.11	Tinacos	128
b.12	Celdas fotovoltaicas	128
b.13	Calentador solar	129
c.	Mano de obra	130
d.	Materiales	136
e.	Tiempo.....	139
e.1	Generadores.....	145
f.	Costo directo	167

g.	Costo indirecto	171
g.1	Análisis de administración central.....	171
g.2	Administración en obra	174
g.3	Fianzas y seguros	176
g.4	Imprevistos	176
h.	Presupuesto	177
h.1	Financiamiento.....	177
h.2	Utilidad	178
h.3	Cargos adicionales.....	179
h.4	Precios unitarios.....	179
i.	Costo-beneficio	250
i.1	Muebles ahorradores	256
i.2	Sistema de captación de agua pluvial (SCAP).....	258
i.3	Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)	261
i.4	Calentador solar	263
i.5	Paneles fotovoltaicos	266
i.6	Resumen de ahorros	269
	Con respecto al análisis de gas, tenemos:	270
j.	Análisis de resultados.....	274
	CONCLUSIONES	276
	ANEXO A.....	280
	ANEXO B	300
	ANEXO C	305
	REFERENCIAS.....	310

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 - CLASIFICACIÓN DE CLIMAS POR SU TEMPERATURA MEDIA ANUAL ⁶⁰	85
TABLA 2 - CONSUMO POR CLASE SOCIOECONÓMICA (L/HAB/DÍA) ⁵⁹	85
TABLA 3 - DISTRIBUCIÓN DE PORCENTAJES DE USO DE AGUA EN EL D.F. ⁴²	87
TABLA 4 - CONSUMOS DE AGUA EN MUEBLES	89
TABLA 5 - LITROS POR CONSUMO CON DEMANDA TOTAL DE 175.9 L/HAB	90
TABLA 6 - CONSUMO RELACIONADO	90
TABLA 7 - CONSUMOS AHORRADORES	90
TABLA 8 - CONSUMOS RELACIONADOS AL USO DE AGUA TRATADA	92
TABLA 9 - AGUA GRIS Y RESIDUALES A TRATAR	93
TABLA 10 - PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL ⁶³	97
TABLA 11 - DATOS CAPTACIÓN	98
TABLA 12 - CAPTACIÓN ACUMULADA	98
TABLA 13 - VOLUMEN DEL TANQUE DE CAPTACIÓN	99
TABLA 14 – TABLA DE CÁLCULO DE VOLUMEN DE CAPTACIÓN	99
TABLA 15 - CAPTACIÓN Y DEMANDA ACUMULADA	100
TABLA 16 - ANÁLISIS DEL VOLUMEN EN EL TANQUE DURANTE 5 AÑOS	103
TABLA 17 - TABLA DE VELOCIDADES ⁶⁴	104
TABLA 18 - CARGAS SOBRE LA LOSA TAPA DE CISTERNA	109
TABLA 19 - MOMENTOS DEL TABLERO I DE TAPA DE CISTERNA	111
TABLA 20 - ACERO DE REFUERZO PARA LOSA TAPA DE CISTERNA	112
TABLA 21 - CARGAS SOBRE EL TABLERO II DE LA TAPA DE CISTERNA	114
TABLA 22 - MOMENTOS DEL TABLERO II DE LOSA TAPA DE CISTERNA	115
TABLA 23 - ACERO DE REFUERZO PARA LOSA TAPA DE CISTERNA TABLERO II	116
TABLA 24 - CARGAS SOBRE EL TABLERO I DEL PISO DE CISTERNA	121
TABLA 25 - MOMENTOS DEL TABLERO I DEL PISO DE CISTERNA	123
TABLA 26 - ACERO DE REFUERZO PARA PISO DE CISTERNA TABLERO I	123
TABLA 27 - CARGAS SOBRE EL TABLERO II DE LA TAPA DE CISTERNA	124
TABLA 28 - MOMENTOS DEL TABLERO II DEL PISO DE CISTERNA	126
TABLA 29 - ACERO DE REFUERZO PARA PISO DE CISTERNA TABLERO II	127
TABLA 30 - RESUMEN DE CUADRILLAS Y COSTO POR CUADRILLA ⁷¹	130
TABLA 31 - DATOS BÁSICOS PARA EL ANÁLISIS DEL FACTOR DE SALARIO REAL	131
TABLA 32 - PORCENTAJES DE PAGO AL IMSS	132
TABLA 33 - SALARIOS REALES	133
TABLA 34 - LISTA DE MATERIALES (COSTOS DE OCTUBRE 2012)	139
TABLA 35 - RENDIMIENTOS DE CUADRILLAS	144
TABLA 36 - RENDIMIENTOS Y TIEMPOS DE OBRA	165
TABLA 37 - RESUMEN DE COSTOS DIRECTOS	171
TABLA 38 - PORCENTAJES DE COSTOS INDIRECTOS	176
TABLA 39 - COSTOS DE INSTALACIONES SUSTENTABLES	251
TABLA 40 - ANÁLISIS DE LA CISTERNA	252
TABLA 41 - COSTO EXTRA DE INSTALACIONES SUSTENTABLES PARA UNA VIVIENDA	252
TABLA 42 - COSTO DE CISTERNA CONVENCIONAL DE 20 M ³	254
TABLA 43 - COSTO DEL M ² DE CONSTRUCCIÓN	255

TABLA 44 - COSTO DE UNA VIVIENDA CONVENCIONAL	255
TABLA 45 - PRECIO DE VENTA DE UNA VIVIENDA CONVENCIONAL	255
TABLA 46 - PRECIO DE VENTA CON INSTALACIONES SUSTENTABLES	255
TABLA 47 - AHORRO DE AGUA EN CONSUMO DE LA RED PÚBLICA	256
TABLA 48 - AHORRO DE AGUA ACUMULADO A 20 AÑOS POR MUEBLES AHORRADORES	256
TABLA 49 - RETORNO DE INVERSIÓN DE MUEBLES AHORRADORES	257
TABLA 50 - EQUIVALENCIAS DEL AHORRO DE AGUA POR MUEBLES AHORRADORES	258
TABLA 51 - AHORRO DE AGUA POR SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL	258
TABLA 52 - AHORRO DE AGUA ACUMULADO A 20 AÑOS POR SCAP	258
TABLA 53 - RETORNO DE INVERSIÓN DEL SCAP	259
TABLA 54 - EQUIVALENCIAS DEL AHORRO DE AGUA POR SCAP	260
TABLA 55 - AHORRO EN AGUA POR PTAR	261
TABLA 56 - AHORRO ACUMULADO A 20 AÑOS POR PTAR	261
TABLA 57 - RETORNO DE INVERSIÓN DE LA PTAR	262
TABLA 58- TANQUES DE GAS PARA UNA VIVIENDA CON Y SIN CALENTADOR SOLAR	263
TABLA 59 - AHORRO ANUAL POR CALENTADOR SOLAR	264
TABLA 60 - RETORNO DE INVERSIÓN DEL CALENTADOR SOLAR	264
TABLA 61 - EQUIVALENCIAS DEL AHORRO DEL CALENTADOR SOLAR	266
TABLA 62 - CONSUMO CON Y SIN PANELES FOTOVOLTAICOS.....	266
TABLA 63 - AHORRO ANUAL POR PANELES FOTOVOLTAICOS	266
TABLA 64 - AHORRO ACUMULADO A 20 AÑOS DE PANELES FOTOVOLTAICOS	266
TABLA 65 - RETORNO DE INVERSIÓN PARA PANELES FOTOVOLTAICOS	267
TABLA 66 - EQUIVALENCIAS DE AHORROS PARA PANELES FOTOVOLTAICOS	268
TABLA 67 - RESUMEN DE AHORROS DE INSTALACIONES SUSTENTABLES.....	269
TABLA 68 - AHORROS TOTALES DE AGUA, GAS Y ELECTRICIDAD	269
TABLA 69 - ANÁLISIS DE AGUA	270
TABLA 70 - ANÁLISIS DE GAS	270
TABLA 71 - ANÁLISIS ELÉCTRICO	270
TABLA 72 - RESUMEN DE AHORRO PARA LA SOCIEDAD POR LOS SISTEMAS.....	271
TABLA 73 - AHORROS TOTALES PARA LA VIVIENDA	271
TABLA 74 - AHORROS TOTALES PARA LA SOCIEDAD	272
TABLA 75 - AHORRO ECONÓMICO PARA LA SOCIEDAD EN AGUA.....	273

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - SISTEMA DE SUSTENTABILIDAD.....	13
FIGURA 2 - CASA SOLAR DE LA PLATA, LOCALIZADA EN LA PLATA, BUENOS AIRES, ARGENTINA (1980) ¹³	21
FIGURA 3 - EJEMPLO DE VIVIENDA SUSTENTABLE ¹³	24
FIGURA 4 - BLACK BOX ¹⁶	26
FIGURA 5 - CASA GRÉGOIRE-OPDEBEECK ¹⁶	27
FIGURA 6 - CASA CAPE ¹⁶	27
FIGURA 7 - LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, ARTÍCULO 3º.....	29
FIGURA 8 - AGENDA "DESDE LO LOCAL" PARA MUNICIPIOS DEN MÉXICO ⁶	33
FIGURA 9 - ÁREAS PRINCIPALES DE LA SUSTENTABILIDAD ¹⁹	34
FIGURA 10—ACCIONES DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR ENERGÍA ²⁴	38
FIGURA 11 – JERARQUÍA NORMATIVA.....	40
FIGURA 12 - HIPOTECA VERDE ³³	52
FIGURA 13 - DIAGRAMA DE UNA FOSA SÉPTICA ³⁶	55
FIGURA 14 - SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DEL AGUA ³⁸	57
FIGURA 15 - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PREFABRICADA ⁴⁰	59
FIGURA 16 - CAPTACIÓN DE AGUA ⁴¹	61
FIGURA 17 - CANALETA DE PVC ⁴³	64
FIGURA 18 - CISTERNA PREFABRICADA DE PLÁSTICO ⁴²	66
FIGURA 19 - INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA ⁴⁵ TIPO TRACKER POR DESMEX SOLAR: 1.05 KW	71
FIGURA 20 - DIAGRAMA, CALENTADOR SOLAR DE AGUA ⁴⁶	72
FIGURA 21 - COLECTORES SOLARES PLANOS ⁴⁷	73
FIGURA 22 - COLECTORES DE TUBOS EVACUADOS ⁴⁸	74
FIGURA 23 - SANITARIO CASTELAR GS BLANCO GRADO ECOLÓGICO ⁵⁰	76
FIGURA 24 - REGADERA H-900 GRADO ECOLÓGICO ⁵¹	76
FIGURA 25 - ENSAMBLE E-2118 HELVEX ⁵¹	77
FIGURA 26 - LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DELEGACIÓN TLALPAN ⁵³	80
FIGURA 27 - CLIMA EN EL DISTRITO FEDERAL ⁵⁵	80
FIGURA 28 - ESQUINA PICHUCALCO Y HOMUN, COL. JARDINES DEL AJUSCO (GOOGLE MAPS).....	81
FIGURA 29 - RADIACIÓN SOLAR GLOBAL EN EL DISTRITO FEDERAL, PROMEDIO MENSUAL 1993-2005 ⁵⁸	82
FIGURA 30 - INODORO AHORRADOR DE 4.8 LITROS ⁴⁹	88
FIGURA 31 - REGADERA AHORRADORA CON DESCARGA DE 3.74 LITROS/MIN COMO MÍNIMO ⁴⁹	88
FIGURA 32 - LLAVE AHORRADORA CON DESCARGA MÁXIMA DE 5 LITROS/MIN ⁴⁹	89
FIGURA 33- SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	92
FIGURA 34 - TECNOLOGÍA USBF ⁶²	94
FIGURA 35 - PROCESO USBF ⁶²	95
FIGURA 36 - SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL.....	96
FIGURA 37 - REGISTRO TIPO ARENERO.....	106
FIGURA 38 - TABLEROS DE LOSA TAPA DE CISTERNA.....	108

FIGURA 39 - COEFICIENTES DE MOMENTO (A _i) PARA TABLERO I DE LOSA TAPA DE CISTERNA	111
FIGURA 40 - COEFICIENTES DE MOMENTO (A _i) PARA TABLERO II DE LOSA TAPA DE CISTERNA	115
FIGURA 41 - DIAGRAMA DE EMPUJE EN MUROS DE CISTERNA.....	118
FIGURA 42 - DIAGRAMA DE DEFORMACIONES Y FUERZAS EN MUROS	118
FIGURA 43 - TABLERO DE PISO DE CISTERNA	120
FIGURA 44 - COEFICIENTES DE MOMENTO (A _i) PARA TABLERO I DEL PISO DE CISTERNA	122
FIGURA 45 - COEFICIENTES DE MOMENTO (A _i) PARA TABLERO II DEL PISO DE CISTERNA	126

*"No estudio para saber más sino
para ignorar menos".*

Sor Juana Inés de la Cruz

1. INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como principal propósito de estudio determinar el costo-beneficio de instalaciones sustentables para una vivienda prototipo.

En concreto, el Área de Construcción Sustentable, a partir de las tendencias al cuidado del Ambiente, ha crecido y sigue creciendo de forma rápida en México y el Mundo, esto puede constatarse en los Planes de Desarrollo Social, Urbano, Energético, etc. alrededor del globo.

Por tal motivo, la investigación que presentamos acoge la finalidad de establecer una propuesta instructiva concebida en el Área de Instalaciones de la Construcción Sustentable, que permita tener una visión del uso, costo y beneficio de las mismas.

De este modo, todo el planteamiento y desarrollo se fundamenta en interrogantes que dan sentido y forma a nuestro planteamiento:

1. ¿Qué es y qué se ha hecho en materia de **Desarrollo y Construcción Sustentable en México y el Mundo**?
2. ¿Qué son y cómo funcionan las **Instalaciones Sustentables**?
3. ¿Cuál es la relación **Costo-Beneficio** de las instalaciones sustentables en una vivienda prototipo?

Las respuestas a estas preguntas son presentadas a lo largo del documento, pero, en el caso que nos ocupa, cabe destacar un tratamiento de esta tesis procedente de nuestra formación académica como Ingenieros Civiles enfocada hoy en el área de Construcción.

Resaltamos y agradecemos a todas las áreas de la Ingeniería Civil en especial a nuestros profesores de la Facultad de Ingeniería y a la Universidad Nacional Autónoma de México el permitirnos aprender a través de ustedes; han sido parte clave para el desarrollo del análisis de esta tesis y de nuestra formación.

Objetivo: determinar el costo-beneficio de instalaciones sustentables para una vivienda prototipo, apoyándonos en una extensa bibliografía especializada, consultada en libros, páginas de internet y especialistas en el tema de ingeniería civil y sustentabilidad; dicha bibliografía se encuentra referenciada a través de una numeración marcada como súper índice a lo largo del documento.

“Hoy en día, el desarrollo es una preocupación mundial que trasciende las ideologías y los intereses inmediatos. Es ahora un reto tanto moral como político... Que demuestra que la estabilidad y la prosperidad son indivisibles”.

Kofi Annan

2. DESARROLLO SUSTENTABLE

DESARROLLO SUSTENTABLE

a. ¿Qué es sustentabilidad?

En 1983 se crea La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo en la XXXVIII sesión de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), por resolución de la Asamblea General. Dicha organización actuó como un órgano independiente ya que sus miembros trabajaban a nivel individual y no como representantes de sus respectivos gobiernos. De su trabajo surge el documento conocido como Informe Brundtland (Nuestro Futuro Común), que después de ser examinado por el Consejo Directivo del PNUMA fue aprobado por la Asamblea General de la ONU en la XLII sesión¹.

El término “desarrollo sustentable” se utilizó por primera vez en el Informe de Brundtland (encabezado por Gro Harlem Brundtland) en 1987, definido como: *“aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones”*¹.

Brundtland parte principalmente de la idea de que desarrollo y medio ambiente van íntimamente ligados: *“Medio ambiente y desarrollo no constituyen desafíos separados; están inevitablemente interconectados. El desarrollo no se mantiene si la base de recursos ambientales se deteriora; el medio ambiente no puede ser protegido si el crecimiento no toma en cuenta las consecuencias de la destrucción ambiental”* (Gro Harlem Brundtland, 1987)¹.

De acuerdo con el *Oxford English Dictionary* (1987) la palabra *sustentable* es: *“la capacidad de ser mantenido en un cierto rango o nivel”*. En el *New Oxford Dictionary of English* (1998) se define la palabra sustentabilidad en un contexto ecológico, como: *“Conservar un balance ecológico, evitando el agotamiento de los recursos naturales”*².

De estas primeras definiciones, el término *“sustentabilidad”* ha sufrido algunas transformaciones con el tiempo, hasta llegar al concepto actual, el cual se encuentra centrado en tres dimensiones: la económica, la social y la ambiental.

La dimensión económica engloba el conjunto de actividades humanas que se encuentran relacionadas con la producción, distribución y consumo de bienes y servicios.

La dimensión social considera un equilibrio entre los bienes de la naturaleza entre la sociedad.

La dimensión ambiental toma en cuenta los aspectos que están relacionados con preservar y potenciar la diversidad de los ecosistemas, su productividad, etc.

La palabra sustentabilidad ha servido para caracterizar un nuevo tipo de sociedad deseable, en la que todas sus acciones acepten los límites impuestos por la capacidad de renovación y asimilación del medio natural.

Es importante aclarar que la palabra sustentabilidad hace referencia a la actividad económica humana, no a los recursos renovables. Los recursos bióticos tienen la propiedad de ser renovables, mientras que la sustentabilidad se refiere a los niveles de uso de dichos recursos por la sociedad. El término sustentabilidad, conocido hoy en día, engloba de manera integral el cuidado del medio ambiente aunado a un beneficio económico y social.

Para lograr un mejor entendimiento sobre la sustentabilidad, es necesario comprender ciertos conceptos tales como *Proceso sustentable*.

Se puede definir un *proceso sustentable* como aquel con la capacidad para producir indefinidamente a un ritmo en el cual no agota los recursos que utiliza para producir y no produce más contaminantes de los que es capaz de absorber en su entorno.

Una variable importante dentro de esta definición es el *ritmo*, el cual está relacionado directamente con el crecimiento de los componentes del proceso; cuando las condiciones son óptimas el crecimiento de las poblaciones tenderá a ser exponencial llegando al punto en donde el proceso no puede crecer más, esto debido a un agotamiento en los recursos que son necesarios para continuar con el crecimiento. En consecuencia el proceso sufre una caída abrupta. En este punto es cuando se conoce como un proceso *insostenible*. Esto nos lleva a pensar en un nuevo concepto: *capacidad de sostenimiento*³.

La *capacidad de sostenimiento* la podemos definir como la actividad máxima que un sistema puede mantener sin agotar sus recursos en un período de tiempo.

De las dos definiciones anteriores podemos retomar lo que es la sustentabilidad incluyendo ambos conceptos: “*El desarrollo sustentable hace referencia a la capacidad que haya desarrollado el sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras*” (Definición adoptada por el World Commission on Environment and Development de las Naciones Unidas)³.

Uno de los países líderes en sustentabilidad (Suecia) define a una sociedad sustentable de la siguiente manera: *“una sociedad en la cual el desarrollo económico, el bienestar social y la integración están unidos con un medio ambiente de calidad. Esta sociedad tiene la capacidad de satisfacer sus necesidades actuales sin perjudicar la habilidad de que las generaciones futuras puedan satisfacer las suyas”*³.

De lo anterior podemos ver que el concepto moderno de sustentabilidad integra una prosperidad económica, protegiendo los recursos naturales del planeta y proveyendo una alta calidad de vida para la sociedad.

Existe cierta confusión con respecto a la sustentabilidad, ya que se tiene la idea de que esto implica retroceder a estados primitivos con respecto al desarrollo con el fin de cuidar el medio ambiente, se tiene la idea errónea que buscar una sociedad sustentable implica negarnos al progreso y que esto traería como consecuencia un deterioro en la economía; sin embargo, la sustentabilidad tiene como fin avanzar hacia una relación diferente entre la economía, el ambiente y la sociedad, fomentando un progreso desde un enfoque diferente y más amplio y es en esto último en donde se presenta el mayor reto.

Finalmente llegamos a la parte fundamental de la sustentabilidad, conocido como “sistemas eco-socio-técnicos” o “sistemas socio-ecológicos”. Este sistema se encuentra conformado por los tres componentes primordiales para el desarrollo sustentable. Al ser un sistema es de suma importancia las relaciones que existen entre los componentes así como la manera en que interactúan, se regulan y afectan entre sí.

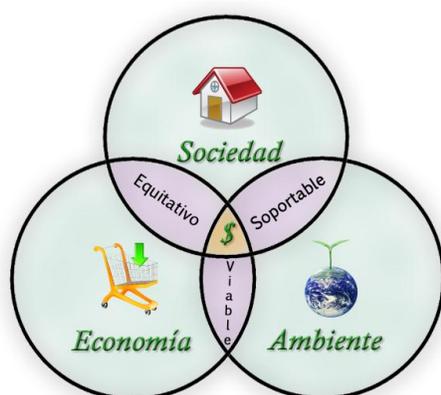


Figura 1 - Sistema de sustentabilidad

De la misma manera que el concepto de sustentabilidad ha ido evolucionando con el paso del tiempo, científicos e investigadores de diversos han estado trabajando para descubrir los alcances y limitaciones del concepto, tanto en la teoría como en la práctica. Esto ha llevado a la necesidad de generar indicadores que sean capaces de reflejar los avances hacia la sustentabilidad.

La Comisión de Desarrollo Sustentable de la ONU diseñó una propuesta de Indicadores, que se encuentran agrupados de acuerdo a criterios temáticos que cubren el expuesto en el documento Agenda 21 (documento generado en la cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992). Estos indicadores se clasificaron en cuatro categorías: social, económica, ecológica e institucional⁴.

Aspectos sociales

- Combate a la pobreza.
- Dinámica demográfica y sustentabilidad.
- Promoción de la educación, la concientización pública y la capacitación.
- Protección y promoción de la salud humana.
- Promoción del desarrollo de asentamientos humanos sustentables.

Aspectos económicos

- Cooperación Internacional para mejorar el desarrollo sustentable en los países, y en sus políticas internas.
- Cambio de patrones de consumo.
- Mecanismos y recursos financieros.
- Transferencia de tecnología.

Aspectos ecológicos

- Recursos de agua dulce.
- Protección de océanos, todo tipo de mares y áreas costeras.
- Enfoque integrado para la planificación y administración de recursos del suelo.
- Manejo de ecosistemas frágiles: Combate a la desertificación y la sequía.
- Manejo de ecosistemas frágiles: Desarrollo sustentable en zonas montañosas.
- Promoción de la agricultura sustentable y desarrollo rural.
- Combate a la deforestación.
- Conservación de la diversidad biológica.

- Manejo ambientalmente limpio de la biotecnología.
- Protección de la atmósfera.
- Manejo ambientalmente limpio de desechos sólidos y aspectos relacionados con aguas servidas.
- Manejo ambientalmente limpio de sustancias químicas tóxicas.
- Manejo ambientalmente limpio de desechos peligrosos. Manejo seguro y ambientalmente limpio de desechos radioactivos.

Aspectos institucionales

- Integración del ambiente y el desarrollo en la toma de decisiones.
- Ciencia para el desarrollo sustentable.
- Instrumentos y mecanismos legales internacionales.
- Información para la adopción de decisiones.
- Fortalecimiento del papel de los grupos principales.

El desarrollo sustentable tiene como principales objetivos los siguientes:

- Retomar el crecimiento.
- Cambiar la calidad del desarrollo.
- Atender a las necesidades primordiales de empleo, alimentación, energía, agua y saneamiento.
- Mantener un nivel poblacional sustentable.
- Conservar y mejorar la base de recursos.
- Dar una nueva orientación a la tecnología.
- Incluir al medio ambiente y la economía en el proceso de toma de decisiones.

Por otro lado un desarrollo sustentable requiere los siguientes aspectos:

- Un sistema político que asegure la efectiva participación de los ciudadanos en el proceso decisorio.
- Un sistema económico capaz de generar excedentes.
- Un sistema social que pueda resolver las tensiones causadas por un desarrollo no equilibrado.
- Un sistema de producción que respete la obligación de preservar la base ecológica del desarrollo.

- Un sistema tecnológico que busque constantemente nuevas soluciones.
- Un sistema internacional que estimule padrones sustentables de financiamiento y comercio.
- Un sistema administrativo flexible y con capacidad de autocorrección.

b. La sustentabilidad en el mundo

En 1976 inicia la discusión sobre la relación de las ciudades y el medio ambiente de manera institucional cuando la Organización de las Naciones Unidas (ONU) a través de su Programa para los Asentamientos Humanos (ONU-HABITAT) organizó la reunión mundial conocida como Hábitat I.

De Hábitat I surgió en 1980 el documento “Directrices Ambientales para la Planificación y Gestión de los Asentamientos Humanos”, que presentó la necesidad de mejorar las condiciones de vida y de trabajo, el desarrollo eficiente, participativo y transparente de los asentamientos humanos con el objetivo general de reducción de la pobreza y de la exclusión social. Se reconoció que es indispensable la asistencia técnica a gobiernos locales y promover que los pueblos y ciudades logren ser ambientalmente sustentables. Para poner en práctica las líneas de acción establecidas en dichas directrices, en 1990 el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Banco Mundial (BM) promovieron el Programa de Ciudades Sustentables (PCS)⁵.

En 1992, la Conferencia de la ONU sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, también llamada “Cumbre para la Tierra” o “Cumbre de Río”, supuso un punto de inflexión en cuanto a la sensibilización sobre la problemática ambiental, al establecer las bases para el avance global hacia el desarrollo sostenible, la ONU formuló el programa Agenda 21, con el fin de que de manera autónoma las ciudades elaboraran planes y definieran acciones para afrontar los retos ambientales del siglo XXI⁵.

En la Cumbre de Río de 1992 se elaboró y firmó la "Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", en la que los países desarrollados, responsables de aproximadamente 60 % de las emisiones anuales del bióxido de carbono en el mundo, se comprometieron a reducir antes de 2010 sus emisiones de gases de efecto invernadero a los niveles que tenían antes de 1990⁵.

En 1996 se realizó en Estambul (Turquía) la reunión Hábitat II, en la cual se enfatizaron los objetivos del Programa de Ciudades Sustentables y se promovió el “Acuerdo para el Desarrollo de

Sustentabilidad Humana” del que posteriormente surgió el trabajo “Ciudades habitables para el siglo XXI”⁶.

Sin embargo, a pesar del adelanto logrado con esta Convención de Rio en 1992, se hizo evidente que era necesario lograr un acuerdo más estricto. Por ello en 1997 en Kyoto, Japón se llegó a un protocolo jurídicamente vinculante en el que los países desarrollados se comprometen a reducir sus emisiones colectivas de seis gases de efecto invernadero en un 5.2% entre 2008 y 2012, tomando los niveles de 1990 como base de referencia. Este documento es conocido como "*Protocolo de Kyoto*"⁷.

b.1 Áreas de desarrollo sustentable

De acuerdo con La Comisión Mundial para el Desarrollo y Medio Ambiente, existen tres áreas principales de sustentabilidad⁸, que son: el bienestar ecológico, el bienestar humano e interacciones.

1. Bienestar ecológico
 - Aire.
 - Suelos.
 - Agua.

2. Bienestar humano
 - Salud.
 - Educación.
 - Vivienda.
 - Seguridad.
 - Protección de derechos de la mujer.

3. Interacciones
 - Población.
 - Equidad.
 - Distribución de la riqueza.
 - Desarrollo económico.
 - Producción y consumo.
 - Gobierno.

b.2 La ciudad sustentable

Conceptualmente, la Ciudad Sustentable fue definida por el Programa de Asentamientos Humanos y el Programa de Medio Ambiente de la ONU como:

Aquella ciudad donde los logros en el desarrollo social, económico y físico están hechos para durar. Tiene una oferta perdurable de los recursos ambientales de los cuales depende su desarrollo solamente si su uso es sustentable. Una ciudad sustentable mantiene una seguridad permanente frente a los riesgos ambientales que tienen el potencial de amenazar los logros de su desarrollo, permitiendo solo niveles de riesgo aceptables (CNUAH-ONU: 2000)⁶.

b.3 Financiamiento del desarrollo sostenible

De acuerdo con la ONU, en la Cumbre para la Tierra se acordó que la mayor parte de la financiación del Programa Agenda 21 procedería de los sectores público y privado de cada país. Sin embargo, se consideró que también hacían falta nuevos fondos externos para apoyar los esfuerzos de los países en desarrollo para aplicar prácticas de desarrollo sostenible y proteger el medio ambiente mundial⁹.

En dos ocasiones se ha encomendado al Fondo para el Medio Ambiente Mundial, establecido en 1991 y reestructurado en 1994, que se encargara de canalizar esos recursos.

- En 1994, 34 naciones se comprometieron a aportar 2000 millones de dólares al Fondo.
- En 1998 fueron 36 las que prometieron contribuciones por un total de 2750 millones.
- En 2002, 32 naciones se comprometieron a aportar casi 3000 millones de dólares en los cuatro años siguientes.

Actualmente, el Fondo financia cerca de 1 200 proyectos en 140 países en desarrollo y de economía en transición. El Fondo ha asignado 4 500 millones de dólares y ha obtenido otros 13 000 millones para financiar actividades conjuntamente con los gobiernos receptores, los organismos internacionales de desarrollo, el sector privado y las ONGs⁹.

b.4 Estrategia en favor del desarrollo sostenible de la Unión Europea.

La estrategia de la Unión Europea (UE) pone de manifiesto siete tendencias insostenibles que requieren una intervención¹⁰:

1. La exclusión social y el envejecimiento demográfico (que ya prevé la Estrategia de Lisboa),
2. El cambio climático y la energía,
3. Los transportes,
4. El consumo y la producción,
5. Los recursos naturales,
6. La salud y **el fomento del desarrollo sostenible en el mundo.**

Esta estrategia enumera toda una serie de objetivos operativos y cuantificados, y medidas concretas a escala de la UE para alcanzarlos. Dichas medidas se actualizaron y desarrollaron con motivo de la revisión de la estrategia en el año 2005.

El primer objetivo específico a largo plazo de la estrategia consiste en luchar contra el cambio climático y sus efectos, respetando los compromisos del protocolo de Kioto y en el marco de la estrategia europea sobre el cambio climático. Además, las áreas de eficiencia energética, energías renovables y transporte deben ser objeto de esfuerzos particulares¹⁰.

La Unión Europea se propone promover modos de producción y de consumo más sostenibles, conviene en particular, romper el vínculo entre crecimiento económico y degradación ambiental y tener en cuenta la capacidad de carga de los ecosistemas. A tal fin, la Unión Europea debe, entre otras cosas, fomentar la contratación pública ecológica, definir con las partes interesadas los objetivos de comportamiento ambiental y social de los productos, aumentar la difusión de innovaciones medioambientales y tecnologías ecológicas y desarrollar la información y el etiquetado adecuados de productos y servicios¹⁰.

Otro de los objetivos es una gestión sostenible de los recursos naturales. En efecto, debe evitarse su sobre explotación, aumentar la eficiencia de su utilización, reconocer el valor de los servicios eco-sistémicos y frenar la reducción de la diversidad biológica.

La estrategia revisada prevé asimismo reforzar la lucha contra la pobreza en el mundo, velar por el desarrollo sostenible mundial, así como por el respeto de los compromisos internacionales. A tal fin, la UE debe, en particular, aumentar el importe de la ayuda abonada a los países

desfavorecidos, reforzar la coherencia y la calidad de las políticas de ayuda al desarrollo y fomentar medidas para mejorar la gobernanza internacional¹⁰.

c. Vivienda sustentable

La vivienda surge de la necesidad del hombre por buscar un refugio, protección del entorno natural. Desde sus inicios, el hombre ha buscado la manera de resguardar su persona, familia, posesiones, etc. y ha buscado una mejora continua para aumentar así su calidad de vida.

La vivienda es un elemento primordial que caracteriza la calidad de vida, accesibilidad, el entorno ambiental y carácter único de una comunidad. La manera en que se diseña y construye una casa, la planeación y edificación, áreas verdes y espacios abiertos son algunos de los factores que determinan si una comunidad es sustentable.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología (México), se entiende por vivienda sustentable a un espacio privado con infraestructura básica adecuada, de servicios de abastecimiento de agua, saneamiento, energía, eliminación de desechos y sistemas de comunicaciones¹¹.

Una vivienda sustentable tiene como objetivo hacer un uso eficiente de la energía, suelo, agua, materiales así como de la infraestructura que dispone. Generando, en consecuencia, ahorros en los recursos financieros además de proteger al medio ambiente y los recursos naturales.

La sustentabilidad aplicado a la vivienda, implica la incorporación de nuevos retos a lo largo del proceso constructivo y un cambio en los sistemas de construcción.

La industria de la construcción es responsable de un alto consumo mundial de energía eléctrica, generación de gases nocivos y un alto porcentaje de desechos sólidos. La vivienda y edificios causan mayor contaminación que el sector de los transportes y son los que producen el 48% de los gases de efecto invernadero a la atmósfera. A pesar de que se tiene la creencia que el transporte y la industria son los principales generadores de contaminación del medio ambiente, investigaciones afirman que las casas y edificios emiten el 48% de los gases de efecto invernadero, lo cual supero en gran medida las emisiones de la industria del transporte (27%) y de la industria (25%). Además las edificaciones consumen el 76% de la energía producida por las plantas energéticas de acuerdo con investigaciones del Instituto Norteamericano de Arquitectos (AIA, por sus siglas en inglés)¹².

Estas son algunas de las razones del porqué se ha ido modificando el concepto de vivienda hasta llegar a la vivienda sustentable.

En los años 80 ya se construían casas haciendo uso de la energía solar. Estas casas eran conocidas como Casas Solares. En 1979 Edward Mazria presenta experiencias de viviendas que lograron minimizar el uso de sistemas de calefacción y refrigeración convencionales, haciendo uso de las condiciones climáticas y de asoleamiento de cada sitio¹³.

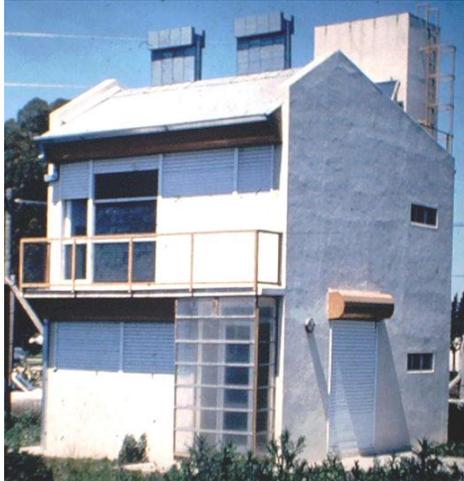


Figura 2 - Casa Solar de La Plata, localizada en La Plata, Buenos Aires, Argentina (1980)¹³.

Con todo esto se populariza el uso de energías limpias que no se agotan:

- Energías solar y geotérmica para calefacción y refrigeración.
- Energías solar, hidráulica, geotérmica y eólica para generación de electricidad.
- Generación de metano a partir de residuos orgánicos.

Comienzan a construirse diferentes tipos de vivienda, como es la *Casa Pasiva*, la cual se encuentra adecuada al clima para lograr un ahorro energía y aprovechamiento de las condiciones del sitio. Se busca hacer uso de los recursos naturales para generar energía, tales como el viento y la energía solar.

Para considerar una vivienda como sustentable es necesario tomar en cuenta ciertos criterios para realizar el diseño sustentable¹⁴:

1. Entorno en donde se realizará la edificación

Se debe realizar un análisis del sitio y usuarios para determinar el tipo de suelo, clima, vegetación, etc. Y así decidir que sistemas pueden tener ventajas sobre otros. Es de suma importancia realizar un análisis sobre los usuarios, ya que se necesita determinar sus necesidades y costumbres para realizar un diseño que aumente su calidad de vida.

2. Los sistemas energéticos que promueven el ahorro

Es necesario verificar que tipo de sistemas son los apropiados para determinado proyecto. Los sistemas de ahorro se pueden clasificar en activos, pasivos e híbridos, y su uso dependerá directamente de la zona en la que se encuentre la edificación.

Otro aspecto a considerar son las alternativas que se tienen con respecto a las energías renovables, nuevamente esto dependerá de la zona en la que se desee realizar la vivienda.

3. Materiales de construcción

Cuando se realiza una construcción es importante realizar un estudio de impacto ambiental que nos indique el daño potencial que se generará al realizar la vivienda, además de tomar en cuenta la tecnología y el transporte que se utilizarán, esto con el fin de ocasionar el menor daño posible.

4. El reciclaje y la reutilización de los residuos

En la mayoría de las ocasiones se olvida que al final de una construcción se genera desechos o residuos. Es importante contemplar este hecho desde un inicio para que terminada la obra se realice un correcto manejo de residuos y de ser posible, reciclar algunos de los materiales sobrantes.

Uno de los factores de mayor importancia en el momento de diseñar una vivienda sustentable es el clima, ya que de este dependerán en gran medida los sistemas que se instalarán así como su eficiencia. Los factores y elementos del clima que deberán considerarse en el momento de diseñar una vivienda sustentable son¹⁴:

- Latitud.
- Altitud.
- Relieve.
- Distribución de aguas y tierras.
- Corrientes marinas.

- Modificaciones al entorno.
- Temperatura.
- Viento.
- Presión atmosférica.
- Humedad.
- Precipitación pluvial.
- Nubosidad.
- Fenómenos especiales.

En cuanto a los aspectos tecnológicos es importante tomar en cuenta lo siguiente:

- Selección de tecnología poco nociva para el ambiente.
- Estudio de los sistemas constructivos.
- Análisis de ecotécnicas.

No podemos olvidar que un componente básico de la vivienda es la sociedad, y por lo tanto se debe tomar en cuenta en el momento del diseño de la vivienda sustentable:

- Contexto regional.
- Parámetros económicos de los habitantes.
- Parámetros culturales.
- Principales problemas sanitarios y de salud.
- Calidad de vida.

Existen ciertos tipos de equipos o sistemas que nos permiten convertir una vivienda en vivienda sustentable, a estos se les conoce como ecotécnicas. También son los llamados sistemas activos de ahorro.

- Sistema de captación y almacenamiento de agua pluvial.
- Sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Calentadores de agua.
- Sistemas de celdas fotovoltaicas.
- Equipos para el ahorro y uso eficiente de la energía.

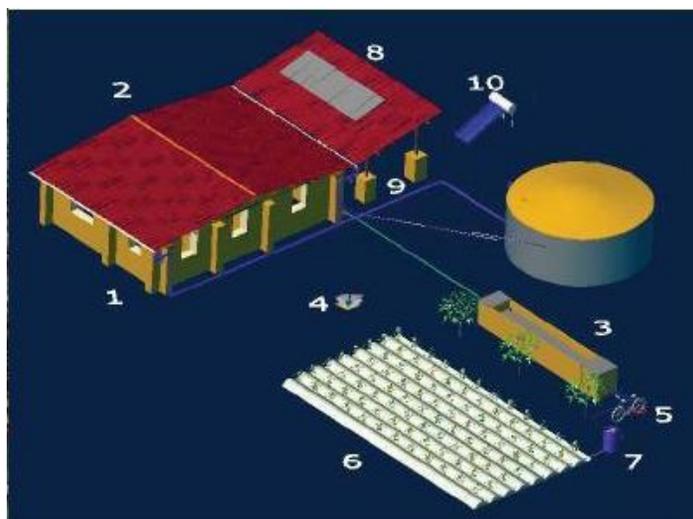


Figura 3 - Ejemplo de vivienda sustentable¹³.

1. Vivienda sustentable.
2. Sistema de captación y almacenamiento de agua pluvial.
3. Sistema de tratamiento de aguas residuales.
4. Sistema de desinfección solar.
5. Sistema de bombeo.
6. Huerto.
7. Sistema de riego-auto-operante.
8. Sistema de celdas fotovoltaicas.
9. Patio de servicio (techado).
10. Colector solar básico.

Cada proyecto es único, ya que dependiendo de la zona en la que se encuentre y de las necesidades de los usuarios variará su diseño. Por lo tanto los sistemas descritos anteriormente pueden variar y no necesariamente se deberán instalar todos.

En el caso de viviendas que ya se encuentran construidas es posible realizar una remodelación para incluir algunos de los sistemas mencionados y convertirla en una vivienda sustentable. En este caso se deberá realizar una evaluación del estado de la vivienda para posteriormente proponer las alternativas sustentables que le proporcionen mayores beneficios.

Al igual que en el concepto de sustentabilidad, a la vivienda sustentable se le han asignado ciertos indicadores que tienen como fin proporcionar información sobre la relación que existe entre la mejora o retraso de la calidad del medio ambiente y la sociedad. De igual manera, los

indicadores de sustentabilidad de la vivienda deben proporcionar referencias sobre si la sociedad se encuentra en el rumbo sustentable o no. Es decir, deben reflejar si los cambios que existen afectan de manera positiva o negativa a la salud humana y al bienestar social y qué respuesta hay.

Existen diferentes maneras de evaluar la sustentabilidad en la vivienda¹⁵:

1. Sistemas de evaluación de la sustentabilidad de las edificaciones. Permiten establecer una escala en cuanto al cumplimiento con una serie de indicadores de sustentabilidad.
2. Estándares en edificaciones sustentables. “Definen” a las edificaciones sustentables y son habitualmente aceptados como sinónimo de “Buenas prácticas”.
3. Herramientas de evaluación. No están orientadas hacia la certificación y hay dos tipos fundamentales:
 - a. Basadas en el Análisis del Ciclo de Vida (ACV).
 - b. Del comportamiento energético de los edificios.

Se han construido ocho casas sostenibles en diferentes países gracias al programa europeo Sustainable Housing in Europe, el cual ha obtenido resultados que ejemplifican las posibilidades de ahorro y menor impacto ambiental. Las nuevas viviendas registraron reducciones de consumo energético de un 30% en sistemas de calefacción, de un 100% en la refrigeración (las casas son refrigeradas naturalmente) y de un 20% en la iluminación. Además, se identificó el descenso de aproximadamente un 35% de las emisiones de CO₂¹².

A continuación se presentan algunos ejemplos de Desarrollo Sustentable en cuanto a vivienda en el mundo:

c.1 Black Box

Se encuentra en Krainhagen, Alemania. Diseñada por Matthias R. Schmalohr Esta vivienda de 2010 m² con dos plantas y sótano, está situada en una parcela de 672 m². El concepto formal fue crear una caja encima de un pedestal de hormigón y aprovechar la pendiente del terreno para dejar parte del sótano a la vista. La combinación de dos cuerpos tan diferentes, la pesada base de hormigón y la ligera caja de madera prefabricada encima crea un contraste interesante. Los

espacios están organizados en tres plantas: entrada y bodega en el sótano; cocina, sala de estar, comedor, estudio, lavabo y sala multiusos en la planta baja; y dos dormitorios y baño en el primer piso. El uso de mamparas correderas del suelo al techo permite la organización flexible de los interiores. La construcción de elementos prefabricados se realizó en tres semanas: dos en fábrica y una en el emplazamiento. La caja se montó en seco y el coste total fue menor que el de una casa estándar construida de manera convencional¹⁶.



Figura 4 - Black Box¹⁶

c.2 Casa Grégoire-Opdebeeck

Esta vivienda, una rehabilitación de una antigua lavandería industrial, se apoya en el concepto de sustentabilidad energética, cosa que logra mediante la aplicación de materiales altamente aislantes, como la madera, en los niveles superiores y las fachadas, y resistentes al paso del tiempo, como los pavimentos cerámicos de la zona de estar. Se minimiza el uso de combustibles para el calentamiento. Del mismo modo, la cubierta de cinc pintado de color claro y las aberturas al exterior que se han hecho entre los muros y el tejado contribuyen a crear un ambiente fresco en verano. La casa funciona mediante energía solar, con apoyo de combustión de madera y un pequeño porcentaje de gas natural. Gracias a la inversión en técnicas avanzadas de aislamiento y ahorro energético, esta casa ya está adaptada a las futuras necesidades de disminución del consumo de energías fósiles. La vivienda se encuentra en Schaerbeek, Bélgica y fue diseñada por Marc Opdebeeck¹⁶.



Figura 5 - Casa Grégoire-Opdebeeck¹⁶

c.3 Casa Cape

Esta vivienda, frente a la bahía de Salt Pond en el océano Atlántico, consta de 258 m² distribuidos en cuatro dormitorios, tres baños, un lavabo, una cocina, una sala de estar, una sala multimedia, un solarium en la cubierta y una terraza exterior. Se construyó encima de unos cimientos de 15 x 9 m ya existentes, siguiendo un esquema de caja esculpida. La envolvente está revestida en madera de cedro, con la entrada retraída, como si estuviera esculpida en la propia caja. La planta rectangular presenta apéndices de 2 x 2 m. para la creación de espacios exteriores, como son la terraza anexa a la sala de estar en primera planta y el balcón en la fachada oeste. Los principales elementos prefabricados son el revestimiento con paneles de madera, las ventanas, los suelos de bambú y el mobiliario modular. Para la construcción se necesitaron tres semanas en fábrica y cuatro meses en el emplazamiento. Ubicada en Massachusetts, EE.UU ¹⁶.



Figura 6 - Casa Cape¹⁶

"Quiero morir siendo esclavo de los principios no de los hombres"

Emiliano Zapata

3.VIVIENDA SUSTENTABLE EN MÉXICO

VIVIENDA SUSTENTABLE

a. Desarrollo sustentable

Las Naciones Unidas (UN) declaró a la década de los ochenta como la “década perdida”, esto debido a la enorme pérdida en cuanto a crecimiento, empleos, ingresos, progresos en muchas economías no desarrolladas y endeudadas; México no fue la excepción.

En los años 90, la sustentabilidad se convirtió en un tema obligado en el debate político. A pesar de que el concepto de sustentabilidad se conoce como tal a partir del Informe de Brundtland en 1987, el concepto base evoca viejas polémicas del campo de la economía¹⁷:

- Crecimiento económico y distribución de ingreso.
- Desarrollo económico nacional y sus desequilibrios regionales y sectoriales.
- Límites del crecimiento y sus costos económicos, sociales y ambientales.

Partiendo de la definición de sustentabilidad, sabemos que el desarrollo sustentable significa atender a las necesidades de la sociedad sin poner en riesgo a las generaciones futuras, esto implica no solo preocuparnos por una asignación racional y eficiente de los recursos hacia fines alternos de utilización, sino que también se debe realizar esta acción sin degradar la base biofísica sobre la cual se encuentra cimentado el circuito económico.

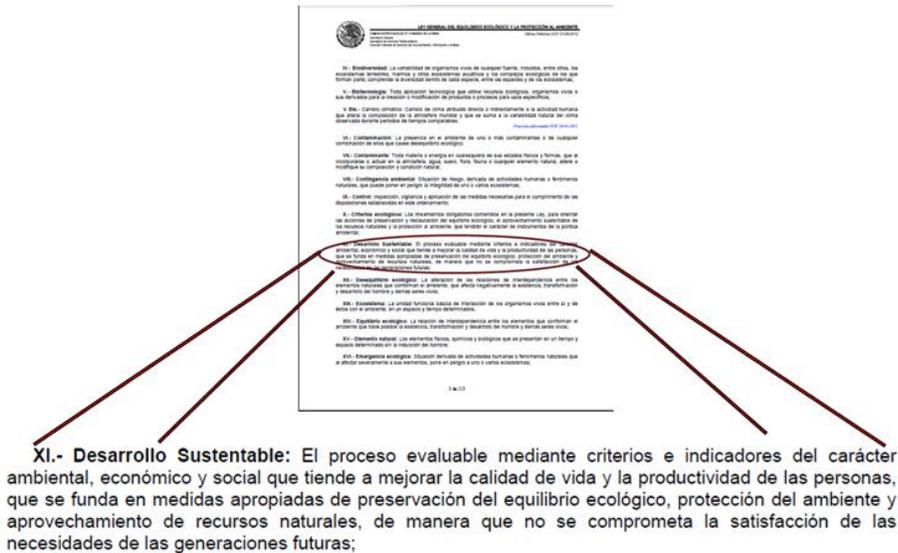


Figura 7 - Ley General Del Equilibrio Ecológico Y La Protección Al Ambiente, Artículo 39.

México, en materia de sustentabilidad ha buscado la manera de progresar y realizar cambios positivos; ha buscado instaurar un régimen jurídico normativo, el cual coordine las problemáticas ambientales así como la utilización sustentable de los recursos naturales, previendo que dichas normas posean la capacidad para preservar el medio ambiente y los recursos.

La base del sistema jurídico actual es la Carta Magna, y esta establece diversas disposiciones de carácter ambiental. A partir del artículo 27, el cual se refiere a la conservación de recursos naturales, se ha dado suma importancia al medio ambiente.

El desarrollo sustentable se encuentra implícito en la redacción del artículo 27 en donde se señala lo siguiente: *“La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con el objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana...”*. (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Capítulo I de las Garantías Individuales Artículo 27)¹⁷.

La política ambiental mexicana comenzó a adquirir un enfoque integral, a partir de 1982, realizando reformas para crear nuevas instituciones y precisar las bases jurídicas y administrativas de la política de protección ecológica¹⁷.

Debido al reclamo de la sociedad por crisis ambientales en zonas metropolitanas, en 1983 se crea la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) enfocada a formular nuevas reformas referentes a la política ecológica con la corresponsabilidad del gobierno y de la sociedad. Al mismo tiempo, se promulga la Ley Federal de Protección al Ambiente (LFPA) con el fin de regular los efectos de las actividades humanas sobre los recursos naturales, así como el manejo de residuos sólidos y descargas, considerando como objetivo principal la protección a la salud humana¹⁷.

Con los antecedentes de esta nueva ley, en 1988, se publican la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), cinco reglamentos, normas técnicas ecológicas y cuatro normas oficiales mexicanas. Gracias a esta ley se han hecho posibles importantes avances referentes a la gestión ambiental, ya que no solo regulan la contaminación ambiental, sino que también incorpora el uso sustentable de los recursos naturales¹⁷.

En 1989, se crea la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), definida como la autoridad única en materia de administración de agua, es una organización que posee de autonomía técnica y operativa.

En 1992, la SEDUE se transforma en la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y su enfoque se modifica para formular y evaluar la política general en materia de desarrollo social, articulando sus objetivos, políticas, programas y estrategias con el ambiente. Aunado a esto, la SEDESOL contó con dos entidades desconcentradas, enfocadas completamente al entorno ambiental, mismas que poseen autonomía técnica y operativa, el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)¹⁸.

En 1994 se crea la primera Secretaría de Estado que tiene a su cargo el cuidado del medio ambiente, recursos naturales y recursos pesqueros, la SEMARNAP. Desde su creación, la SEMARNAP ha tenido como principal objetivo contribuir en nuevo desarrollo nacional que vaya enfocado al uso y aprovechamiento de los recursos naturales de forma sustentable, así como el crecimiento sostenido económico¹⁸.

Las principales acciones enfocadas al ámbito ambiental son las siguientes¹⁸:

- a. Cambio climático: políticas que fomenten la reducción de emisiones de industrias, ahorro de energía, etc.
- b. Protección de ecosistemas: gracias al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas se ha protegido aproximadamente el 7% del territorio mexicano.
- c. Ordenamiento ecológico del territorio: se trata de una política territorial que permita impulsar, el desarrollo social reduciendo las disparidades regionales, compensar a las regiones rezagadas, distribuir jerárquicamente los equipamientos, y aumentar el acceso a las oportunidades de progreso para todos los pobladores del país. Encabezado por la SEDESOL.
- d. Biodiversidad: es importante hacer un uso sustentable de la biodiversidad en México, por lo cual se creó a Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), encargada de esta tarea principalmente.

Algunos de los programas dedicados a apoyar las políticas enfocadas al desarrollo sustentable son:

- a. El Programa Regional de Desarrollo Sustentable.
- b. El Programa de Inversión Regional.
- c. El Sistema de Evaluación del Desarrollo Regional Sustentable.

Como parte de este movimiento de impulso hacia la sustentabilidad se han realizado numerables proyectos promovidos por organizaciones no gubernamentales y por las mismas comunidades. Algunos ejemplos de los proyectos que se comenzaron a realizar a nivel comunidad son los siguientes:

- a. Producción sustentable y orgánica del café, miel, cacao, etc.
- b. Producción de artesanías.
- c. Desarrollo de proyectos de Eco-turismo.

Por otra lado, en la reunión de la Comisión de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), conocida como la Cumbre de Río de Janeiro, se incorpora el derecho que tienen las futuras generaciones en el principio Núm. 3 estableciendo: “El derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras”; y en el principio Núm. 4 se establece el derecho al desarrollo sostenible como un fin a alcanzar: “A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada”¹⁷.

De forma simultánea se establecen un conjunto de lineamientos estratégicos con respecto al desarrollo sustentable, los cuales se agruparon en un documento denominado Agenda 21, ratificado por México.

México aplicó el instrumento la agenda “Desde lo Local”, apegándose a la Agenda 21, con el fin de promover el desarrollo municipal. Dicho instrumento se encuentra conformado por 39 áreas de acción o indicadores que se miden a través de 270 parámetros, como se muestra en la Figura 8⁶.

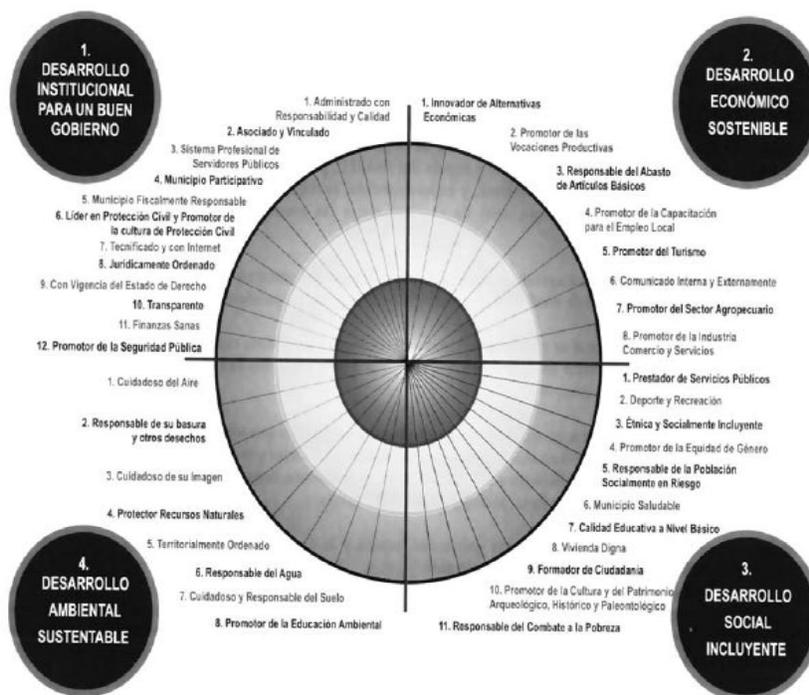


Figura 8 - Agenda "Desde lo Local" para municipios en México⁶.

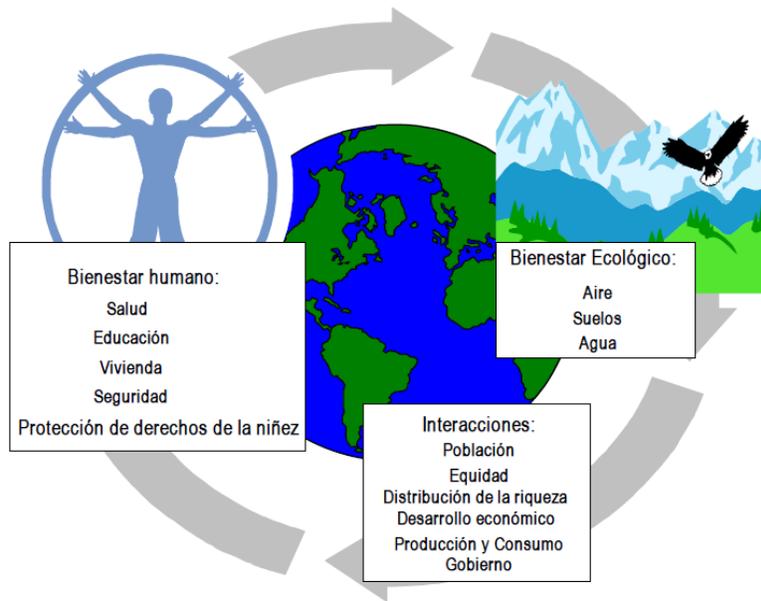
Las áreas de acción sobre las que se trabajan son cuatro grandes apartados:

- Desarrollo Institucional para el buen gobierno.
- Desarrollo Económico Sostenible.
- Desarrollo Social Incluyente.
- Desarrollo Ambiental Sostenible.

Por mucho tiempo se subestimó el tanto el costo como el crecimiento demográfico en las estrategias de desarrollo, lo cual ha frenado el avance en materia de sustentabilidad a esto sumado la desigualdad de distribución territorial del país, la urbanización sobre la calidad del agua, aire y suelos, ocasionando severos daños a los recursos naturales, ha ocasionado mayor dificultad en el avance del desarrollo sustentable en el país; sin embargo, México sigue realizando propuestas para lograr mejoras en este ámbito en beneficio de la sociedad y de los recursos naturales que dispone el país.

México adoptó el concepto de desarrollo sustentable debido a los acuerdos internacionales, a partir de los años 80 se comienzan a crear las políticas ambientales en todo el mundo; sin embargo es hasta los años 90 cuando México comienza a crear reformas e instituciones para fomentar el

desarrollo sustentable y se inicia un crecimiento sustancial en el gasto de gobierno con fines ambientales.



fuente: World Commission on Environment and Development, *Our common Future*, Oxford University Press, Nueva York, 1987.

Figura 9 - Áreas principales de la sustentabilidad¹⁹

Indudablemente se ha avanzado mucho en estas últimas décadas, pero a pesar de esto, al comparar los discursos con los datos económicos sólidos, no superan esta prueba, lo que da como resultado un crecimiento económico basado en la insustentabilidad del aprovechamiento de los bienes públicos del stock de capital natural.

De esta manera, parece que el desarrollo sustentable continúa siendo un discurso difícil de alcanzar en una nación que tiene como proporción de su PIB un 10% de degradación ambiental y que solo invierte aproximadamente el 5% del valor de su consumo de los recursos naturales¹⁷.

b. Situación actual

México ha continuado en la línea de sustentabilidad, realizando cada vez más mejoras. En la última década se ha suscrito a los principales convenios ambientales a nivel global. Como es el caso de Agenda 21 y los acuerdos sobre biodiversidad y cambio climático. A raíz de estos convenios México ha puesto en marcha acciones concretas para cumplir con estos acuerdos.

En los siguientes programas se pueden encontrar plasmados los objetivos del desarrollo sustentable en México¹⁹:

- Programa de medio ambiente 1995-2000.
- Programa de minimización y manejo integral de residuos industriales y peligrosos en México, 1995-2000.
- Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural 1997-2000.
- Programa de calidad del aire (para cada una de las zonas metropolitanas de Valle de México, Guadalajara, Monterrey, Toluca, Ciudad Juárez, Mexicali y Tijuana).
- Programa Frontera XXI.
- Programa de áreas naturales protegidas de México 1995-2000.
- Programa forestal y de suelo 1995-2000.
- Programa nacional hidráulico 1995-2000.
- Programa de pesca y acuicultura 1995-2000.
- Instrumentos Económicos y Medio Ambiente.

De los proyectos más recientes que México ha desarrollado es el denominado Ciudad Rural Sustentable. Este proyecto inició en 2007 y fue desarrollado en Nuevo Juan de Grijalva (Chiapas) teniendo como objetivo el beneficiar a 410 familias que se encontraban en condiciones de alta marginalidad y que previamente habían sido damnificadas como consecuencia de que sus comunidades fueron dañadas por el derrumbe y desgajamiento de cerros en la misma zona⁶.

Entre las principales características de este modelo de ciudad se encuentran:

- La infraestructura de las viviendas incluye, por ejemplo, material térmico con el que la temperatura es 4 grados centígrados inferior a la del ambiente en meses de calor, así como cocinas ecológicas.
- Escuela primaria.
- Unidad de Salud.
- Manejo de proyectos productivos vinculados a la reforestación y la sustentabilidad.
- Producción de alimentos orientados para el autoconsumo y la comercialización.
- Manejo integral de agua potable y residual.

Otro proyecto que dio inicio en es el Plan Verde de la Ciudad de México, el cual es un conjunto de estrategias y acciones de alto impacto que se están instrumentando paulatinamente para orientar al Distrito Federal hacia la sustentabilidad por el lado del medio ambiente⁶.

Otro logro alcanzado es el incorporar una serie de medidas de carácter internacionales por parte de la Ciudad de México; sin embargo, aún no cuenta con un plan integral de sustentabilidad que incluya lo económico y lo social.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012 declara que la sustentabilidad del desarrollo habitacional tiene su origen en la definición y control del destino del suelo. De la ubicación de la tierra depende la disponibilidad de agua y la posibilidad de contar con infraestructura y los servicios adecuados, a través de procesos de inversión y desarrollo que no propicien el acaparamiento y la especulación inmobiliaria. Una de las principales debilidades históricas del crecimiento urbano del país radica precisamente en la falta de una política de constitución y uso de reservas territoriales que permita regularlo con eficacia²⁰.

El PND 2007-2012 se encuentra estructurado en cinco ejes rectores:

1. Estado de Derecho y seguridad.
2. Economía competitiva y generadora de empleos.
3. Igualdad de oportunidades.
4. Sustentabilidad ambiental.
5. Democracia efectiva y política exterior responsable.

De acuerdo con el PND 2007-2012 se propone trabajar en 9 sectores referentes a la sustentabilidad ambiental²⁰:

- Agua.
- Bosques y selvas.
- Biodiversidad.
- Gestión y justicia en materia ambiental.
- Ordenamiento ecológico.
- Cambio climático.
- Residuos sólidos y peligrosos.
- Investigación científica ambiental con compromiso social.
- Educación y cultura ambiental.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Nacional de Vivienda 2007-2012, es necesario Impulsar un desarrollo habitacional sustentable. Se propone trabajar sobre tres acciones básicamente en tres direcciones: por un lado, la corrección paulatina de las distorsiones del crecimiento anárquico, mediante mecanismos como la redensificación de espacios urbanos, así como el impulso del mejoramiento y ampliación del parque habitacional que lo requiere; por otro, el fomento de conjuntos habitacionales que privilegien la verticalidad, el adecuado aprovechamiento de la infraestructura existente, la racionalidad en la explotación de la energía, el cuidado y reciclamiento del agua y la provisión de espacios verdes. Por último, el impulso de nuevos centros urbanos con plena sustentabilidad en tierras adquiridas para ese fin, a través de la participación conjunta de los tres órdenes de gobierno y los sectores privado y social, que permita la optimización de inversiones y el aprovechamiento de experiencias exitosas en materia de desarrollo regional²¹.

Del PND se desprende el Programa General de Desarrollo Urbano de la Ciudad de México, en donde se fijan las políticas y estrategias de un proyecto de ciudad con tratamiento a corto, mediano y largo plazos, además se determinan los ejes fundamentales para lograr un desarrollo equilibrado y se asegure la protección ambiental²².

El Programa adopta diversos lineamientos estratégicos, entre los que destacan: replantear la integración de la ciudad en la economía mundial con un enfoque de ciudad global, bajo el esquema de sustentabilidad, equidad y soberanía. Por lo que considera indispensable fortalecer la política de coordinación metropolitana e impulsar mecanismos de planeación territorial con una visión regional²².

De este programa se desprende el Programa de Desarrollo Urbano de cada delegación.

El modelo actual de desarrollo no ha podido dar solución a los grandes problemas que enfrentan hoy día los países subdesarrollados, por el contrario los ha agudizado, reflejando un cada vez mayor empobrecimiento de la sociedad y un enriquecimiento desmedido de unos pocos. Además este modelo de “desarrollo” ha contribuido de manera constante al deterioro del stock de capital natural y en consecuencia el deterioro de la calidad de vida de la población.

En nuestro país el error ha sido el desmedido uso de los recursos naturales bajo el criterio de la rentabilidad inmediata, provocando la destrucción de recursos potenciales cuyo valor no se refleja en el mercado.

Esta problemática se agudiza más, dado que el deterioro del medio ambiente resultado de la acción del hombre, es a la vez el elemento condicionante del desarrollo social, de manera que un desarrollo económico como el que se ha dado en nuestro país, afecta la base misma del desarrollo social. Por tanto, a pesar del crecimiento económico nacional no se ha tomado en cuenta la preservación del ambiente, por el contrario, se ha venido degradando cada vez más, debido, probablemente, a la visión cortoplacista de la satisfacción de las necesidades económicas.

En los últimos años, se han construido en México casi 600 mil viviendas sustentables gracias al programa impulsado por el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), hipoteca verde, por lo que han dejado de emitirse alrededor de 1.5 toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera, gracias a la incorporación de un paquete tecnológico para el uso sustentable de agua y el ahorro energético (Datos del 1 de enero de 2012).

La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) explica que esto ha permitido obtener hasta un 48% de ahorro en el consumo de electricidad y gas para los usuarios, lo cual representa 261 pesos mensuales para los habitantes de viviendas sustentables económicas²³.

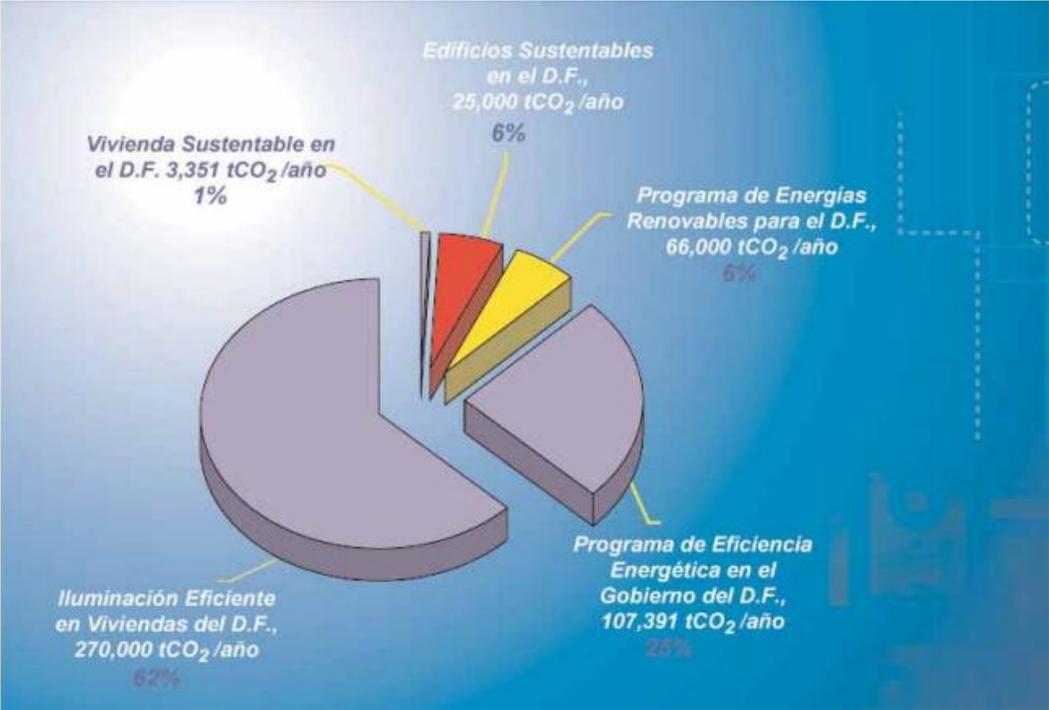


Figura 10–Acciones de mitigación en el sector energía²⁴.

En el último sexenio se han alcanzado el mayor número de créditos y subsidios: más de un millón en promedio, y se espera alcanzar los 6 millones para este año.

México sigue en marcha con sus planes de desarrollo sustentable; sin embargo, se enfrentará a retos que lo obligan a mejorar sus estrategias y crear nuevas alternativas para dar soluciones en beneficio de la sociedad, la economía y los recursos naturales²⁵.

De acuerdo con la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), el primer reto a vencer, será cubrir la demanda de vivienda en México, cuya población se estima para 2050 en 160 millones de habitantes²⁵.

El segundo reto, ordenar los desarrollos urbanos. Se deberán planear las nuevas urbanizaciones, introducir infraestructuras y transporte público y después construir la vivienda con una indispensable mezcla de usos de suelo, áreas cívicas y recreativas y conectividad con el resto de la ciudad.

México se enfrenta a diversas problemáticas y es inminente tomar medidas, sin duda alguna la mejor solución es impulsar el desarrollo sustentable y crear mejoras en este ámbito. A continuación se mencionan las problemáticas más importantes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010)²⁶.

- Existe una elevada concentración poblacional. En 2010 había una densidad de 57 habitantes por km². El 30% de los mexicanos habitan en tres ciudades. Hay hacinamiento. Y se encuentra también el fenómeno contrario: la dispersión. Otro 25% de los mexicanos habitan en poblados de menos de 1 000 personas.
- El acceso y la calidad de agua serán uno de los temas prioritarios a enfrentar.
- Tenemos ciudades costosas. La ubicación de ciudades en zonas elevadas hacen muy costoso poder mantenerlas.
- La deforestación y la erosión son temas prioritarios a atender.
- Hay pérdida de biodiversidad en flora y fauna.
- El reto para el próximo siglo es la preservación de recursos naturales y el ordenamiento territorial, para que los 130 millones de mexicanos del año 2030 puedan estar ubicados en zonas, regiones y ciudades, en donde exista una mayor calidad de vida y un desarrollo sustentable.

c. Normatividad ecológica

La política, el derecho y la administración ambiental, son los principales componentes de la gestión ambiental y no solo abarcan acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y cuidado del medio ambiente, sino también se encuentran enfocadas hacia una adecuada planeación, regulación y organización de toda la materia ambiental. La gestión ambiental supone un conjunto de actos normativos y materiales que buscan una ordenación del ambiente, que van desde la formulación de la política ambiental hasta la realización de acciones materiales que garanticen el propósito general.

El gobierno mexicano se encuentra estructurado sobre la base de los principios de una república representativa y federal, compuesta por tres niveles de gobierno: el federal, local o estatal y el básico correspondiente a los municipios. Ello resulta imperativo en la necesidad de precisar cómo se distribuyen las competencias en materia ambiental conforme a la legislación mexicana.

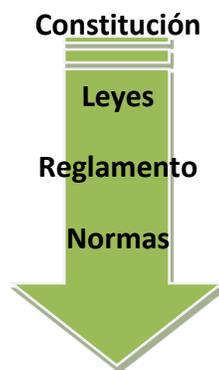


Figura 11 – Jerarquía Normativa

c.1 Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos

En los Artículos 25 sexto párrafo, 26, 27 tercer párrafo, 73 fracción XVI 4ª y fracción XXIX-G, así como el 115 y 124 se encuentran las normas secundarias que regulan la conducta humana y social frente a los recursos naturales y los ecosistemas que se relacionan con la competencia de los Gobiernos de los Estados y Municipios, y su participación en materia ambiental²⁷.

En el artículo 25 párrafo sexto constitucional se establece el postulado del cuidado del medio ambiente con motivo de la regulación del uso de los recursos productivos por los sectores social y

privado. El 3 de febrero de 1983 se incorporó esta idea a la Constitución Política, mediante decreto publicado en el *Diario Oficial de la Federación*²⁷.

De manera conjunta con el artículo anterior, el artículo 26 Constitucional establece que, como una consecuencia a la intervención estatal en la economía de la Nación: «El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprime solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia u la democratización política, social y cultural de la Nación.» Tratando así de concertar acciones que sean congruentes entre sí, y de esta forma aprovechar los recursos sustentables del país²⁷.

El 10 de agosto de 1987 mediante el Diario Oficial de la Federación, se introduce en el artículo 27 constitucional la idea de la conservación de los recursos naturales, como un elemento totalizador de la protección al ambiente²⁷.

En el Artículo 73 fracción XVI 4a. Constitucional, se plasma la idea de la prevención y control de la contaminación ambiental, como un concepto ambiental dentro del rubro de salubridad general, dentro del ámbito de competencia de la Secretaría de Salud.

El artículo 73 fracción XXIX-G, que fue reformada por el mismo decreto que modificó al artículo 27 tercer párrafo, constituyendo ambos la reforma ecológica constitucional. De conformidad con dicho precepto el Congreso de la Unión tiene la facultad para expedir leyes que establezcan la concurrencia del gobierno federal, de los gobiernos de los estados y municipios en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y preservación y restauración del equilibrio ecológico²⁷.

La Constitución Política distribuye las facultades en esta materia entre la federación, estados y municipios en el ámbito de sus respectivas competencias, aunque esta cuestión atañe más específicamente al estudio de la gestión ambiental.

En 1917 se incorporó a la Constitución Política, el principio de conservación de los recursos naturales, el cambio fundamental fue sobre la idea de la propiedad privada, que hasta ese momento se tenía vigente la idea de propiedad privada, como un derecho tradicional. A raíz de este cambio, se incluyó la idea fundamental de que la Nación tiene en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público.

Con respecto a los asentamientos humanos, desde 1976 se encuentra regulado este tema, con una fuerte impronta ambiental. Se realizaron modificaciones a la Constitución Política, en el artículo 27 tercer párrafo, con el fin de precisar la regulación del aprovechamiento de los recursos naturales con el principal objetivo de lograr un desarrollo equilibrado del país.

A causa de lo anterior, se agregaron medidas para ordenar los asentamientos humanos y así establecer adecuados usos y destinos de tierras, aguas y bosques.

El 3 de febrero de 1983, en el *Diario Oficial de la Federación*, se reformó el artículo 115 constitucional con el fin de dar una transformación al régimen municipal. El carácter ecológico de esta reforma se puede observar en la fracción V que señala: «Los municipios, en los términos de las leyes federales y estatales relativas, estarán facultados para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal; participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; controlar y vigilar la utilización del suelo en sus jurisdicciones territoriales; intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana; otorgar licencias y permisos para construcciones, y participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas.»

c.2 Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente

Como resultado del proceso de reformas a los artículos 27 y 73 Constitucionales, se inició el proceso de una nueva legislación denominada Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la cual fue publicada en el *Diario Oficial de la Federación* del 28 de enero de 1988, y sus modificaciones del 13 de diciembre de 1996. Dentro de la LGEEPA destacan los siguientes propósitos²⁷

- Establecer un proceso de descentralización ordenado, efectivo y gradual de la administración, ejecución y vigilancia ambiental a favor de las autoridades locales.
- Ampliar los márgenes legales de participación ciudadana en la gestión ambiental, a través de mecanismos como la denuncia popular, el acceso a la información ambiental y la posibilidad de impugnar por medios jurídicos los actos que dañen al ambiente en contravención de la normatividad vigente.
- Reducir los márgenes de discrecionalidad de la autoridad, a fin de ampliar la seguridad jurídica de la ciudadanía en materia ambiental.

- Incorporar instrumentos económicos de gestión ambiental, al igual que figuras jurídicas de cumplimiento voluntario de la ley, como las auditorías ambientales.
- Fortalecer y enriquecer los instrumentos de política ambiental para que cumplan eficazmente con su fin.
- Incorporar definiciones de conceptos hoy considerados fundamentales como los de sustentabilidad y biodiversidad, a fin de aplicarlos en las distintas acciones reguladas por el propio ordenamiento.
- Asegurar la congruencia de la LGEEPA con las leyes sobre normalización, procedimientos administrativos y organización de la Administración Pública Federal.

De la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se desprende la Ley del equilibrio ecológico y protección al ambiente, que cada estado deberá tener.

c.3 Reglamentos

Cada estado y municipio deberá contar con sus respectivos reglamentos, en donde se regula específicamente los aspectos de administrativos, técnicos, jurídicos y ambientales.

c.4 Normas oficiales mexicanas (NOM)

Al hablar de norma, nos referimos a cualquier regla de conducta de observancia obligatoria. En sentido estricto, nos referimos a normas jurídicas que emanan del órgano competente conforme a un determinado ordenamiento jurídico y cuyo incumplimiento puede ser exigido aun en contra de la voluntad del sujeto obligado.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) existen desde los años 20; sin embargo, es hasta hace unas décadas que este tipo de normas proliferó regulando diversas situaciones en todos los ámbitos²⁷.

Tanto la Ley sobre Pesas y Medidas de 15 de mayo de 1928, como su reglamento carecían de regulación en materia de normalización. Dicha ley y la Ley de Normas Industriales de 31 de diciembre de 1945, fueron derogadas por la Ley General de Normas y de Pesas y Medidas²⁷.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) publicada en el *Diario Oficial de la Federación*, el 1 de julio de 1992, pretendía uniformar los procedimientos de normalización y

medición, estableciendo esquemas uniformes con el fin de superar los problemas de discrecionalidad y legalidad que subsistían en la ley de 1988.

La vigente ley ha sido reformada dos veces: el 24 de diciembre de 1996, con el objeto de modificar las competencias de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), y cambiar el procedimiento de modificación y cancelación de las NOM, que con las reformas del 20 de mayo de 1997 fue adecuado de nuevo.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que tienen como fin el cuidado del ambiente, se encuentran organizadas en catorce categorías²⁸:

- Normas oficiales mexicanas en materia de aguas residuales.
- Normas oficiales mexicanas en materia de medición de concentraciones.
- Normas oficiales mexicanas en materia de emisiones de fuentes fijas.
- Normas oficiales mexicanas en materia de emisiones de fuentes móviles.
- Normas oficiales mexicanas en materia de residuos peligrosos.
- Normas oficiales mexicanas en materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
- Normas oficiales mexicanas en materia de protección de flora y fauna.
- Normas oficiales mexicanas en materia de suelos.
- Normas oficiales mexicanas en materia de contaminación por ruido.
- Normas oficiales mexicanas en materia de impacto ambiental.
- Normas oficiales mexicanas comisión nacional del agua.
- Normas oficiales mexicanas pesca (en peligro de extinción).
- Normas oficiales mexicanas en materia de lodos y biosólidos.
- Normas oficiales mexicanas en materia de metodologías.

Algunas normas aplicables a la vivienda sustentable son aquellas conocidas como normas de eficiencia, que promueven el uso eficiente de agua, energía así como protección ambiental.

Dentro de las normas de protección ambiental se encuentran:

- NOM-002-SEMARNAT-1996*. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 3 de junio de 1998.

* SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.

- NOM-003-SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de septiembre de 1998.

Esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios públicos, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reúso.

- NOM-006-CONAGUA-1997*. Fosas sépticas prefabricadas. Especificaciones y métodos de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de enero de 1999.

Esta norma establece las especificaciones y métodos de prueba de las fosas sépticas prefabricadas, para el tratamiento preliminar de las aguas residuales de tipo doméstico, con el fin de asegurar su confiabilidad y contribuir a la preservación de los recursos hídricos y del ambiente.

Dentro de las normas de ahorro de agua se encuentran:

- NOM-005-CONAGUA-1996. Fluxómetros-Especificaciones y métodos de prueba. Publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 20 de mayo de 1997.

Esta norma establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir los fluxómetros para tazas de inodoros y mingitorios con el fin de asegurar el ahorro de agua en su uso y funcionamiento hidráulico.

- NOM-008-CONAGUA-1998. Regaderas empleadas en el aseo corporal. Especificaciones y métodos de prueba. Publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 25 de junio de 2001. Esta norma establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir las regaderas empleadas en el aseo corporal, con el fin de asegurar el ahorro de agua.

* CONAGUA, Comisión Nacional del Agua

- NOM-009-CONAGUA-2001. Inodoros para uso sanitario. Especificaciones y métodos de prueba. Publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 2 de agosto de 2001. Esta norma establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir los inodoros, con el fin de asegurar el ahorro de agua en uso y funcionamiento hidráulico.

Con respecto al uso eficiente de energía se encuentran las siguientes normas:

- NOM-004-ENER-2008^{*}. Eficiencia energética de bombas y conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia, en potencias de 0,187 kW a 0,746 kW. Límites, métodos de prueba y etiquetados. Publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 25 de julio de 2008. Esta norma establece los niveles mínimos de eficiencia energética que deben cumplirse para las bombas y los valores máximos de consumo de energía para el conjunto motor-bomba, que utilizan motores monofásicos de inducción tipo jaula de ardilla, para manejo de agua de uso doméstico; establece además, los métodos de prueba con que deben verificarse dicho cumplimiento, así como los requisitos de información al público que debe contener la etiqueta.

Las normas referentes a la eficiencia térmica son las siguientes:

- NOM-003-ENER-20 Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado. Publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 9 de agosto de 2011.

Esta norma se aplica a los calentadores de agua para uso doméstico y comercial, que se comercializan en los Estados Unidos Mexicanos, que utilicen gas licuado de petróleo o gas natural como combustible y que proporcionen únicamente agua caliente en fase líquida. Los aparatos para calentamiento de agua con una carga térmica mayor de 108,0 kW y presiones absolutas máximas de trabajo de 600,0 kPa y temperaturas superiores a 360,15 K (87,0°C) son considerados como calderas y no están comprendidos dentro del campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana.

La ley menciona distintos tipos de normas entre las que encontramos las Normas Oficiales Mexicanas, las normas mexicanas, las normas de emergencia y las normas de referencia.

^{*} ENER, Secretaría de Energía

c.5 Normas mexicanas (NMX)

La ley de 1961 contenía disposiciones que hacían referencia a normas que no tenían carácter obligatorio; sin embargo, de su cumplimiento dependía la posibilidad de obtener la autorización para utilizar el sello oficial de garantía, de manera que no se pueden llamar realmente "opcionales"²⁷.

Las Normas Mexicanas (NMX) pueden ser emitidas tanto por los organismos nacionales de normalización como por la Secretaría, para un uso común de reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación²⁷.

Las NMX sirven de referencia para determinar la calidad de productos y servicios, con el principal objetivo de orientar y proteger a los consumidores.

Su campo de aplicación es determinado por la propia norma y puede ser nacional, regional o local. Es necesario tomar en cuenta las normas internacionales para la elaboración de las NMX, sin embargo, esto puede omitirse cuando se consideren inadecuadas o ineficaces. Deberán someterse a consulta pública, por un período de cuando menos 60 días naturales previos a su expedición, para lo cual deberá publicarse un aviso y un extracto de la misma en el *Diario Oficial de la Federación*²⁸.

Las NMX también deberán ser revisadas periódicamente, y en su caso, actualizadas cada cinco años, en virtud de la necesidad de su actualización.

Las Normas Mexicanas con respecto al cuidado ambiental están organizadas en ocho categorías²⁹:

- Normas mexicanas en materia de agua.
- Normas mexicanas en materia de atmósfera.
- Normas mexicanas en materia de contaminación del suelo.
- Normas mexicanas en materia de ruido.
- Normas mexicanas en materia de residuos.
- Normas mexicanas en materia de potabilización de agua.
- Normas mexicanas en materia de fomento y calidad ambiental.
- Normas mexicanas en materia forestal y biodiversidad.

Dentro de las Normas Oficiales Mexicanas no se encuentra ninguna referente al tema de sustentabilidad, mientras que en las Normas Mexicanas existen tres que hacen referencia a este concepto de forma explícita.

- NMX-AA-120-SCFI-2006. Que establece los requisitos y especificaciones de sustentabilidad de calidad de playas.
- NMX-AA-133-SCFI-2006. Requisitos y especificaciones de sustentabilidad del ecoturismo. Requisitos y especificaciones de sustentabilidad del ecoturismo.
- PROY-NMX-AA-157-SCFI-2010. Requisitos y especificaciones de sustentabilidad para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos en la zona costera de la península de Yucatán.

Sin embargo, dentro de estas normas no existe ninguna aún referente a la vivienda o edificación sustentable.

La Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), que es la instancia federal encargada de coordinar la función de promoción habitacional, así como de aplicar y cuidar que se cumplan los objetivos y metas del gobierno federal en materia de vivienda, ha realizado diversas publicaciones y en la mayoría de ellas se habla sobre vivienda sustentable. A pesar de no ser normas como tales, se pueden encontrar sugerencias importantes en este ámbito.

En su publicación *Programa de Labores 2012*, el objetivo estratégico número 5 es crear alianzas para construir vivienda sustentable.

En la publicación *Código de edificación de Vivienda*, la parte 6 aborda el tema de sustentabilidad, en donde se señalan diversas recomendaciones y se citan las normas aplicables al tema.

Existen cinco publicaciones más enfocadas completamente a la vivienda sustentable:

- Soluciones verdes para el sector vivienda.
- Uso eficiente de la energía en la Vivienda.
- Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales.
- Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables.
- Programa específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático.

En los últimos años se ha reforzado el desarrollo sustentable en el país; existe iniciativa por parte de la política pública para la construcción sustentable; sin embargo, falta fortalecer la normatividad en materia de sustentabilidad así como los reglamentos para la construcción.

En 2011 las Secretarías de Energía y de Medio Ambiente comenzaron a preparar una Norma Oficial Mexicana (NOM) De forma simultánea la SEMARNAT comienza a promover una Norma Oficial Mexicana voluntaria en materia de edificaciones sustentables la cual tendría como propósito dar mayor certidumbre y control de los estándares de esas construcciones en todo el país. Uno de los principales propósitos de esta norma es propiciar mejores prácticas de construcción verde. A pesar de que sería una norma de carácter voluntario, se pretende fomentar el compromiso social y nacional de protección ambiental, ya que construir edificios, empresas y viviendas con la visión de lograr un mejor control de residuos y ahorrar energía y agua, entre otros recursos, aporta beneficios a distintos sectores prioritarios³⁰.

Dicha norma se encuentra como proyecto, con el nombre Proyecto de Norma de Ordenación General para la Producción de Vivienda Sustentable de Interés Social y Popular. Los objetivos de la norma son:

- Generar las condiciones para la construcción de más y mejor vivienda.
- Promover y facilitar el uso eficiente del suelo urbano.
- Promover una nueva modalidad de construcción de vivienda como un primer paso a la sustentabilidad urbana.
- Contribuir a la reducción permanente de la demanda de agua potable y de energía eléctrica del uso habitacional.
- Aumentar la disponibilidad de área libre y espacios comunes en los proyectos de vivienda.
- Proporcionar áreas de estacionamiento suficiente para la demanda de la vivienda, sin comprometer su costo bajo y con ello su objetivo social.
- Diversificar los usos del suelo y con ello mejorar y aumentar la accesibilidad a los servicios urbanos.

Como se puede notar en México se ha tenido un avance legislativo en materia ambiental, y en los últimos años se ha hecho un esfuerzo por renovar el marco jurídico ambiental.

d. Programas de sustentabilidad y financiamiento

Debido a la preocupación que se ha dado en los últimos años por impulsar el desarrollo sustentable, se han creado diversos programas y ayuda en cuanto a financiamiento para promover la vivienda sustentable.

Uno de los principales programas o planes que existen en México, es el iniciado por la Secretaría del Medio Ambiente, el Plan Verde, es uno de los programas ambientales más ambiciosos de toda América Latina. Debido a que es un plan integral, distintas secretarías y dependencias locales, así como organismos internacionales participan en él.

El Plan Verde se presentó de manera oficial el 30 de agosto de 2007, y tiene como objetivo encaminar a México hacia la sustentabilidad, sin comprometer el patrimonio natural. Este plan trabajo bajo siete ejes principales³¹:

- Suelo de conservación.
- Habitabilidad y espacio público.
- Agua.
- Movilidad.
- Aire.
- Residuos sólidos.
- Cambio climático y energía.

En materia de vivienda sustentable, dentro del eje *Habitabilidad y espacio público*, la Estrategia 2, se enfoca a impulsar el desarrollo de vivienda y edificaciones sustentables. De forma complementaria en el eje Agua, la estrategia 2 tiene como objetivo la reducción del consumo de agua potable; en el eje Aire, la estrategia 2 se centra en el fortalecimiento del programa de separación y reciclaje de la basura desde su origen, en los hogares, establecimientos comerciales y de servicios, e industriales; además de que se pretende impulsar el uso de calentadores de agua con energía solar para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

El Instituto de Vivienda del Distrito Federal creó un programa de Vivienda Sustentable que tiene como objetivo incorporar el uso de ecotécnicas en las nuevas viviendas sustentables por dicho Instituto³².

Las ecotecnologías que este programa incorpora son las siguientes:

- Sistemas de calentamiento de agua mediante el aprovechamiento de la energía solar (colectores o calentadores solares de agua).
- Iluminación eficiente (lámparas fluorescentes compactas - ahorradoras de energía).
- Celdas fotovoltaicas para el alumbrado exterior.
- Dispositivos ahorradores de agua (aireadores, regaderas, llaves de lavamanos y fregaderos, instalación de Sistemas Dúo o doble descarga en inodoros).
- Sistemas de recuperación y tratamiento de aguas grises o jabonosas para su reúso en inodoros.
- Sistemas de captación de agua pluvial para riego de jardines y lavado de automóviles.

Este Programa de Vivienda Sustentable forma parte del “Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012”. De 2008 a 2011 en el marco de este programa se han construido 5,979 viviendas³².

Uno de los organismos que promueve la construcción de vivienda sustentable es el INFONAVIT a través de su programa *Vivienda Sustentable (VS): vida integral Infonavit*³³.

El INFONAVIT promueve viviendas que incluyan todos los aspectos de la sustentabilidad:

- Ambiental. Incorpora ecotecnologías para asegurar la reducción de consumo de agua, energía, emisiones de dióxido de carbono (CO₂), ayudándolo en el ahorro del gasto familiar.
- Social. Una buena ubicación con acceso a escuelas, atención médica, transporte, centro recreativo, lugares de abasto y oportunidades de empleo formal dentro del mismo código postal en donde se ubica la vivienda.
- Económico. Fomenta el mantenimiento de las viviendas y el compromiso de los vecinos con la conservación de las mismas, garantizando el incremento del valor de su vivienda. Además cuenta con una capacitación previa al uso de su crédito que le permite conocer y elegir la mejor opción de su vivienda.

Dentro de este programa, se ha creado la Hipoteca Verde, la cual promueve el uso de ecotecnologías para generar ahorros económicos y beneficios al medio ambiente. La Hipoteca Verde es un monto adicional al crédito INFONAVIT para que el derechohabiente pueda comprar

una vivienda que cuente con ecotecnologías que generen ahorros en el gasto familiar por la disminución en el consumo de energía eléctrica, agua y gas³³.

Todas las viviendas que se formalicen con créditos del Instituto, para vivienda nueva, usada, remodelación, ampliación y construcción en terreno propio, deberán contar con eco tecnologías. Con el fin de extender los beneficios de la Hipoteca Verde a todos los acreditados.

INFONAVIT numera los siguientes como beneficios por parte del programa Hipoteca Verde:

- Reducción del gasto familiar en el consumo de luz, gas y agua que le generan una mayor capacidad de pago al acreditado.
- Mejoramiento de la calidad del medio ambiente, al disminuir la contaminación por CO2.
- Aseguramiento de recursos naturales para generaciones futuras.
- Incentivar una cultura de ahorro y respeto ambiental.
- Mejor calidad de vida.



Figura 12 - Hipoteca Verde³³

De acuerdo con los estudios realizados por una empresa externa especializada, el ahorro promedio obtenidos gracias al uso de ecotecnologías en el gasto familiar es de \$229.00³³.

Una iniciativa por parte del sector privado es CIBanco, el primer banco verde en México, el cual tiene como eje central las finanzas verdes. CIBanco da créditos preferenciales a las personas y empresarios responsables con el medio ambiente.

*"¿Qué es la felicidad sino el
desarrollo de nuestras facultades?"*

Staël, Germaine

4.SISTEMAS PROPUESTOS

SISTEMAS PROPUESTOS

A continuación se presentan los sistemas propuestos para este proyecto; se describe el funcionamiento de cada uno, así como las variantes que pueden tener.

a. Sistema de tratamiento de aguas residuales doméstico

a.1 Fosa Séptica

La fosa séptica es una unidad de tratamiento primario de las aguas negras domésticas, en ella ocurre la separación y transformación físico-química de la materia sólida contenida en esas aguas³⁴.

¿Cómo Funciona?

Una fosa séptica es un contenedor hermético cerrado en donde se acumulan las aguas negras y donde se les da un tratamiento primario, separando los sólidos de las aguas negras. Elimina los sólidos al acumular las aguas negras en el tanque y al permitir que parte de los sólidos, se asienten en el fondo del tanque mientras que los sólidos que flotan (aceites y grasas) suben a la parte superior. Para darles tiempo a los sólidos a asentarse, el tanque debe retener las aguas negras por lo menos 24 horas. Algunos de los sólidos se eliminan del agua, algunos se digieren y otros se quedan en el tanque. Hasta un 50 por ciento de los sólidos que se acumulan en el tanque se descomponen; el resto se acumula como lodo en el fondo y debe bombearse periódicamente del tanque³⁴.

Es importante mencionar que para un funcionamiento apropiado, se debe escoger el sistema séptico adecuado para el tamaño de la vivienda, el de la familia en general (si se utiliza en uso residencial) y el tipo de suelo, y debe dársele un mantenimiento periódico³⁵.

Los elementos básicos de las fosas sépticas son:

- Trampa de grasas (se instala solo cuando hay grasas en gran cantidad).
- Tanque Séptico (separa las partes sólidas del agua servida por un proceso de sedimentación simple).
- Caja de distribución (disminuye el agua de la anterior unidad).

- Campo de oxidación o infiltración (se oxida el agua servida y elimina por infiltración).
- Pozos de absorción (pueden subsistir o ser complementarios del anterior).

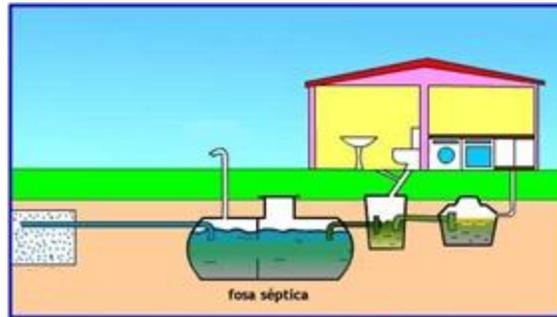


Figura 13 - Diagrama de una Fosa Séptica³⁶

Existen tres tipos principales de fosas sépticas para el tratamiento de aguas negras en sistemas individuales:

1. Fosos sépticas de concreto, éstas son las más comunes en su utilización para viviendas convencionales. Por la resistencia y durabilidad que le concede a la construcción el concreto armado o concreto y ladrillo son estas las más apropiadas para ser ubicadas debajo del domicilio, además se podría plantear la posibilidad de blindarlas para que tuvieran un grado de seguridad más alto ante sismos u explosiones cercanas al domicilio³⁴.
2. Fosos de fibra de vidrio, las que cada vez se usan más en la vivienda común. Tienen la propiedad de que son fáciles de llevar a los lugares “de acceso difícil” donde se construya³⁴.
3. Fosos plásticas de polietileno, las que se venden en muchos tamaños y figuras diferentes. Al igual que las fosos de fibra de vidrio, estas fosos son livianas, de una sola unidad y pueden llevarse a los lugares “de acceso difícil”. Se pueden elegir éstas por motivos de economía, en la fase de movimiento de tierras para la construcción solo habría que realizar un vaciado más profundo y ubicarlas en el mismo para luego unir las al domicilio³⁴.

a.2 Aprovechamiento de aguas grises

Al agua residual de uso doméstico que **NO CONTIENE DESECHOS HUMANOS** se le conoce como agua gris. Esta distinción se hace, entre otras cosas, porque puede ser aprovechada para actividades que no requieren de agua de calidad potable³⁷.

Sin embargo, el sistema de drenaje típico en los hogares desecha toda el agua directamente al drenaje junto con las aguas negras, contaminando así las aguas grises e impidiendo su posible aprovechamiento³⁷.

Una iniciativa importante en el ahorro de agua consiste precisamente en el reúso de aguas grises en los hogares³⁷.

Las aguas grises representan entre el 50% y el 80% de las aguas residuales residenciales, y pueden ser aprovechadas para evacuar inodoros, regar jardines o realizar la limpieza de ciertas áreas³⁷.

La recolección de aguas grises puede ser hecha desde una manera muy sencilla (por ejemplo, recolectando el agua que sale de la regadera mientras se espera a que esta se caliente) hasta de una manera muy sofisticada, con la instalación de sistemas automáticos de recolección y reuso³⁷.

Al aprovechar las aguas grises se reduce la demanda de agua potable, con todas las consecuencias positivas que esto tiene para el ambiente y la sociedad³⁷.

¿Cómo aprovechar el agua gris?

Con un simple tratamiento, podremos reutilizar esas denominadas aguas grises y de esa forma, colaborar con el medio ambiente. Podremos reutilizarlas en las cisternas de los inodoros, por ejemplo. Sitio en el que no es necesario agua de buena calidad. Para el riego de zonas verdes y en la limpieza de exteriores son otras funciones que le podemos dar a las aguas grises³⁸.

El sistema que se utiliza para la reutilización de aguas grises precisa de la conexión de los desagües de los lavabos y bañeras a un depósito. En dicho depósito tendremos que realizar dos tratamientos de depuración. Un Tratamiento Físico que se realiza mediante filtros que impiden que las partículas sólidas pasen, y un tratamiento químico, que se realiza mediante la cloración del agua con hipoclorito sódico con un dosificador automático. Este proceso deja el agua lista para la reutilización³⁸.

Lo que sigue es devolver el agua hacia las cisternas, para ello se utilizan bombas de bajo consumo que conducen el agua al depósito cuando las cisternas deban ser llenadas nuevamente.

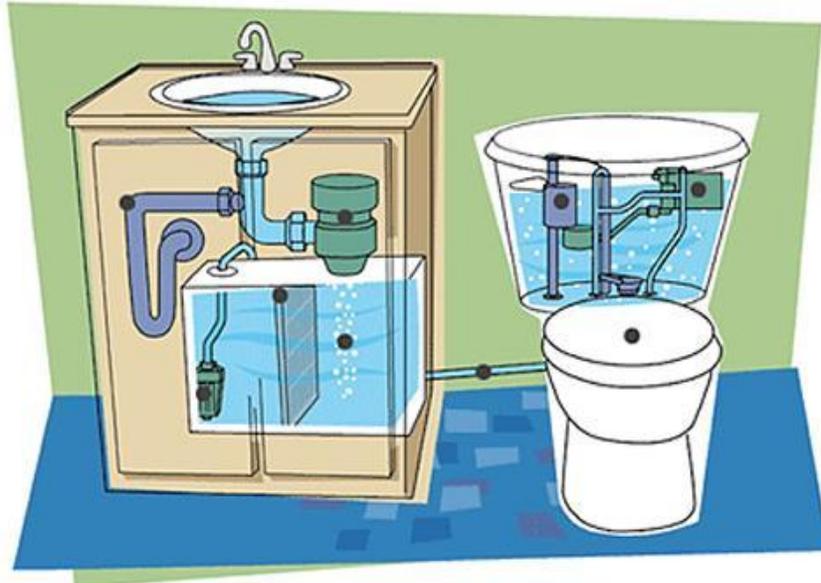


Figura 14 - Sistema de reutilización del agua³⁸.

Los depósitos comúnmente son de fibra de vidrio y se ubican, generalmente, en el sótano del hogar. Esto es para una más simple utilización. En caso de que eso no sea posible y se necesite poner en zonas altas de la casa, las aguas grises irían a un bote sinfónico y desde éste, por intermedio de una bomba, se subiría el agua hasta el depósito, distribuyéndose después por gravedad hasta las cisternas³⁸.

Así que si se desea dar una mano al medio ambiente, y ahorrar un poco de agua potable, es sumamente recomendable este sistema para cualquier hogar. Solo para darnos una idea, con este sistema se estimula un ahorro de 50 litros por persona al día, en un hogar de 4 personas. Esto se convierte en un 25% diario de la vivienda³⁸.

a.3 Planta de tratamiento de aguas residuales y grises

Tanto aguas residuales como aguas grises se encuentran contaminadas por microorganismos patógenos, detergentes, grasas etc. Si estos contaminantes se encuentran dentro de cierto límite, se inicia un proceso de autodepuración que ocurre gracias a la presencia de diversos microorganismos como bacterias y algas, que descomponen los desechos, metabolizándolos y transformándolos en sustancias simples como dióxido de carbono, nitrógeno, etc.

Si los contaminantes no se encuentran dentro de cierto límite, el cuerpo de agua no puede iniciar el proceso de autodepuración, en este caso es necesario darle un tratamiento.

Para determinar el tipo de planta de tratamiento necesaria se deben determinar algunos aspectos tales como: el caudal (m³/s), el uso final del agua tratada, el área con la que se cuenta para la instalación, así como la viabilidad económica.

La selección de los procesos o tipo de planta dependerá del proyecto, ya que en cada caso se cuentan con características diferentes; sin embargo, el proceso usual del tratamiento de aguas residuales domésticas puede dividirse en las siguientes etapas³⁹:

- Pretratamiento
- Tratamiento primario o físico
- Tratamiento secundario o biológico
- Tratamiento terciario que normalmente implica una cloración

Pretratamiento

En esta etapa se pretende la eliminación de materias gruesas y arenosas, cuya presencia en el efluente alteraría el tratamiento local y el funcionamiento eficiente de la planta. Se efectúa la eliminación de sustancias de tamaño excesivo y un tamizado para eliminar las partículas en suspensión. Así mismo se eliminan arenas y grasas presentes en el agua residual.

Tratamiento primario

El tratamiento primario consiste principalmente en la remoción de sólidos suspendidos floculentos, mediante sedimentación o floculación, en la neutralización de la acidez o alcalidad excesivas y en la remoción de compuestos inorgánicos mediante precipitación química. Si es necesario es posible utilizar la coagulación como auxiliar del proceso de sedimentación.

Tratamiento secundario

La finalidad de este proceso es la reducción de materia orgánica presente en las aguas residuales. El tratamiento secundario o biológico se basa en el proceso natural de autodepuración. En estos procesos, la materia orgánica biodegradable de las aguas residuales domésticas, actúa como nutriente de una población bacteriana a la cual se le proporciona oxígeno y condiciones controladas; por lo tanto el tratamiento biológico es una oxidación de la materia orgánica biodegradable con participación de bacterias que se ejecuta para acelerar el proceso natural y de esta manera evitar la presencia posterior de contaminantes y la ausencia de oxígeno en los cuerpos de agua.

Para que este proceso se realice de forma efectiva, deben existir condiciones adecuadas para el crecimiento bacteriano, considerando temperatura entre los 30 y 40 °C, oxígeno disuelto, pH adecuado (6,5-8,0), salinidad (menor a 3,000 ppm).

Tratamiento terciario

El objetivo de este tratamiento es eliminar la carga orgánica remanente de un tratamiento secundario, es decir, eliminar los organismos patógenos, eliminar color y olor no deseados, remover detergentes, fosfatos y nitratos residuales. La cloración es parte del tratamiento terciario o avanzado que se emplea para obtener un agua más pura, incluso hasta llegar a potabilizarla.

Actualmente existen plantas de tratamiento prefabricadas que son capaces de realizar estos procesos en un espacio relativamente pequeño y que son una excelente opción para ser instaladas en unidades domésticas.

Su instalación es sumamente sencilla y brindan los mismos beneficios que cualquier planta de tratamiento de agua residual de gran escala.



Figura 15 - Planta de tratamiento de aguas residuales prefabricada⁴⁰

b. Sistema de captación de agua pluvial

La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano.

En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento. Al efecto, el agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso. En la captación del agua de lluvia con fines domésticos se acostumbra a utilizar la superficie del techo como captación, conociéndose a este modelo como SCAPT (sistema de captación de agua pluvial en techos)⁴¹.

El sistema de captación de agua de lluvia en techos está compuesto por la captación, recolección y conducción, interceptor, y almacenamiento⁴¹.

1. Captación, conformada por el techo de la edificación, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuadas para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección⁴¹.
2. Recolección y conducción, parte esencial de los SCAPT ya que conducirá el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento. Está conformado por las canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo⁴¹.
3. Interceptor, conocido también como dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentren en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente⁴¹.
4. Almacenamiento, es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario de las personas beneficiadas con este sistema, en especial durante el período de sequía⁴¹.

Además de los componentes antes mencionados, un SCAPT debe contar con filtros especiales, que permitan brindarle la calidad necesaria, los cuales pueden ser de gran sencillez o algunos de mayor complejidad dependiendo del uso que se le dará al agua captada⁴².

- Prefiltros.
- Sedimentadores.
- Trampas de grasa.
- Filtros.
- Desinfección.

Otro sistema de gran importancia son las bombas o sistemas de elevación de agua. Estas pueden ser⁴²:

- Sistemas de elevación electromecánica para algunos procesos de filtración y para subir el agua a contenedores elevados de distribución final.
- Sistemas de elevación manual o con fuentes de energía distintas a la convencional eléctrica; bombas de mecate, de succión, etc.
- Bombas accionadas por energía eléctrica por medio de celdas fotovoltaicas.

Todas ellas llevan una previa preparación y un adecuado mantenimiento.

Una vez instalado el sistema de captación, es de gran importancia realizar el mantenimiento adecuado ya que es el proceso que garantiza la limpieza y reparación de los elementos del sistema que lo requieran. Es necesario mantener un programa de monitoreo y mantenimiento de todo el sistema, que en muchos casos son pequeñas y rápidas acciones de limpieza.

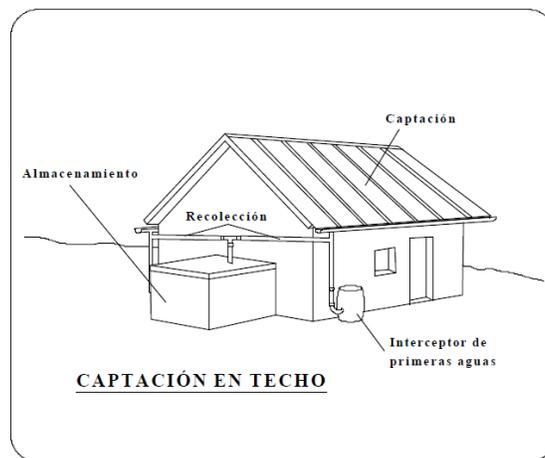


Figura 16 - Captación de Agua⁴¹.

b.1 Superficies de captación

Cualquier superficie que sea no permeable, es decir, en donde escurra el agua de lluvia y sea posible recolectarla puede utilizarse como superficie de captación; estas pueden ser techos, explanadas, patios, caminos pavimentados, garajes, etc⁴².

Para realizar el cálculo del área de captación, es necesario revisar los planos de la construcción o realizar las mediciones directamente. El área de captación se puede determinar en metros cuadrados de las azoteas y otras zonas en donde sea factible captar el agua de lluvia. Es importante contemplar únicamente las áreas en donde es posible recolectar el agua, ya que en algunas casas existen partes del techo de donde es difícil transportar el agua hacia la cisterna de almacenamiento. Estas áreas se deberán excluir del cálculo. En algunas circunstancias es posible aumentar el área de captación al instalar techumbres en los patios y espacios similares, esto depende en mayor parte de la capacidad de inversión de los usuarios⁴².

Dependiendo de la zona en donde se encuentre ubicada la vivienda dependerá el material con el que se construyen los techos; entre más lisos y menos porosos sean mayor será el grado de captación⁴².

Barro y concreto

Este tipo de material es poroso. Son materiales que se encuentran con gran facilidad y son convenientes tanto para sistemas potables como no potables. El porcentaje de pérdida es de un 10% aproximadamente, debido a la textura, fluido ineficiente o evaporación. Una forma de reducir esta pérdida es pintando o barnizando con sellador el área (impermeabilizada). Se deben buscar las pinturas y selladores especiales, aquellos que no desprendan toxinas y prevengan el crecimiento de bacterias en materiales porosos. No se deben utilizar pinturas comunes que desprenden toxinas con los rayos del sol y al contacto con el agua⁴².

Metal y fibra de vidrio

Un material comúnmente utilizado para la captación, es la lámina galvanizada, ya que es un material de textura lisa que favorece la captación de agua pluvial. Estas secciones de metal son livianas además de fáciles de instalar y requieren poco mantenimiento; sin embargo, puede ser caro o de uso poco común en algunas ciudades⁴².

Otra superficie que facilita el escurrimiento, son las láminas plásticas, la más común es una lámina corrugada de fibra (o lana) de vidrio, que generalmente es de fácil adquisición. Una de sus limitantes es que con varios años de uso expuesta al sol pierde sus características, en este caso puede ser sustituida o darle mantenimiento con una resina similar a la de su fabricación, consultando al fabricante para que la pintura o resina que se utilice no deje toxinas; el mantenimiento se debe realizar en la temporada que no llueve. El agua recolectada en esta superficie no se debe utilizar para consumo directo humano a menos que sea tratada con los filtros necesarios⁴².

Tejas compuestas o de asfalto

Las tejas compuestas no se recomiendan para sistemas de captación de agua para consumo directo humano ya que desprenden toxinas. Se recomiendan para sistemas de riego de jardines y plantas, limpieza de las cosas o uso de inodoros. Este tipo de material tiene un porcentaje de pérdida aproximado del 10% debido al flujo ineficiente o evaporación⁴².

Superficies de madera, alquitrán y grava.

Este tipo de materiales es raro utilizarlo en techos; en caso de utilizar superficies de captación con estos materiales, el agua no deberá ser para consumo directo humano, debido a las fugas de sus compuestos⁴².

b.2 Tipos de canaletas

Las canaletas son instaladas para capturar el agua de lluvia y conducirla hasta el área de almacenamiento.

Generalmente los techos ya cuentan con un diseño específico de salidas y canales para desahogar el agua de lluvia, esto puede ser aprovechado o adaptado para los fines del sistema de captación. El sistema necesita centralizar en algún punto el volumen de agua que recibe, por lo tanto las canaletas deberán coincidir por medio de conexiones que dirijan el agua al área de almacenamiento y de filtración⁴².

“El tamaño de las canaletas deberá ser proporcional a la cantidad de lluvia que se espere así como el tamaño de la superficie de captación, por lo que se deberán calcular las dimensiones de la canaleta”.

Para áreas de captación pequeñas a medianas, con canaletas de 7.5 a 110 cm. y tubos de 5 centímetros (aprox. 2 pulgadas) a 7.5 cm. (3 pulgadas aprox.) es suficiente. Si la superficie es grande, llueve mucho y solo se tiene una salida, la tubería debe ser de un diámetro capaz de permitir el paso fluido del agua, sin provocar encharcamientos en el techo. Las tuberías más comunes para grandes volúmenes recolectados van desde los 11 centímetros (4.5 pulgadas aprox.) en adelante⁴².

Las canaletas horizontales deben colocarse con una inclinación efectiva del 2 al 4 por ciento de la entrada de agua del techo al tubo de bajada⁴².

Materiales para las canaletas

Cuando los sistemas son para agua potable, no debe colarse canaletas con soldadura de plomo, como en el caso de algunos canales antiguos de metal, ya que la pequeña cantidad ácida del agua de lluvia podría disolver el plomo y así contaminar el agua⁴².

Las canaletas de PVC son las más adecuadas para un sistema de captación pluvial, ya que son resistentes, fáciles de colocar mediante ensambles simples que se arman y desarmen rápidamente y de fácil mantenimiento. En el caso de las canaletas de PVC, si el uso es para agua potable, se requiere que se filtre el agua debidamente antes de beberla.



Figura 17 - Canaleta de PVC⁴³

Otros materiales utilizados para las canaletas son el aluminio, el vinil, la cañería y el acero galvanizado, pero el más común, económico y fácil de conseguir es el PVC⁴².

b.3 Elementos de almacenamiento

Una vez determinados la superficie de captación, la precipitación del lugar, y la cantidad de integrantes que utilizarán el sistema, es necesario determinar la capacidad y tipo de almacenaje de agua de lluvia.

Las cisternas pueden construirse de materiales comunes de construcción o incluso comprarlas prefabricadas; sin embargo, es necesario que siempre cumplan con las siguientes características⁴²:

- Debe ser opaca y de preferencia no le debe dar el rayo de sol directamente, (en el caso de México existen compañías que producen cisternas de plástico con capacidad de hasta 25 000 litros).
- Para cisternas de agua potable, es necesario que no esté pintada o barnizada con materiales tóxicos.
- La cisterna debe taparse, para evitar mosquitos y polvo, hojas, basura y para mantener a los niños a salvo de algún accidente.
- Debe poder limpiarse fácilmente.

Una vez determinado el espacio que requerirá la cisterna, se debe decidir si será una cisterna enterrada o superficial⁴²

- Enterrada: se deberá realizar una excavación con las dimensiones necesarias, por lo cual es importante un *estudio de suelo* que proporcione la información necesaria sobre el suelo y así tener las precauciones necesarias para evitar daños en la cisterna. También hay que tomar en cuenta las *condiciones sísmicas* de la zona, así como la posible incidencia de inundaciones o deslaves que pudieran afectar la estructura de la misma.
- Superficial: en el caso de una cisterna superficial, se debe construir una estructura en el suelo. La ventaja de una cisterna superficial es que el gasto es menor al evitar la excavación, y el mantenimiento o reparación se puede realizar con mayor facilidad. La desventaja es que ocupa más espacio, y se debe tomar en cuenta el peso del agua y cisterna si se pretende colocar sobre un piso o alguna estructura. Para calcular el peso total, se usa la siguiente relación: 1 m³ (metro cúbico) de agua = 1 Tonelada métrica de peso (1000 Kg.) A esto hay que sumarle el peso de la estructura de la cisterna.

La siguiente decisión es elegir entre una cisterna construida en sitio o una prefabricada.

En el caso de las cisternas prefabricadas solo es necesario excavar la fosa donde se colocara y se inserta la cisterna. Tienen la ventaja de una larga duración y un menor costo de instalación. Son factibles para volúmenes pequeños de agua (hasta cerca de 25 000 litros de capacidad), ya que para mayores volúmenes es mucho más económica una cisterna de ferro cemento⁴².



Figura 18 - Cisterna prefabricada de plástico⁴²

Existen diversas opciones en cuanto a material para las cisternas construidas⁴²:

- Ferro cemento: material muy económico y resistente. Se pueden hacer cisternas redondas u ovaladas dependiendo del tipo de terreno.
- Mampostería: cisternas rectangulares convencionales.
- Geo-membrana: Ideal para volúmenes muy grandes (por ejemplo: 1000m³), y para zonas muy sísmicas. Es un tipo de membrana o *geotextil* de un plástico especial que se coloca en la base de una fosa excavada, cubriendo e impermeabilizando el fondo. La ventaja es que la membrana se puede moldear a cualquier área o superficie.

b.4 Prefiltros

Se entiende como prefiltros a aquellos sistemas que se colocan antes de recolectar el agua en la cisterna, es decir, durante el trayecto de la conducción o justo al final del mismo. Pueden ser rejillas o coladeras que tienen como función retener grandes sólidos como hojas, basura, rocas, etc.

También se pueden colocar filtros que ayuden a detener partículas de menor tamaño, son conocidos como sedimentadores.

El objetivo de los prefiltros es evitar la entrada de contaminantes a la cisterna, lo cual reducirá los costos de la filtración posterior.

b.5 Sedimentadores

El objetivo de un sedimentador es frenar la velocidad del agua permitiendo así que algunos sólidos o arenas se vayan al fondo, es decir, se sedimenten. Estos tanques, que pueden ser registros de cemento convencionales o tanques de plástico, y deben tener algún mecanismo para limpiar los sólidos que se acumularán en el fondo a lo largo del tiempo. Si el agua que baja es muy sucia, conviene colocar varios sedimentadores en serie⁴².

b.6 Filtros

Los filtros son aquellos sistemas que son colocados después de colectar el agua en la cisterna y antes de llegar a su punto de distribución final.

El principal objetivo de los filtros es eliminar partículas pequeñas, sólidos y sustancias químicas disueltas.

Existen diferentes tipos de filtros, dependiendo de la necesidad y el presupuesto con el que se cuenta. Lo más importante es determinar el material que se utilizará para filtrar y tomar en cuenta las propiedades de cada uno de ellos. A continuación se presentan algunos de los filtros más comunes⁴².

- Carbón Activado: se puede encontrar en dos formas; el tipo *granular* que, como su nombre lo indica, viene en forma de polvo o gránulos, o *en bloque* en cuyo caso asemeja a un ladrillo. Elimina color, olor y sabor del agua, además del cloro y de algunos compuestos químicos. Se debe lavar con cierta frecuencia, lo cual se puede hacer por un procedimiento llamado “retrolavado”, donde se circula agua limpia en sentido contrario al flujo normal de filtrado, para eliminar impurezas y sólidos. También se debe reemplazar por completo una vez que se haya saturado.

- KDF (Kinetic Degradation Fluxion^{*}): este medio filtrante consiste en una aleación de cobre y zinc, que genera reacciones químicas de oxidación y reducción al contacto con el agua, eliminando cloro, y diversos metales pesados como el mercurio y el plomo. Se suele combinar con el carbón activado en un mismo cartucho, aumentando la vida útil y la capacidad filtrante del mismo.
- Arena Sílica: Los filtros de arena se utilizan para eliminar una gran variedad de sedimentos y sólidos en suspensión, generalmente con capacidad filtrante de hasta unas 100 micras. Su uso requiere lavado frecuente y remplazo ocasional. Muchos sistemas modernos utilizan en su lugar filtros de malla de acero inoxidable, que logran la misma capacidad de filtración con un mantenimiento mucho menor y una vida útil prácticamente ilimitada.
- Ósmosis Inversa: También conocida como *híper-filtración*, es el mejor método de filtrado conocido al momento. Consiste en una membrana muy fina por donde se circula el agua a presión, los contaminantes salen por un “drenaje” mientras que solo el agua pura pasa al otro lado. Debido a la presión necesaria requiere de electricidad, y se “desperdicia” gran cantidad de agua, ya que solo alcanza a pasar por la membrana una parte del agua tratada. Sin embargo, el resto se puede mandar a una cisterna para volver a ser procesada, o se puede aplicar en otros usos, como riego de jardín o regaderas.

b.7 Desinfección

Si el agua captada se va usar para el consumo humano o de animales o estará en contacto humano, es necesario darle un tratamiento más que solo el filtrado.

La filtración puede detener una cierta cantidad de bacterias o microorganismos, sin embargo, no garantiza su completa eliminación. Con la desinfección se garantiza la eliminación de los microorganismo vivos patógenos.

Si el agua será utilizada en alguna actividad que no implique el contacto humano, la desinfección puede ser menor o nula.

*Kinetic Degradation Fluxion, Filtro de agua potable que genera reacciones electroquímicas en el agua que estimula muchos procesos de oxidación y reducción (in situ) de gran pureza de Cobre - Zinc – Plata.

Algunos de los métodos más utilizados para la desinfección, son los siguientes⁴²:

- Cloro: hay que agregarlo al agua, y en caso de que se vaya a beber, se sugiere filtrar con carbón activado, ya que en exceso puede ser nocivo para la salud, o irritante para la piel. Tiene la característica de que permanece por largo tiempo en el agua, aunque en presencia de sol o calor se puede llegar a evaporar.
- Ozono (O₃): es un excelente desinfectante y además ayuda a eliminar o reducir ciertos metales pesados y compuestos químicos. Se requiere de electricidad para producirlo e inyectarlo en el agua, lo cual se hace generalmente a intervalos, regulado por un temporizador. No permanece mucho tiempo dentro del agua, por lo cual se requiere de aplicación continua en caso de querer almacenar el agua durante largos períodos de tiempo.
- Plata Coloidal: es un excelente desinfectante de relativamente bajo costo. Se puede aplicar por goteo directo al agua. En México se ha desarrollado un método mediante el cual la plata se sujeta a unas bolas de cerámica, que luego flotan en el agua y desinfectan por contacto.
- Luz UV (Ultra-Violeta): este método consiste en eliminar una variedad de microorganismos (aunque no todos) al exponerlos a radiaciones ultravioleta concentradas por una lámpara, generalmente dentro de un tubo opaco. Aunque se utiliza ampliamente en el campo de la purificación de agua, tiene la desventaja de que requiere de electricidad permanente, así como de componentes frágiles como los focos en sí, cuyo remplazo puede ser costoso en muchas partes del mundo donde no son fácilmente accesibles.
- SODIS (Desinfección Solar): Aplicando un principio parecido al anterior, aunque con luz natural, del sol directo, se puede lograr un efecto limitado de desinfección. Este método puede ser útil en zonas remotas, sin acceso a electricidad o a mejores sistemas de purificación. Consiste en colocar el agua en botellas transparentes, que pueden ser de plástico, exponiéndolas directamente al sol durante varias horas. Es un método sumamente lento, ya que se requiere de un número mínimo de horas de exposición para que la desinfección sea realmente efectiva, y tiene la desventaja de que deja el agua bastante caliente. En ciertos casos, se deja enfriar toda la noche para poder beber al día siguiente.

c. Sistema de celdas fotovoltaicas

Un sistema de celdas fotovoltaicas es un conjunto de dispositivos que aprovechan la energía producida por el sol y la convierten en energía eléctrica⁴⁴.

Los paneles solares ofrecen la habilidad de generar electricidad asequible y limpia para cumplir con sus propias necesidades. Los sistemas fotovoltaicos se basan en la capacidad de las celdas fotovoltaicas de transformar energía solar en energía eléctrica (DC). En un sistema conectado a la red eléctrica esta energía, mediante el uso de un inversor, es transformada a corriente alterna (AC), la cual puede ser utilizada en hogares e industrias⁴⁴.

La generación de energía eléctrica dependerá de las horas que el sol brille sobre el panel solar y del tipo y cantidad de módulos instalados, orientación, inclinación, radiación solar que les llegue, calidad de la instalación y la potencia nominal⁴⁵.

Los dispositivos a través de los cuales se absorbe la energía solar son las celdas solares. Estos son elementos de los sistemas fotovoltaicos que tienen la capacidad de producir energía eléctrica al aprovechar la luz solar que incide en ellos. Las celdas solares se fabrican con materiales semiconductores, tales como el silicio, que tienen la función de recibir los fotones que viajan a través de los rayos solares⁴⁵.

Una vez que los fotones que emite la radiación solar entran en contacto con los átomos presentes en las celdas solares, se liberan electrones que comienzan a circular a través del material semiconductor con el que se fabrican las celdas y se produce energía eléctrica.

Para incrementar la producción de energía, varias celdas fotovoltaicas individuales se unen y sellan dentro de una carcasa impermeable llamado módulo o panel solar. Después los paneles solares son unidos en un formato para alcanzar el voltaje y corriente deseados.

Un sistema fotovoltaico puede ser “interconectado” que es lo más conveniente para residencias o negocios con acceso a la red eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

c.1 Cómo funcionan los sistemas de energía solar

Un sistema de energía solar capta la abundante energía del sol y hace que dicha energía esté disponible las 24 horas del día. Un panel solar, compuesto de celdas fotovoltaicas, transforma los

fotones de la luz en electricidad. Después la electricidad se alimenta a la empresa de servicios de luz (CFE) y más adelante se usa. La simplicidad de los sistemas de energía solar garantiza que sean muy confiables y de bajo mantenimiento.

Con este sistema la energía generada se inyecta a la red eléctrica y de allí se toma cuando uno la necesita. La otra opción es un sistema “isla” que permite el suministro de energía eléctrica en lugares inaccesibles para la red eléctrica. Estos sistemas son usados principalmente en casas de campo o en antenas de telecomunicación⁴⁵.

c.2 Principales componentes de los sistemas fotovoltaicos

En general, los sistemas fotovoltaicos suelen contar con los siguientes elementos:

- Módulos de celdas solares.
- Estructura para los módulos.
- Instrumentos de operación.
- Reguladores y controladores de voltaje.
- Baterías de almacenamiento eléctrico.
- Interruptores y cableado.
- Red eléctrica alrededor.



Figura 19 - Instalación Fotovoltaica⁴⁵ tipo Tracker por Desmex Solar: 1.05 kW

d. Calentador solar de agua

Un calentador solar de agua es un equipo (basado en un sistema foto-térmico) que aprovecha la energía proveniente del sol para calentar agua; sin usar ningún tipo de combustible.

Los calentadores solares pueden utilizarse durante todo el año a pesar de los días nublados ya que funciona aprovechando la radiación solar visible e invisible, el único cambio se genera en la eficiencia del equipo.

México y sobre todo Guadalajara cuentan con condiciones geográficas y climáticas muy favorables para utilizar estos equipos de calentamiento solar de agua.

Un calentador solar utilizado para calentar el agua en una vivienda, puede disminuir considerablemente el consumo energético entre 50% – 75% o inclusive hasta un 100% si se implementa para eliminar el consumo de gas o de electricidad⁴⁶.

d.1 Cómo funciona un calentador solar

Un calentador solar de agua doméstico tiene un funcionamiento muy sencillo. Se compone de un colector solar plano, donde se captura la energía proveniente del sol; que después será transferida al agua. Dicha placa térmica colectora puede ser metálica o de plástico. Debe ser oscura para aumentar la captación térmica y debajo de ella se ubican los cabezales de alimentación y circulación de agua. Eso quiere decir que el agua entra fría y se calienta al pasar por el colector solar⁴⁶.

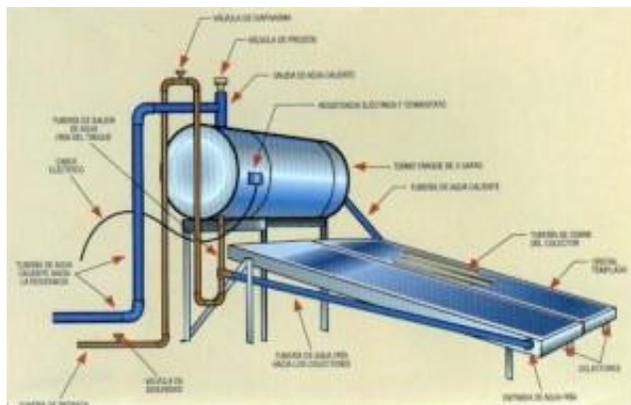


Figura 20 - Diagrama, Calentador Solar de Agua⁴⁶.

El agua caliente es más ligera que el agua fría y por esta razón tiende a subir, estableciendo una circulación natural entre el colector solar y el termotanque; que es donde se almacena el agua caliente sin necesidad de ningún equipo de bombeo. El termotanque está forrado con un aislante térmico para evitar la pérdida de calor y mantener el agua caliente para que esté lista para usarse en el momento requerido⁴⁶.

d.2 Tipos de calentadores solares de agua

Hay dos tipos de calentadores solares y esto tiene que ver con el material captador; existen los colectores solares planos y los de tubos evacuados.

- Los colectores solares planos cuentan con un elemento captador de placa de cobre, este equipo tiene la capacidad de proporcionar agua entre 30 °C y 60 °C en un día soleado⁴⁶.



Figura 21 - Colectores Solares Planos⁴⁷.

- Los colectores de tubos evacuados utilizan como elemento captador 2 tubos concéntricos de cristal, con un espacio vacío entre ambos; donde el tubo interior está provisto de una capa que absorbe el calor. Este equipo tiene la capacidad de proporcionar agua hasta 80 °C en un día soleado⁴⁶.



Figura 22 - Colectores de tubos evacuados⁴⁸.

d.3 Por qué utilizar un calentador solar

Es importante mencionar que el 80% del consumo de gas en una casa se debe al calentador de agua. Dentro de cualquier vivienda, el gas es una necesidad básica por lo que el consumidor debe cubrir una cantidad considerable de dinero anualmente para satisfacer las necesidades de agua caliente de su familia. Con un calentador solar se obtiene un beneficio tanto energético como económico a largo plazo⁴⁶.

d.4 Cómo varía el consumo de gas si se utiliza un calentador solar de agua

Estudios indican que el consumo de Gas LP en una casa en la ciudad de México es de 135lt. GLP/mes, del cual 46% se utiliza para cocinar y el 54% restante para el aseo personal. En base a estos datos, la reducción en el consumo de gas; utilizando un calentador solar, será de 21lt. GLP/mes correspondientes al porcentaje de aseo personal de tres personas considerando 50 litros de agua diarios por cada una⁴⁶.

e. Muebles ahorradores

El dinamismo en las actividades de la Ciudad de México, por ser el centro cultural y uno de los motores económico-industriales del país, ha conducido a un inminente incremento en el consumo de agua en las últimas décadas⁴⁹.

En las megalópolis la demanda de agua se concentra en un espacio geográfico limitado, lo que convierte a estas urbes en auténticas esponjas o sumideros de agua. De esta forma, los recursos hídricos cercanos a la ciudad son explotados de forma intensiva, ocasionando problemas ambientales y como consecuencia un alto costo económico, energético y social⁴⁹.

Existen oportunidades de mejora en materia de ahorro de agua y, con ese fin, el Gobierno del Distrito Federal ha puesto en marcha esta iniciativa que, bajo una nueva cultura del uso del agua, promoverá una gestión más eficiente de este recurso⁴⁹.

A nivel doméstico existen varias alternativas que podrían generar que el consumo de agua en los hogares se viera reducido. Esto incluye el cambio de muebles y accesorios de baño convencionales a ahorradores⁴⁹.

e.1 Inodoros

Los inodoros de bajo consumo de agua son los que tecnológicamente se han desarrollado para trabajar con volúmenes de 6 litros o menos de agua, menores a esa cantidad se consideran con grado ecológico. (Catálogo de Productos y Dispositivos Ahorradores de Agua, Sistema de Aguas de la Ciudad de México).

Estos inodoros se pueden clasificar en tres tipos:

- a) Cisternas con interrupción en la descarga. Este sistema únicamente permite la descarga de agua mientras se mantiene presionado el interruptor.
- b) Cisternas con doble pulsador. Este sistema libera una menor cantidad de agua, generalmente la mitad de la capacidad del tanque, para desechos líquidos y libera la totalidad de la capacidad del tanque para desechos sólidos.

- c) Mecanismo de descarga para cisternas. Mecanismos de distintos tipos que reducen la capacidad del tanque a fin de evitar que la descarga en inodoros antiguos se completa.



Figura 23 - Sanitario Castelar GS Blanco grado ecológico⁵⁰.

e.2 Regaderas

En los accesorios de baño también hay algunos que ofrecen un mayor ahorro de agua que otros. Este ahorro se puede lograr a través de diferentes métodos que son:

- Mezcla con aire. Al mezclar con aire el agua el chorro proporciona la misma sensación de mojado pero con la ventaja de que se está consumiendo aproximadamente la mitad de agua.
- Reducción del área de difusión. Al disminuir el área de salida del chorro, la concentración de salida consigue en las duchas ahorro sin reducir la cantidad de agua útil por unidad de superficie.
- Reducción de caudal. Reducción del caudal a 10 litros por minuto (a 3 bares de presión). Este caudal garantiza un servicio adecuado y se aleja bastante de los 20 litros que, a esta misma presión, ofrecen muchos cabezales de regaderas tradicionales.



Figura 24 - Regadera H-900 Grado Ecológico⁵¹.

e.3 Llaves, mezcladoras y manerales

En la cocina y el baño muchas veces es en donde se desperdician grandes cantidades de agua. La mayoría de los accesorios mezcladores tienen una capacidad de conducción de 10 litros por minuto. Existen algunos diseños que reducen el caudal máximo que puede fluir en las llaves y estos son los que se pueden instalar para fines domésticos ya que el resto de las llaves mezcladoras ahorradoras lo que hacen es limitar el tiempo de apertura de la llave y no el caudal que sale de ésta.



Figura 25 - Ensamble E-2118 Helvex⁵¹.

“La tierra es suficiente para todos pero no para la voracidad de los consumidores”.

Mahatma Gandhi

5.CASO ESTUDIO: IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS A UNA CASA PROTOTIPO

CASO ESTUDIO: IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS A UNA CASA PROTOTIPO

a. Descripción general del proyecto

El presente proyecto muestra el procedimiento realizado para el diseño e instalación de sistemas sustentables en una casa prototipo. Teniendo como objetivo la determinación del costo-beneficio de dichas instalaciones.

Con la finalidad de ejemplificar el desarrollo del proyecto prototipo, se decidió ubicar la casa en un terreno localizado en Esquina Pichucalco Y Homun. Col. Jardines del Ajusco, Tlalpan Distrito Federal, Cp. 14200⁵².

a.1 Descripción del lugar

La delegación Tlalpan se encuentra ubicada en el sur de la Ciudad de México, cuenta con una superficie de 311 km², representa el 20.7% del área total del Distrito Federal y ocupa el 1° lugar de las delegaciones en cuanto a superficie territorial⁵³.

Su ubicación geográfica es 19° 09'57'' de latitud norte y 99° 09'57'' de longitud oeste. La máxima altitud es de 3,930 msnm en la cumbre del cerro Cruz del Marqués, la mínima de 2,260 msnm y se ubica en los alrededores del cruce de las avenidas Anillo Periférico y Viaducto Tlalpan⁵⁴.

Los límites geográficos de esta demarcación son al norte con las delegaciones Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Coyoacán; al este con Xochimilco y Milpa Alta; al sur con el Estado de Morelos y al oeste con el Estado de México y la delegación Magdalena Contreras. Dichos límites fueron establecidos por los decretos de 1899 y 1970⁵³.

Tlalpan está formada por 219 colonias y 10 barrios; las más importantes son: Miguel Hidalgo, Fuentes Brotantes, Pedregal de San Nicolás, Héroes de Padierna, San Pedro Mártir, San Andrés Totoltepec, Lomas de Padierna, San Miguel Ajusco, San Miguel Topilejo y Villa⁵³.

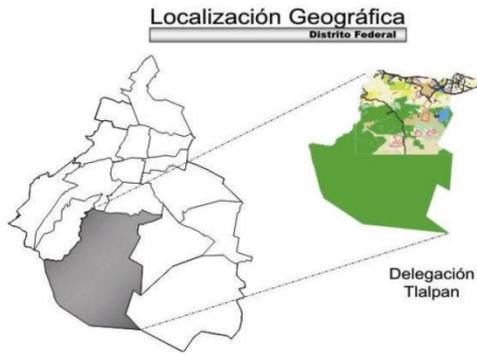


Figura 26 - Localización geográfica Delegación Tlalpan⁵³.

El clima en la delegación Tlalpan varía de Templado húmedo a templado subhúmedo⁵⁵.

Dentro de esta clasificación de clima, podemos encontrar cinco subtipos de climas dentro de la delegación, el templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad en el 32.32% de la superficie delegacional, el templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media en el 6.39% del territorio, el templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad en el 0.33%, el semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano en el 17.17% del territorio y, en el restante 43.79% se presenta un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad⁵⁶.



Figura 27 - Clima en el Distrito Federal⁵⁵.

En la Delegación se localizan dos estaciones meteorológicas: la estación Ajusco y la estación El Guarda, la primera se localiza a una altitud de 2,839 m.s.n.m. y la segunda a 3,000 m.s.n.m.

Los principales problemas ambientales que aquejan el área urbana de Tlalpan son la calidad y disponibilidad del agua, la contaminación del aire y la recolección y disponibilidad de los residuos sólidos⁵⁶.

Debido al crecimiento poblacional, se ha generado un gran deterioro en los recursos naturales además de procesos locales de contaminación. El daño por contaminación se acentúa debido a la falta de drenaje o fosas sépticas.

a.2 Descripción del terreno

El terreno en donde se ubicará la casa prototipo se encuentra localizado en Esquina Pichucalco Y Homun. Col. Jardines del Ajusco, Tlalpan Distrito Federal, Cp. 14200⁵².



Figura 28 - Esquina Pichucalco y Homun, Col. Jardines Del Ajusco (Google Maps)
Fotografía del terreno (tomada en contra esquina con dirección Noroeste)

Se trata de un terreno regular de 500 m² de superficie (25 m de frente y 20 m de fondo), uso de suelo: Habitacional de dos niveles con un mínimo de 30% de áreas verdes (H 2/30), Ubicado en esquina⁵².

De acuerdo con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Tlalpan, la colonia Jardines del Pedregal se encuentra ubicada en la zona Padierna, la cual a su vez se encuentra ubicada en la Zona II de Transición^{*54}.

a.3 Energía solar disponible

Para poder aprovechar la energía solar se necesita saber cuál es la distribución temporal de la irradiación en superficie, es decir, como está llegando esta energía⁵⁷.

Cualquier tecnología que se utilice para el aprovechamiento de energía, con ciertas condiciones de operación, tiene dos características muy importantes entre tantas otras, saber cuál es el mínimo de energía que necesita para comenzar a realizar el proceso para el que fue creado. La segunda es la energía mínima que necesita para alcanzar su máxima eficiencia. Si se conocen ambos valores, y se conoce la distribución energética y temporal de la radiación solar, se sabrá con mucha precisión, y aún antes de comprar cualquier tecnología, cuál será su desempeño⁵⁷.



Figura 29 - Radiación Solar Global en el Distrito Federal, Promedio mensual 1993-2005⁵⁸.

Para la aplicación del recurso solar en los Sistemas Fotovoltaicos, los ingenieros han tomado por convención otra unidad para especificar el recurso solar. En un día claro a nivel del mar, un captador horizontal puede recibir una irradiación directa aproximada de 1000 W/m² al medio día solar. Por lo anterior, se le ha llamado irradiación-pico, al valor de 1000 W/m². En consecuencia, a la cantidad de irradiación recibida en un captador durante un tiempo de una hora, se ha

* El Distrito Federal se encuentra dividido en tres zonas con respecto al tipo de suelo; la zona II de transición corresponde a un tipo de suelo predominante por estratos arenosos y limo arenosos, intercalado con capas de arcilla lacustre y los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad o menos.

convenido llamarla hora-pico⁵⁷. Así, la transformación de unidades puede escribirse de manera simple como:

$$1 \text{ hora} - \text{pico} = 1000 \frac{Wh}{m^2}$$
$$1 \text{ hora} - \text{pico} = 3.6 * 10^6 \frac{J}{m^2}$$

a.4 Descripción de la casa prototipo

La casa prototipo está diseñada para 4 habitantes. Cuenta con 253.9 m² construidos distribuidos en dos plantas más el acceso a escalera con 7.2 m² construidos. Teniendo así, un total de 261.1 m² construidos.

Características:

- 3 recámaras
- 1 estudio
- 3 baños
- Cocina
- Sala
- Comedor

(Ver planos arquitectónicos en Anexo A).

a.5 Descripción de los sistemas

A continuación se describirá brevemente el funcionamiento de cada uno de los sistemas que se instalarán en la casa.

Muebles ahorradores

Se instalarán inodoros, regaderas y llaves ahorradoras de consumo de agua.

Sistema de captación de agua pluvial

Se captará el agua de lluvia y se hará pasar por un tratamiento para ser utilizada en: regaderas, lavamanos, lavatrastos, lavadero, lavadora y una toma de agua para usos varios.

Sistema de tratamiento de aguas grises y residuales

Las aguas grises se juntarán con las aguas residuales y serán tratadas para su reúso en inodoros, lavado de autos, riego y otros.

Calentador solar

Se aprovechará la energía solar para el calentamiento del agua mediante un calentador solar que será colocado en la azotea ya que el espacio lo permite y es el lugar óptimo dado que se encuentra libre de sombras.

Celdas fotovoltaicas

Se aprovechará la energía solar para generación de energía eléctrica mediante celdas fotovoltaicas que se colocarán en la azotea debido a que es el lugar óptimo ya que se encuentra libre de sombras, además de que el espacio lo permite.

b. Diseño e instalación de los sistemas

Para realizar el diseño de los sistemas propuestos, es necesario primero determinar la demanda y distribución de porcentajes de consumo de agua.

b.1 Determinación de la Demanda de agua (Di)

Determinación de la demanda utilizando el método detallado en el libro “Abastecimiento de agua potable” de Enrique César Valdez.

$$D_i = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000}$$

En donde,

Di = demanda mensual (m³)

Nu = número de usuarios que se benefician del sistema

Nd = número de días del mes analizado

Dot = dotación (lt/persona/día)

En este caso se realizará el diseño para 4 habitantes y tomando en cuenta 30 días del mes, por lo que:

Nu = 4 habitantes

Nd = 30 días

Para calcular la dotación se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{Dotación} = \text{consumo previsto} + \text{pérdidas tolerables}$$

El consumo se puede obtener por medio de tablas, dependiendo del tipo de clima de la zona.

TEMPERATURA MEDIA ANUAL (C)	TIPO DE CLIMA
Mayor Que 22	CÁLIDO
DE 18 A 22	SEMICÁLIDO
DE 12 A 17.9	TEMPLADO
DE 5 A 11.9	SEMIFRIO
MENOR QUE 5	FRIO

Tabla 1 - Clasificación de climas por su temperatura media anual⁶⁰

CLIMA	RESIDENCIAL	MEDIA	POPULAR
Cálido	400	230	185
Semicálido	300	205	130
Frío	250	195	100

Tabla 2 - Consumo por clase socioeconómica (L/hab/día)⁵⁹

Popular – 80.7%

Medio – 7.4%

Residencial – 11.9%

La temperatura promedio está entre los 11.4°C – 15.8°C, por lo que se tomará el clima templado, lo cual coincide con la clasificación de clima en esa zona.

Para calcular el consumo doméstico se utilizará la siguiente fórmula:

$$Cd = 80.7\% \text{ Popular} + 7.4\% \text{ Medio} + 11.9\% \text{ Residencial}$$

Utilizando los datos del clima semicálido y sustituyendo en la ecuación:

$$Cd = 0.807 (100) + 0.074 (195) + 0.119 (250)$$

$$Cd = 124.88 \text{ L/hab/día}$$

El consumo doméstico promedio en una ciudad es 71%, por lo que:

$$0.71 C_{Tot} = \text{Consumo doméstico}$$

Despejando el Consumo Total, de la ecuación anterior:

$$C_{Tot} = \frac{\text{Consumo doméstico}}{0.71}$$

Sustituyendo los valores del consumo doméstico:

$$C_{Tot} = \frac{124.88 \text{ L/hab/día}}{0.71}$$
$$C_{Tot} = 175.89 \text{ L/hab/día}$$

Que corresponde al consumo previsto

Se considera 15% del Ctot como pérdidas debido a fugas

Dotación = 1.15 (175.89)

Dotación = 202.27 L/hab/día

$$Di = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000}$$
$$Di = \frac{4 * 30 * 202.27 \text{ m}^3}{1000 \text{ mes}}$$
$$Di = 24.27 \text{ m}^3$$

Dado que se busca satisfacer el consumo doméstico por medio de los sistemas propuestos, no se consideran las pérdidas y la demanda será:

$$Di = \frac{Cd * Nu}{1000} \text{ m}^3$$

$$Cd = 175.89 \text{ L/hab/día}$$

$$Di = \frac{175.89 * 4 \text{ m}^3}{1000 \text{ día}}$$

$$D_i = \frac{21.12 \text{ m}^3}{\text{mes}}$$

Cabe resaltar que la demanda de 21.12 m³ no será la final ya que no se tomó en cuenta el ahorro que los sistemas producen.

b.2 Distribución de porcentajes de consumo de agua

De acuerdo con el Manual de Captación de Aguas de Lluvia para centros Urbanos⁴², los porcentajes de consumo para los diferentes servicios en la vivienda son los siguientes:

Concepto de uso	Porcentaje
Regadera	32%
Inodoros	30%
Limpieza de Trastes	10%
Limpieza de ropa	9%
Lavamanos y lavado de dientes	6%
Auto plantas y otros	5%
Aseo de casa	4%
Comida	3%
Consumo personal	1%
Total	100%

Tabla 3 - Distribución de porcentajes de uso de agua en el D.F.⁴².

b.3 Muebles ahorradores

Inodoros

Se instalarán inodoros alargados de dos piezas con trampa de 2" de diámetro y amplio espejo de agua. Los inodoros son de bajo consumo de agua con descarga de **4.8 litros**. Mientras que los convencionales tienen una descarga de 13 litros⁶¹.

Su instalación se realiza a 12" de muro terminado con descarga al piso. La presión mínima requerida para su operación es de 0.25 kg/cm².

Su mantenimiento es mínimo; la limpieza se debe realizar con jabón neutro y cepillo de plástico. No se recomienda el uso de materiales abrasivos.



Figura 30 - Inodoro ahorrador de 4.8 litros⁴⁹

Regaderas

Se instalarán regaderas ahorradoras de agua. La norma específica que para las regaderas fijas el límite mínimo es de 4 litros/min a presión baja, las regaderas que se instalarán a esa presión, tienen una descarga de 3.74 litros/min como mínimo y como máximo no excede los 10 litros/min.

Regaderas con cuerpo y tapa distribuida de latón, por donde sale el agua. Para su instalación se requiere únicamente roscar el brazo a la conexión hidráulica apretando firmemente para evitar fugas. El mantenimiento es mínimo, y para su limpieza sólo se debe utilizar agua y un paño limpio.



Figura 31 - Regadera ahorradora con descarga de 3.74 litros/min como mínimo⁴⁹

Llaves

Se instalarán llaves ahorradoras de agua. Las mezcladoras o llaves convencionales descargan más de 10 litros/min, las llaves para este proyecto tiene un descarga máxima de 5 litros/min.

En el cuerpo de la llave se realiza la mezcla y descarga de agua, por medio de 2 válvulas que permiten el control del paso del agua.

Para su instalación se debe colocar sobre el lavabo y se conectan las conexiones correspondientes. Su mantenimiento es mínimo y para su limpieza sólo se debe utilizar agua y un paño limpio.

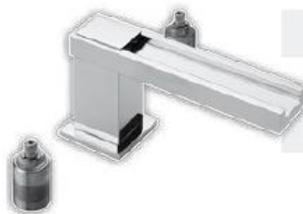


Figura 32 - Llave ahorradora con descarga máxima de 5 litros/min⁴⁹

Tablas de ahorros

La proyección de los ahorros en agua por muebles, se realizó tomando en cuenta que la reducción del gasto no impacta el tiempo de uso.

Mueble	Común	Ahorrador	Porcentaje de Ahorro
Llaves	10 l/min	5 l/min	50%
Regadera	20 l/min	10 l/min	50%
Inodoro	13 l/descarga	4.8 l/descarga	63%

Tabla 4 - Consumos de agua en muebles

De acuerdo con **tabla de porcentajes de consumo y demanda a satisfacer**

Litros por consumo con demanda total de 175.9 l/habitante		
Porcentaje	Concepto de uso	Litros/día
32%	Regadera	56.3
30%	Inodoros	52.8
10%	Limpieza de Trastes	17.6
9%	Limpieza de ropa	15.8

Litros por consumo con demanda total de 175.9 l/habitante		
Porcentaje	Concepto de uso	Litros/día
6%	Lavamanos y lavado de dientes	10.6
5%	Auto plantas y otros	8.8
4%	Aseo de casa	7.0
3%	Comida	5.3
1%	Consumo personal	1.8
100%	Total	175.9

Tabla 5 - Litros por consumo con demanda total de 175.9 l/hab

Litros de consumo relacionados sin ahorro a los muebles ahorradores

Concepto de uso	Litros/día/hab
Regadera	56.3
Inodoros	52.8
Limpieza de Trastes	17.6
Lavamanos y lavado de dientes	10.6
Total	137.2

Tabla 6 - Consumo relacionado

Consumo con mueble ahorrador

Regadera

$$\text{Consumo ahorrador (regadera)} = \text{Consumo sin mueble ahorrador} * (1 - \text{ahorro})$$

$$\text{Consumo ahorrador (regadera)} = 56.3 * (1 - 0.5)$$

$$\text{Consumo ahorrador (regadera)} = 28.1 \frac{l}{\text{día}} / \text{hab}$$

Concepto de uso	Consumo ahorrador, l/día/hab
Regadera	28.1
Inodoros	19.5
Limpieza de Trastes	8.8
Lavamanos y lavado de dientes	5.3
Total	61.7

Tabla 7 - Consumos Ahorradores

Por lo que,

$$\text{Ahorro de litros por muebles ahorradores} = 137.2 - 61.7 = 75.5 \text{ litros}$$

$$\text{Porcentaje de Ahorro de demanda} = \left(\frac{75.5}{175.9} \right) * 100 = 42.9 \%$$

Lo que representa un nuevo ahorro de 75.5 litros en consumo de estos servicios y 42.9 % de ahorro de la demanda total.

Por lo que la demanda por habitante con muebles ahorradores es de **100.49 l/día/habitante**. Con base en nuestra experiencia, proponemos que el porcentaje de ahorro se tome como 40% en lugar de 42.9% dándole ésta diferencia como factor de seguridad.

Por lo tanto la demanda por habitante con muebles ahorradores será de **105.6 l/día/habitante**.

Estos ahorros consideran que en tiempo y uso los hábitos de consumo no varían.

b.4 Sistema de tratamiento de aguas grises y residuales

Se instalará una planta de tratamiento prefabricada de aguas grises y residuales que estará enterrada junto con su soplador de aire (el cual cuenta con una extensión a la superficie para extraer aire del ambiente).

1. La descarga de agua se conduce a la planta de tratamiento,
2. Se trata biológica y químicamente,
3. Sale de la planta,
4. Se conduce a un interceptor que:
 - a. Abastecerá un tinaco que a su vez abastece la red sanitaria de los inodoros,
 - a. Se reiniciará el proceso (comienza punto1).
 - b. Se drenará* al sistema de alcantarillado de la Ciudad de México

* Cabe resaltar que la calidad de agua cumple con la norma NOM-003-SEMARNAT-1997 antes de ser enviada al drenaje.

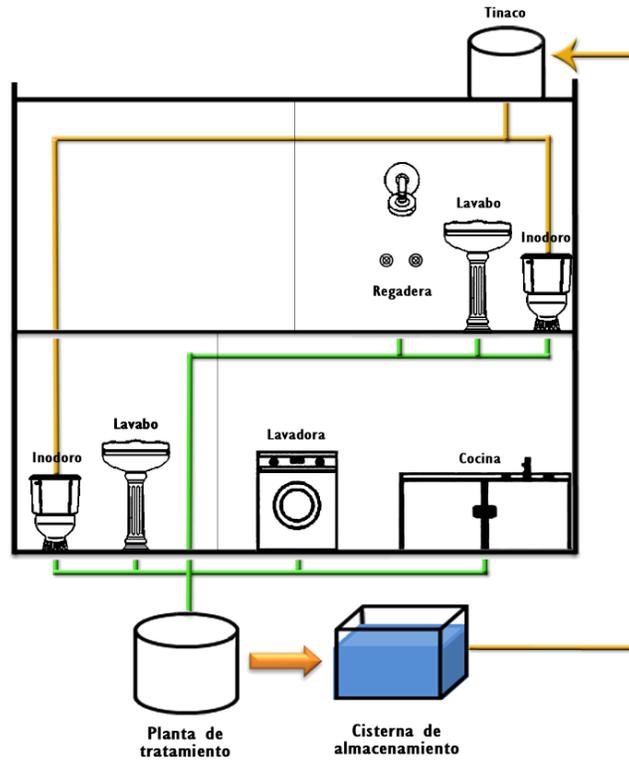


Figura 33- Sistema de tratamiento de aguas residuales

Tablas de ahorros

Consumos relacionados al uso de agua tratada

Concepto de uso	Litros/día/habitante
Inodoro	19.5
Auto plantas y otros	8.8
Aseo de casa	7.0
Total	35.3

Tabla 8 - Consumos relacionados al uso de agua tratada

Agua gris y residual a tratar

Concepto de uso	Litros/día/ habitante
Regadera	28.1
Inodoro	19.5

Continúa Tabla 9...

Continuación Tabla 9...

Concepto de uso	Litros/día/ habitante
Limpieza de Trastes	8.8
Limpieza de ropa	15.8
Lavamanos y lavado de dientes	5.3
Total	77.5

Tabla 9 - Agua gris y residuales a tratar

Análisis

Se necesitan 35.3 litros/día/habitante para satisfacer el consumo

Se tratarán 77.5 litros/día/habitante

Por lo tanto, se satisfacen los 35.3 litros/día/habitante con los 77.5 litros/día/habitante que se tratan

Se tiene un 100% de ahorro de abastecimiento para inodoros, lavado de auto, plantas, aseo de casa, ya que ahora se satisface la demanda con agua tratada,

De lo anterior podemos obtener el porcentaje de ahorro:

$$\text{Porcentaje de ahorro con la planta de tratamiento} = \frac{35.3}{105.6} * 100$$

$$\text{Porcentaje de ahorro con la planta de tratamiento} = 33.42 \%$$

Por lo que,

La demanda por habitante al día es de 70.31 litros.

La planta de tratamiento prefabricada que se instalará en este proyecto aplica la tecnología USBF (“Upflow Sludge Blanket Filtration”) que integra los procesos biológicos y químicos del tratamiento en un solo tanque⁶².

Para el funcionamiento del proceso no se requieren químicos u otras sustancias aparte de oxígeno suministrado por el compresor de aire.

El flujo de descargas entra en una zona anóxica (1) y luego pasa a una sección aireada, en cual se eliminan los contaminantes biológicos (2). En el separador USBF (3), el agua tratada se filtra y se libera de los lodos biológicos que se reutilizan en el proceso (Figura 34).

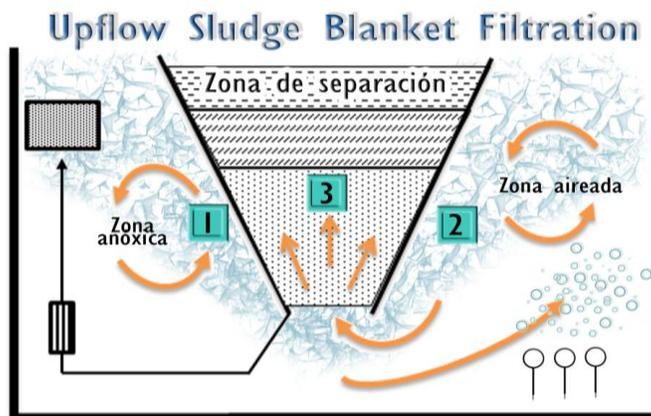


Figura 34 - Tecnología USBF⁶²

La tecnología USBF (“Upflow Sludge Blanket Filtration”) separa los sólidos suspendidos del agua tratada mediante un filtro de lodos. El tratamiento mismo se hace por medio de lodos activados, el proceso más común para bajar la carga biológica⁶².

El separador USBF funciona de manera autorreguladora y reemplaza la sedimentación, el principio aplicado en plantas convencionales⁶².

El diseño del proceso permite la eliminación de amoníaco, fósforo así como nitrógeno y no requiere ningún producto químico. Lo único que necesita es aire comprimido suministrado por un soplador. El proceso se puede observar en la Figura 35.

La planta viene con todas las partes integradas en un tanque cilíndrico, hecho de polipropileno. Con un diámetro de 1.35 m, altura de 1.8 m para uso de 2 a 4 personas con una capacidad de flujo de 0.5 m³ al día. Peso de 90 kg.



Figura 35 - Proceso USBF⁶²

Dado que el volumen de aguas a tratar al día (VTd), de los 4 habitantes es:

$$VTd = 77.5 \frac{l}{hab} * 4 hab = 0.31 m^3$$

Por lo tanto la planta prefabricada tiene la capacidad necesaria.

La planta prefabricada cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997.

b.5 Sistema de captación de agua pluvial

Para realizar el diseño es necesario conocer cómo funcionará el sistema.

El agua será captada en la azotea y por medio de las bajadas pluviales que se llevará el agua hasta una cisterna de almacenamiento enterrada, antes de que el agua llegue a la cisterna, pasará por una rejilla que realizará la primera etapa de limpieza, reteniendo basura. Dentro de la cisterna se colocará un clorador.

El agua de esta estará conectada a la red de agua pública la cual abastecerá a los servicios en caso de no tener agua pluvial almacenada. Posteriormente pasará por un tanque de arenas, un tanque de carbón activado y ozono.

El agua será bombeada hasta un tinaco en la azotea, en donde recibirá un último tratamiento con Luz Ultravioleta. Después de esto el agua será distribuida a los servicios: calentador solar, regaderas, tomas de agua.

Es importante mencionar que una vez terminado el proceso, el agua es bebible.

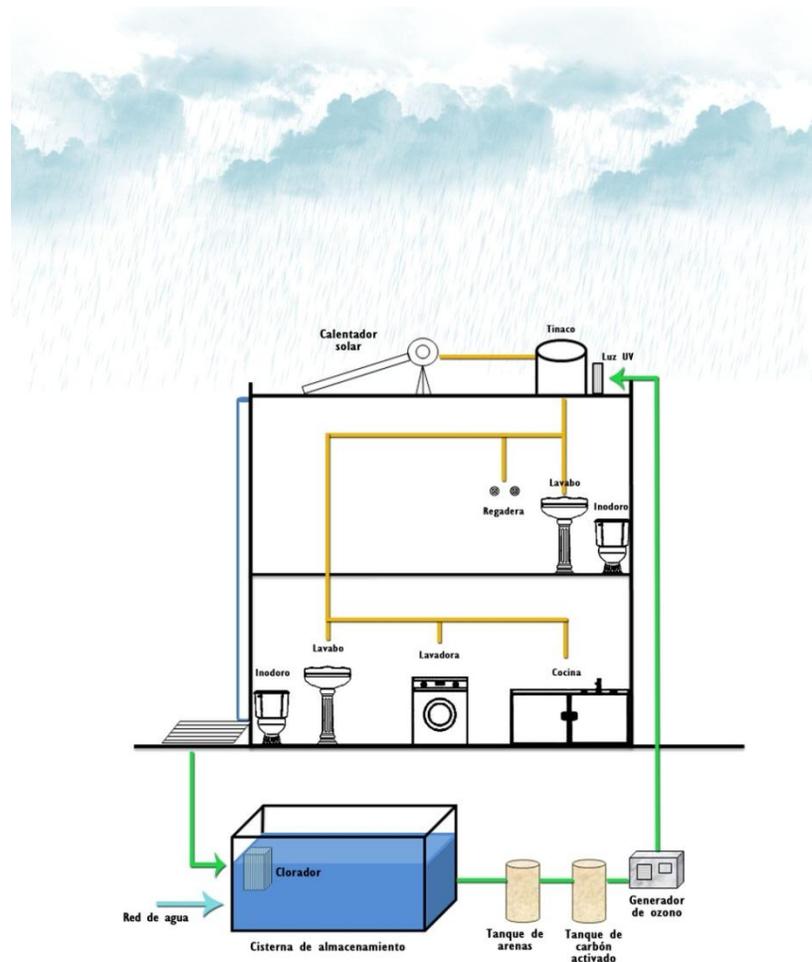


Figura 36 - Sistema de Captación de Agua Pluvial

Precipitación mensual

De acuerdo con la estación meteorológica Ajusco (estación más cercana a la ubicación de nuestro proyecto) los datos de precipitación mensual promedio de los años 1971 al 2000 son los siguientes⁶³:

NORMALES CLIMATOLÓGICAS 1971-2000													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRECIPITACION, mm	15	9.4	15.8	35.8	107.7	225.7	225	234.5	218.7	76.2	12.9	8.2	1184.9

Tabla 10 - Precipitación promedio mensual⁶³

Con base en los datos de 1971 a 2000 (29 años), suponemos que las condiciones de precipitación serán las mismas durante los próximos 20 años.

b.6 Determinación del volumen captable

De acuerdo con el Manual de Captación de Aguas de Lluvias para Centros Urbanos

Volumen de captación por mes

$$V_p = \frac{P_{pi} * C_e * A_c}{1000} m^3$$

En donde,

P_{pi}: precipitación promedio mensual (litros/m²)

C_e: coeficiente de escorrentía *

A_c: área de captación (m²)

Para este proyecto se tomará como coeficiente de escorrentía 0.8, tomando este valor como factor de seguridad ya que en el *Manual de Captación de Agua de Lluvia para Centros Urbanos*, establece que este es aproximadamente de 0.9 pero con esto cubrimos las posibles pérdidas por los equipos instalados en azotea (área de captación)⁴².

El área de captación es de 120 m² ya que el enladrillado en la azotea reduce 6.95 m² (considerando que su espesor es de 0.15 m y el perímetro de la construcción es de 46.30 m).

Volumen de Captación para el mes de enero

* Se denomina escorrentía a la cantidad de agua que no es absorbida por el suelo, que en cambio se escurre por la superficie. El coeficiente de escorrentía adopta un valor que depende de la naturaleza de la superficie, de los usos del suelo y las pendientes del terreno, vegetación, permeabilidad, inclinación, humedad inicial del suelo, etc.

Datos		
Ce	0.8	(concreto)
Ac	120	m ²
Pp(enero)	15	mm/mes

Tabla 11 - Datos captación

Sustituyendo los valores en la fórmula:

$$V_p = \frac{15 * 0.8 * 120}{1000} m^3 = 1.44 \left(\frac{m^3}{mes} \right)$$

Mes	Precipitación, mm/mes	Captación, m ³ /mes	Captación acumulada, m ³ /mes
Enero	15	1.44	1.44
Febrero	9.4	0.9024	2.3424
Marzo	15.8	1.5168	3.8592
Abril	35.8	3.4368	7.296
Mayo	107.7	10.3392	17.6352
Junio	225.7	21.6672	39.3024
Julio	225	21.6	60.9024
Agosto	234.5	22.512	83.4144
Septiembre	218.7	20.9952	104.4096
Octubre	76.2	7.3152	111.7248
Noviembre	12.9	1.2384	112.9632
Diciembre	8.2	0.7872	113.7504

Tabla 12 - Captación acumulada

Volumen del tanque de Captación

El volumen del tanque de captación fue determinado con el método presentado en libro *Fundamentos de Hidrología de superficie* de Francisco Javier Aparicio M⁶⁴.

Volumen del Tanque de Captación de Agua de Lluvia		
P1	Máximo (Captación-Demanda) acumulada	39.80
T1	Mínimo (Cap-Dem) acumulada	-2.63
S1	P1-T1 (Volumen del tanque)	42.42

Tabla 13 - Volumen del tanque de captación

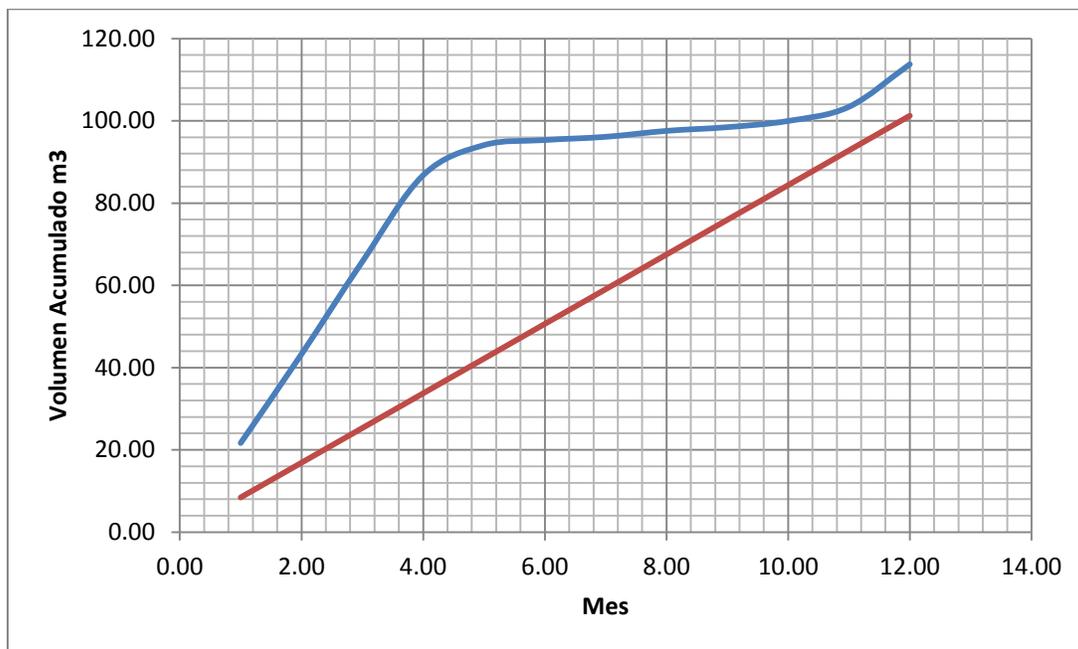
Mes	Precipitación, mm/mes	Captación, m ³ /mes	Demanda m ³ /mes	Cap-Dem m ³ , mes	(Cap-Dem) acumulado, m ³	Volumen, m ³
JUNIO	225.70	21.67	8.44	13.23	13.23	42.42
JULIO	225.00	21.60	8.44	13.16	26.39	42.42
AGOSTO	234.50	22.51	8.44	14.07	40.47	42.42
SEPTIEMBRE	218.70	21.00	8.44	12.56	53.03	42.42
OCTUBRE	76.20	7.32	8.44	-1.12	51.90	41.30
NOVIEMBRE	12.90	1.24	8.44	-7.20	44.71	34.10
DICIEMBRE	8.20	0.79	8.44	-7.65	37.06	26.45
ENERO	15.00	1.44	8.44	-7.00	30.06	19.46
FEBRERO	9.40	0.90	8.44	-7.53	22.52	11.92
MARZO	15.80	1.52	8.44	-6.92	15.60	5.00
ABRIL	35.80	3.44	8.44	-5.00	10.60	0.00
MAYO	107.70	10.34	8.44	1.90	12.51	1.90

Tabla 14 – Tabla de cálculo de volumen de captación

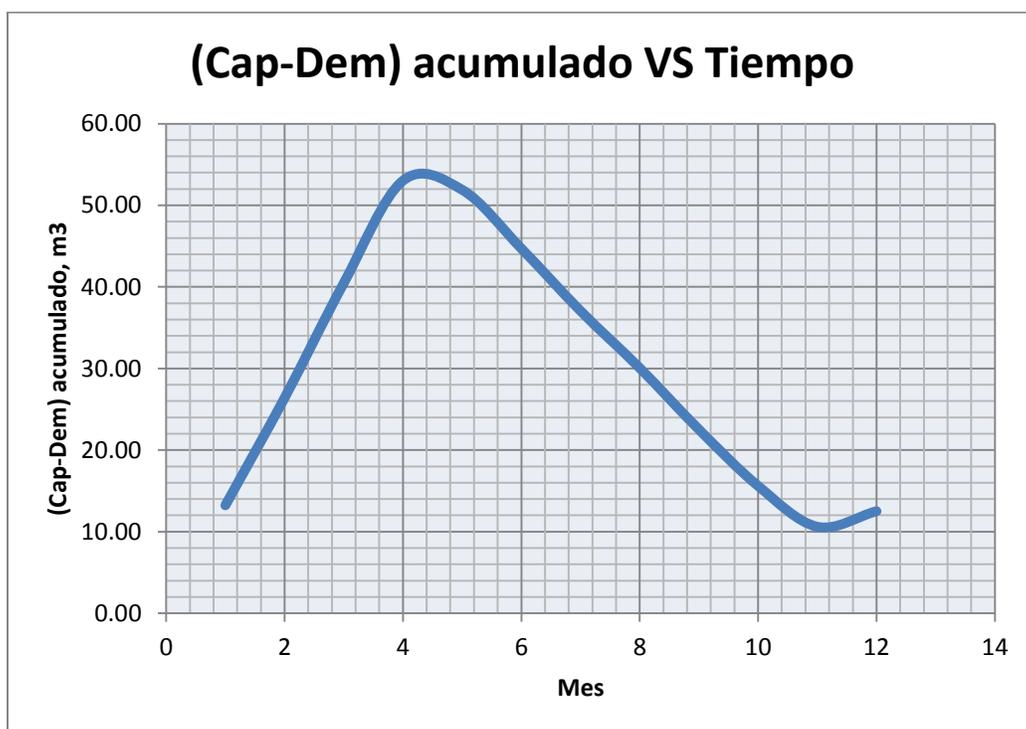
Captación y demanda acumulada

Mes	Captación acumulada, m ³ /mes	Demanda Acumulada m ³ /mes	(Cap-Dem) acumulado, m ³
JUNIO	21.67	8.44	13.23
JULIO	43.2672	16.87	26.39
AGOSTO	65.7792	25.31	40.47
SEPTIEMBRE	86.7744	33.75	53.03
OCTUBRE	94.0896	42.19	51.90
NOVIEMBRE	95.328	50.62	44.71
DICIEMBRE	96.1152	59.06	37.06
ENERO	97.5552	67.50	30.06
FEBRERO	98.4576	75.93	22.52
MARZO	99.9744	84.37	15.60
ABRIL	103.4112	92.81	10.60
MAYO	113.7504	101.24	12.51

Tabla 15 - Captación y demanda acumulada



Gráfica 1 - Captación y demanda acumulada



Gráfica 2 - Diferencia entre captación y demanda acumulada

Análisis del volumen en el tanque durante 5 años

Mes	Precipitación, mm/mes	Captación, m ³ /mes	Demanda m ³ /mes	Cap-Dem m ³ , mes	(Cap-Dem) acumulado, m ³	Volumen, m ³
JUNIO	225.70	21.67	8.44	13.23	13.23	42.42
JULIO	225.00	21.60	8.44	13.16	26.39	42.42
AGOSTO	234.50	22.51	8.44	14.07	40.47	42.42
SEPTIEMBRE	218.70	21.00	8.44	12.56	53.03	42.42
OCTUBRE	76.20	7.32	8.44	-1.12	51.90	41.30
NOVIEMBRE	12.90	1.24	8.44	-7.20	44.71	34.10
DICIEMBRE	8.20	0.79	8.44	-7.65	37.06	26.45
ENERO	15.00	1.44	8.44	-7.00	30.06	19.46
FEBRERO	9.40	0.90	8.44	-7.53	22.52	11.92
MARZO	15.80	1.52	8.44	-6.92	15.60	5.00
ABRIL	35.80	3.44	8.44	-5.00	10.60	0.00
MAYO	107.70	10.34	8.44	1.90	12.51	1.90

Continúa Tabla 16...

Continuación Tabla 16...

Mes	Precipitación, mm/mes	Captación, m ³ /mes	Demanda m ³ /mes	Cap-Dem m ³ , mes	(Cap-Dem) acumulado, m ³	Volumen, m ³
JUNIO	225.70	21.67	8.44	13.23	25.74	3.80
JULIO	225.00	21.60	8.44	13.16	38.90	16.97
AGOSTO	234.50	22.51	8.44	14.07	52.97	31.04
SEPTIEMBRE	218.70	21.00	8.44	12.56	65.53	42.42
OCTUBRE	76.20	7.32	8.44	-1.12	64.41	41.30
NOVIEMBRE	12.90	1.24	8.44	-7.20	57.21	34.10
DICIEMBRE	8.20	0.79	8.44	-7.65	49.56	26.45
ENERO	15.00	1.44	8.44	-7.00	42.57	19.46
FEBRERO	9.40	0.90	8.44	-7.53	35.03	11.92
MARZO	15.80	1.52	8.44	-6.92	28.11	5.00
ABRIL	35.80	3.44	8.44	-5.00	23.11	0.00
MAYO	107.70	10.34	8.44	1.90	25.01	1.90
JUNIO	225.70	21.67	8.44	13.23	38.24	3.80
JULIO	225.00	21.60	8.44	13.16	51.41	16.97
AGOSTO	234.50	22.51	8.44	14.07	65.48	31.04
SEPTIEMBRE	218.70	21.00	8.44	12.56	78.04	42.42
OCTUBRE	76.20	7.32	8.44	-1.12	76.92	41.30
NOVIEMBRE	12.90	1.24	8.44	-7.20	69.72	34.10
DICIEMBRE	8.20	0.79	8.44	-7.65	62.07	26.45
ENERO	15.00	1.44	8.44	-7.00	55.07	19.46
FEBRERO	9.40	0.90	8.44	-7.53	47.54	11.92
MARZO	15.80	1.52	8.44	-6.92	40.62	5.00
ABRIL	35.80	3.44	8.44	-5.00	35.62	0.00
MAYO	107.70	10.34	8.44	1.90	37.52	1.90
JUNIO	225.70	21.67	8.44	13.23	50.75	3.80
JULIO	225.00	21.60	8.44	13.16	63.91	16.97
AGOSTO	234.50	22.51	8.44	14.07	77.99	31.04
SEPTIEMBRE	218.70	21.00	8.44	12.56	90.54	42.42
OCTUBRE	76.20	7.32	8.44	-1.12	89.42	41.30
NOVIEMBRE	12.90	1.24	8.44	-7.20	82.22	34.10
DICIEMBRE	8.20	0.79	8.44	-7.65	74.57	26.45

Continúa Tabla 16...

Continuación Tabla 16...

Mes	Precipitación, mm/mes	Captación, m ³ /mes	Demanda m ³ /mes	Cap-Dem m ³ , mes	(Cap-Dem) acumulado, m ³	Volumen, m ³
ENERO	15.00	1.44	8.44	-7.00	67.58	19.46
FEBRERO	9.40	0.90	8.44	-7.53	60.04	11.92
MARZO	15.80	1.52	8.44	-6.92	53.12	5.00
ABRIL	35.80	3.44	8.44	-5.00	48.12	0.00
MAYO	107.70	10.34	8.44	1.90	50.02	1.90
JUNIO	225.70	21.67	8.44	13.23	63.25	3.80
JULIO	225.00	21.60	8.44	13.16	76.42	16.97
AGOSTO	234.50	22.51	8.44	14.07	90.49	31.04
SEPTIEMBRE	218.70	21.00	8.44	12.56	103.05	42.42
OCTUBRE	76.20	7.32	8.44	-1.12	101.93	41.30
NOVIEMBRE	12.90	1.24	8.44	-7.20	94.73	34.10
DICIEMBRE	8.20	0.79	8.44	-7.65	87.08	26.45
ENERO	15.00	1.44	8.44	-7.00	80.08	19.46
FEBRERO	9.40	0.90	8.44	-7.53	72.55	11.92
MARZO	15.80	1.52	8.44	-6.92	65.63	5.00
ABRIL	35.80	3.44	8.44	-5.00	60.63	0.00
MAYO	107.70	10.34	8.44	1.90	62.53	1.90

Tabla 16 - Análisis del volumen en el tanque durante 5 años

Con base en el análisis de la diferencia entre la captación y la demanda acumulada el volumen del tanque de almacenamiento de agua pluvial será de 42.42 m³.

Debido a que el almacenaje es confinado no se considerarán pérdidas por evaporación.

b.7 Bajadas pluviales

La captación de agua pluvial se hará por medio de las bajadas pluviales, para esto se le dará una pendiente del 2% a la azotea, basándonos en la propuesta del Manual de Autoconstrucción y Mejoramiento de la Vivienda⁶⁵

Para determinar el diámetro del tubo de salida del agua pluvial se debe calcular el gasto máximo.

Tomando en cuenta que la precipitación máxima se da en el mes de agosto con **234.5 mm/mes** y el área de captación es de 120 m^2 tenemos un gasto de:

$$Q = \frac{5}{18} CiA$$

Donde,

Q, gasto en m^3/s

5/18, factor de conversión

C, coeficiente de escorrentía

i, intensidad mm/h

A, área de captación m^2

$$Q = \frac{5}{18} (0.80) \left(0.33 \frac{\text{mm}}{\text{hora}} \right) (120 \text{ m}^2)$$

$$Q = 8.69 \frac{\text{l}}{\text{seg}}$$

De la ecuación de continuidad sabemos que,

$$Q = AV$$

Donde,

Q, gasto en m^3/s

A, área en m^2

V, velocidad en m/s

De acuerdo con la siguiente tabla, para pendientes del 2% la velocidad media es de $0.9 \text{ m}/\text{s}$

Pendiente del cauce principal, %	Velocidad media, m/s	Velocidad media, m/s			
		Pendiente %	Bosques	Pastizales	Canal natural no bien definido
1-2	0.6	0-3	0.3	0.5	0.3
2-4	0.9	4-7	0.6	0.9	0.9
4-6	1.2	8-11	0.9	1.2	1.5
6-8	1.5	12-15	1.1	1.4	2.4

a)

b)

Tabla 17 - Tabla de velocidades⁶⁴

Con la fórmula de continuidad

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

Y sustituyendo valores

$$A = \frac{0.009 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.9 \text{ m/s}}$$

Se obtiene

$$A = 0.0965 \text{ m}^2 = 96.502 \text{ cm}^2$$

Considerando una bajada pluvial con geometría circular, la fórmula del área del círculo es

$$A = \pi \frac{D^2}{4}$$

Despejando diámetro de la ecuación, se obtiene

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

Y sustituyendo valores

$$D = \sqrt{\frac{4(96.502 \text{ cm}^2)}{\pi}}$$

Se obtiene como resultado

$$D = 11.08 \text{ cm}$$

El Manual de Autoconstrucción y Mejoramiento de la Vivienda recomienda colocar un tubo de 15 cm de diámetro, dado que esta medida es comercial y cumple con el cálculo anterior, se colocará un tubo de PVC de **15 cm de diámetro**⁶⁵.

b.8 Características de equipos para tratamiento de agua pluvial

Para dar tratamiento al agua de lluvia se utilizará el siguiente equipo:

- Tanque de arenas: dimensiones de 10" x 54" con válvula manual para un flujo de 30.7 lpm*
- Tanque de carbón activado: dimensiones de 10" x 54" con válvula manual para un flujo de 30.7 lpm
- Luz ultravioleta
- Generador de ozono: alimentación (VCA) 127, sistema de enfriamiento por aire, consumo de corriente (amp) 0.8 e indicador de humedad

b.9 Registro arenero

Se colocará un registro tipo arenero que realizará un filtrado de sólidos mayores al agua captada de lluvia, antes de que sea almacenada en la cisterna.

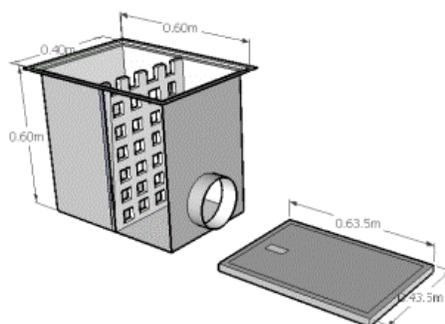


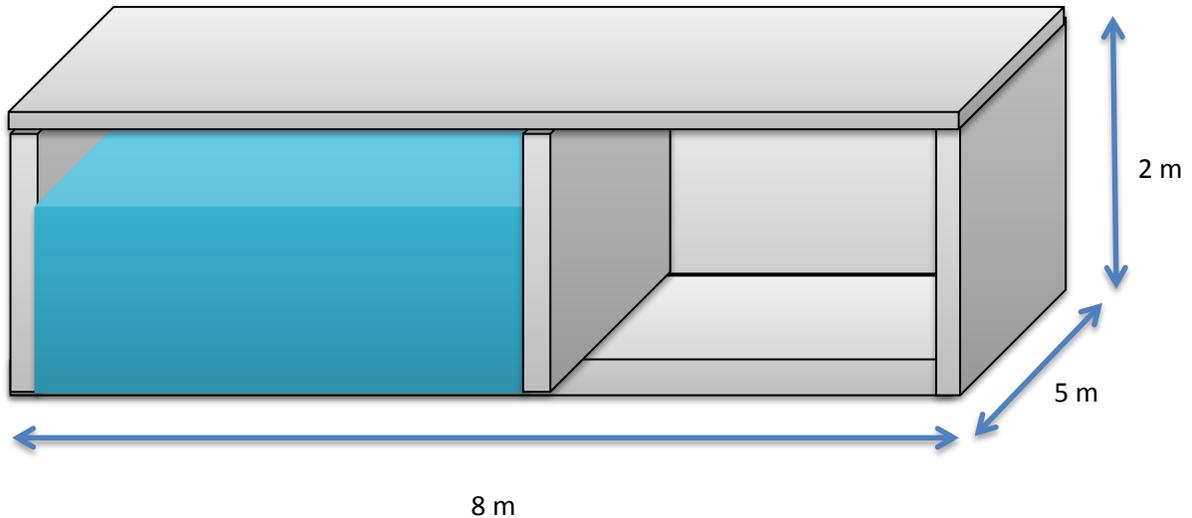
Figura 37 - Registro tipo arenero

b.10 Diseño de cisterna

Se diseñará la cisterna en conjunto con un cuarto de máquinas, en donde se almacenarán el equipo de desinfección del agua de lluvia captada, la planta de tratamiento de aguas residuales y el equipo de bombeo necesario.

Las medidas de dicha cisterna serán de 8 m de longitud por 5 m de ancho por 2 m de profundidad.

* Litros por minuto



Estas medidas cumplen con el volumen requerido para captación y brindan además un tirante de 20 cm como reserva de almacenamiento de agua de la red pública (5 m^3).

Para realizar el diseño de los elementos que componen la estructura, se comenzó analizando la losa tapa de la cisterna, para esto se tomaron en cuenta los efectos de: 1) Carga Muerta (CM) que consideran el peso propio y el peso de acabados y 2) Carga Viva (CV); además se consideran dos tableros dado que hay un muro de carga que los divide y se considera un tipo de suelo capaz de resistir el esfuerzo de la cisterna por lo cual se desprecian hundimientos.

El diseño se realizó siguiendo el método de Losas Apoyadas Perimetralmente del libro *Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado* de González Cuevas y Robles Fernández.

Análisis de losa tapa

Dado que se encuentra un muro intermedio dentro de la cisterna, se deberán considerar dos tableros para el diseño de la tapa

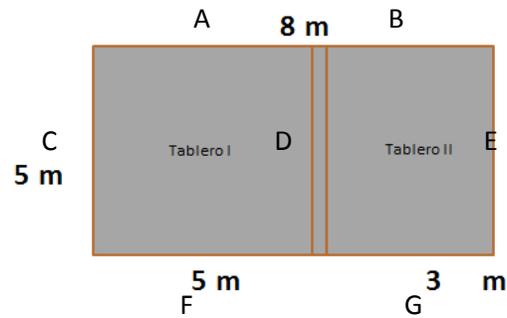


Figura 38 - Tableros de losa tapa de cisterna

Analizando el tablero I (5 x 5 m)

$f_y =$	4200 kg/cm ²
$f'_c =$	250 kg/cm ²
$f^*c =$	200 kg/cm ²
$f''c =$	170 kg/cm ²

Se calcula el peralte de la siguiente manera:

$$\text{Perímetro de tablero} = \sum 1.25 \text{ lados discontinuos} + \text{lados continuos}$$

Tomando en cuenta que los lados discontinuos son A, C y F y el lado continuo es D

$$\text{Perímetro de tablero} = 1.25 (5m \times 5m \times 5m) + 5m$$

$$\text{Perímetro de tablero} = 2375 \text{ cm}$$

Obteniendo el factor de corrección de perímetro y convirtiendo a centímetros:

$$\text{Factor de corrección de perímetro} = 0.032 \sqrt[4]{(f_s \times W_T)}$$

Donde:

$$f_s = 0.6 f_y$$

$$W_t = \text{carga viva} + \text{carga muerta}$$

$$f_s = 0.6 \left(4\,200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$f_s = 2520 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Para calcular W_t se consideran las siguientes cargas:

Cargas	t/m2	kg/m2
Wpeso propio =	0.25	249.12
Wcarga viva ⁶⁷ =	0.17	170.00
Incremento del RCDF ⁶⁷	0.04	40.00
Wrecubrimiento =	0.08	80.00
WT =	0.54	539.12

Tabla 18 - Cargas sobre la losa tapa de cisterna

Sustituyendo los valores en la fórmula del factor de corrección de perímetro tenemos:

$$\text{Factor de corrección de perímetro} = 0.032 \sqrt[4]{(2520 \times 539.12)}$$

$$\text{Factor de corrección de perímetro} = 1.09$$

Obteniendo el perímetro corregido:

$$\text{Perímetro corregido } I = 1.09 \times 2375 \text{ cm}$$

$$\text{Perímetro corregido } I = 2594.69 \text{ cm}$$

Dado que la carga W_t es mayor a 380 kg/m^2 el peralte (h) se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$h = d_{\min} + 2$$

Donde:

$$d_{\min} = \frac{\text{Perímetro corregido}}{f'c}$$

$$d_{\min} = \frac{2594.69}{250}$$

$$d_{\min} = 10.38 \text{ cm}$$

Redondeando, dado que no es posible construir una losa con esa exactitud

$$d_{\min} = 11.00 \text{ cm}$$

Por lo tanto el peralte será de

$$h = 13 \text{ cm}$$

Obteniendo la carga última w_u

$$w_u = 1.4 w_T$$

$$w_u = 842.80 \text{ kg/m}^2$$

Con los cálculos anteriores es posible determinar los momentos de la tapa, para esto se debe determinar la relación a_1/a_2 , en donde:

a_1 , claro corto – 20 cm

a_2 , claro largo - 20 cm

$$m = \frac{a_1}{a_2} = \frac{480 \text{ cm}}{480 \text{ cm}} = 1$$

Con la relación anterior y suponiendo una losa colada monolíticamente con sus apoyos entramos a la tabla de coeficientes de momentos para tableros rectangulares (Ver Anexo B):

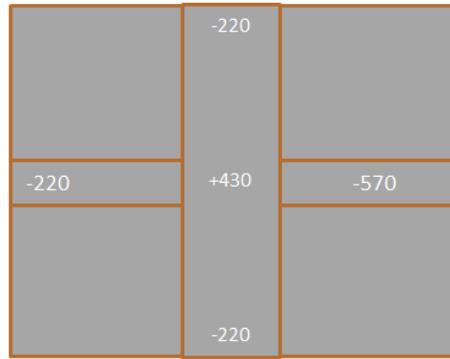


Figura 39 - Coeficientes de momento (α_i) para tablero I de losa tapa de cisterna

Los momentos se obtienen con la siguiente fórmula:

$$M_i = \alpha_i (10^{-4} \times w_u a_1^2)$$

Calculando la constante:

$$10^{-4} \times w_u a_1^2 = 10^{-4} (842.80) 4.8^2$$

$$10^{-4} \times w_u a_1^2 = 1.94 \text{ kg} - \text{m}$$

Tablero	Momento	Claro	α_i	Mi (kg-m)
Tres bordes discontinuos	Negativo en borde continuo	Largo	570	1106.83
	Negativo en borde discontinuo	Largo	220	427.20
	Negativo en borde discontinuo	corto	220	427.20
	Positivo	Largo y corto	430	834.98

Tabla 19 - Momentos del tablero I de tapa de cisterna

Calculando el acero positivo y negativo

$$acero = Frbd^2 f''c$$

Donde:

$$Fr = 0.9$$

$$b = 100 \text{ cm (suponiendo una sección unitaria)}$$

$$d+ = 11 \text{ cm}$$

$$d- = 9 \text{ cm}$$

$$acero \text{ positivo} = 0.9 (100 \text{ cm})(11 \text{ cm}^2) (170 \text{ kg/cm}^2)$$

$$acero \text{ positivo} = 1\ 851\ 300 \text{ kg} - \text{cm} = 18\ 513 \text{ kg} - \text{m}$$

$$acero \text{ negativo} = 0.9 (100 \text{ cm})(9 \text{ cm}^2) (170 \text{ kg/cm}^2)$$

$$acero \text{ negativo} = 1\ 239\ 300 \text{ kg} - \text{cm} = 12\ 393 \text{ kg} - \text{m}$$

Proponiendo varillas del No. 3:

α_i	M_i (kg-m)	$Q=M_i/Frbd^2f''c$	ω	$\rho=\omega f''c/f_y$	A_s (cm^2/m)	s (cm)
-570	1106.83	0.0893	0.090	0.0036	4.82	15
-220	427.20	0.0345	0.034	0.0014	1.82	39
430	834.98	0.0451	0.043	0.0017	2.82	25

Tabla 20 - Acero de refuerzo para losa tapa de cisterna

El área de acero (A_s) se obtiene con la siguiente fórmula:

$$A_s = \frac{\omega b d f''c}{f_y}$$

El factor ω se obtiene de la Gráfica diseño por flexión (Ver Anexo B)

Revisando por cortante

$$V = \left(\frac{a_1}{2} - d\right) \left[0.95 - 0.5 \left(\frac{a_1}{a_2}\right)\right]$$

$$V = \left(\frac{4.8}{2} - 0.11\right) [0.95 - 0.5(1)]$$

$$V = 1\,737.01 \text{ kg}$$

Comparando con la resistencia de la losa a fuerza cortante

$$V_c = 0.5 F_r b d \sqrt{f_c^*}$$

$$V_c = 0.5 (0.9)(100 \text{ cm})(11 \text{ cm}) \sqrt{200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$V_c = 7\,778.17 \text{ kg}$$

Por lo tanto, $V_c > V$

El armado de la losa será con una parrilla de Varilla No. 3 @ 25 cm en ambos sentidos, se colocará una varilla columpiada y una recta.

Los bastones en bordes discontinuos serán de Varilla No. 3 @ 50 cm entre cada par de columpios

Los bastones del borde continuo serán de Varilla No. 3 @ 15 cm.

La longitud de los bastones se determinó con el caso "a" de Detalles típicos del refuerzo de losas⁶⁶ (Ver Anexo B)

El detalle de armado se encuentra en el Anexo A.

Analizando el tablero II (5 x 3 m), se realiza con el mismo procedimiento que el tablero I

Determinando el perímetro

$$\text{Perímetro de tablero II} = 1\,875 \text{ cm}$$

Calculando las cargas sobre el tablero II de la tapa:

Cargas	t/m2	kg/m2
Wpeso propio =	0.22	216
Wcarga viva =	0.17	170
Incremento del RCDF ⁶⁷	0.02	40
Wrecubrimiento =	0.08	80
WT =	0.51	506

Tabla 21 - Cargas sobre el tablero II de la tapa de cisterna

Factor de corrección de perímetro = 1.08

Obteniendo el perímetro corregido:

Perímetro corregido II = 2 016.23 cm

$$d_{\text{mín}} = 8.06 \text{ cm}$$

Redondeando, dado que no es posible construir una losa con esa exactitud

$$d_{\text{mín}} = 9.00 \text{ cm}$$

Por lo tanto el peralte será de

$$h = 11 \text{ cm}$$

Obteniendo la carga última Wu

$$w_u = 775.60 \text{ kg/m}^2$$

Obteniendo la relación m:

a1, claro corto – 280 cm

a2, claro largo - 480 cm

$$m = \frac{a_1}{a_2} = \frac{280 \text{ cm}}{480 \text{ cm}} = 0.6$$

Con la relación anterior y suponiendo una losa colada monolíticamente con sus apoyos entramos a la tabla de coeficientes de momentos para tableros rectangulares (Ver Anexo B):

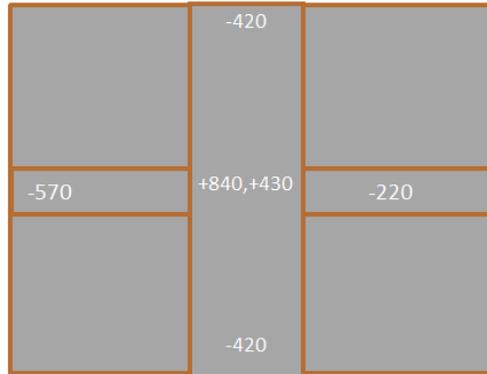


Figura 40 - Coeficientes de momento (α_i) para tablero II de losa tapa de cisterna

Calculando la constante de momentos:

$$10^{-4} \times w_u a_1^2 = 0.61 \text{ kg} - m$$

Tablero	Momento	Claro	α_i	M_i (kg-m)
Tres bordes discontinuos	Negativo en borde continuo	Largo	570	346.60
	Negativo en borde discontinuo	Largo	420	255.39
	Negativo en borde discontinuo	Corto	220	133.78
	Positivo	Largo	430	261.47
	Positivo	Corto	840	510.78

Tabla 22 - Momentos del tablero II de losa tapa de cisterna

Calculando el acero positivo y negativo

$$acero = Frbd^2 f''c$$

Donde:

$$Fr = 0.9$$

$$b = 100 \text{ cm (suponiendo una sección unitaria)}$$

$$d+ = 9 \text{ cm}$$

$$d- = 7 \text{ cm}$$

$$acero \text{ positivo} = 1\,239\,300 \text{ kg} - \text{cm} = 12\,393 \text{ kg} - \text{m}$$

$$acero \text{ negativo} = 749\,700 \text{ kg} - \text{cm} = 7\,497 \text{ kg} - \text{m}$$

Proponiendo varillas del No. 3:

Mi (kg-m)	Q=Mi/Frbd ² f''c	ω	ρ=ωf''c/fy	As (cm ² /m)	s (cm)
346.60	0.0462	0.047	0.0019	1.96	36
255.39	0.0341	0.035	0.0014	1.46	49
133.78	0.0178	0.018	0.0007	0.75	95
261.47	0.0211	0.02	0.0008	1.07	66
510.78	0.0412	0.040	0.0016	2.14	33

Tabla 23 - Acero de refuerzo para losa tapa de cisterna tablero II

Revisando por cortante

$$V = 935.60 \text{ kg}$$

Comparando con la resistencia de la losa a fuerza cortante

$$V_c = 6\,363.96 \text{ kg}$$

Por lo tanto, $V_c > V$

El armado del tablero I satisface las necesidades del tablero II, por facilidad constructiva se continua con el armado del tablero I

Análisis de muros

Una vez realizado el diseño de la tapa se puede determinar la bajada de cargas hacia los muros por medio de áreas tributarias y así realizar su diseño; sin embargo, este procedimiento no se realizará ya que el efecto de carga axial se desprecia debido a que el concreto tiene una gran capacidad a compresión y la carga que recibe es mínima.

Realizando el análisis por empuje, se considera la situación más crítica que es cuando la cisterna se encuentra vacía.

Obteniendo el empuje del suelo

$$E = \frac{K \gamma_m H^2}{2}$$

Donde:

E, empuje de suelo

K; constante, 0.5

γ_m , peso específico del material, 2 t/m³

H, altura de muro, 2 m

$$E = \frac{0.5 \left(2 \frac{T}{m^3}\right) (2^2)}{2}$$

$$E = 2 T$$

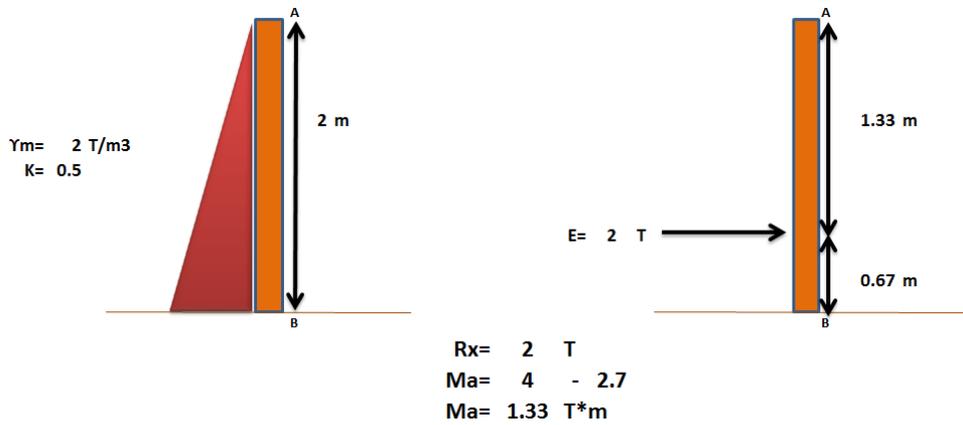


Figura 41 - Diagrama de empuje en muros de cisterna

Determinando el momento resistente. Se considera una sección unitaria de 20 cm de espesor

$F'_c =$	250.00	Kg/cm^2
$F_y =$	4,200.00	Kg/cm^2
$E_s =$	2,000,000.00	Kg/cm^2

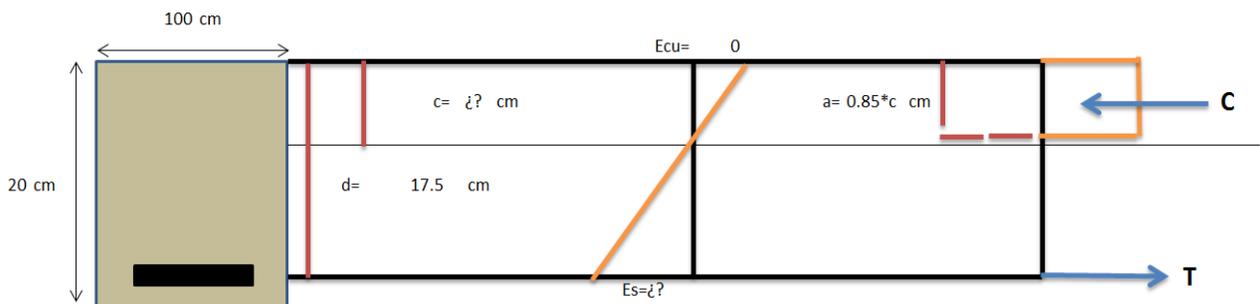


Figura 42 - Diagrama de deformaciones y fuerzas en muros

Suponiendo 4 Varillas No. 3, tenemos

$$A_s = 4 (0.71 \text{ cm}^2) = 2.84 \text{ cm}^2$$

Determinando la distancia c por tanteo se tiene que

$$c = 0.66 \text{ cm}$$

Obteniendo la compresión C

$$C = 0.85 f'_c 0.85 c * b$$

$$C = 0.85 (250 \text{ kg/cm}^2) 0.85 (0.66 \text{ cm})(100 \text{ cm})$$

$$C = 11\,927.99 \text{ kg}$$

Por triángulos semejantes

$$E_s = 0.07650$$

$$E_y = 0.00210$$

$$E_s > E_y$$

$$F_s = F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Calculando la Tensión T:

$$T = A_s F_s$$

$$T = 2.84 \text{ cm}^2 (4\,200 \text{ kg/cm}^2)$$

$$T = 11\,928.00 \text{ Kg}$$

Calculando el momento

$$M_n = T Z$$

Donde Z

$$Z = d - \frac{a}{2}$$

$$Z = 17.5 \text{ cm} - \frac{0.85 (0.66 \text{ cm})}{2}$$

$$Z = 17.22 \text{ cm}$$

Por lo tanto el momento es:

$$M_n = 11\,928.00 \text{ Kg} (17.22 \text{ cm})$$

$$M_n = 205\,392.30 \text{ kg} - \text{cm} = 2.05 \text{ t} - \text{m}$$

Calculando el momento resistente

$$M_R = 0.9 M_n$$

$$M_R = 0.9 (2.05 \text{ t} - \text{m})$$

$$M_R = 1.85 \text{ t} - \text{m}$$

$$M_R > M_a$$

Por lo tanto el armado de muros será con Varilla No. 3 @ 25 cm.

Se colocarán además castillos en cada esquina con 8 Varillas No. 3 con separación de 15 cm y Estribos No. 3 @ 15 cm. (Ver detalle de armado en Anexo A).

Para el muro intermedio de la cisterna coincide el empuje de agua (que en este caso sería a situación más crítica) con el empuje del suelo, por lo que el armado será el mismo.

Análisis de losa

Para el diseño de piso se utiliza el mismo procedimiento que para la tapa, se consideran dos tableros,

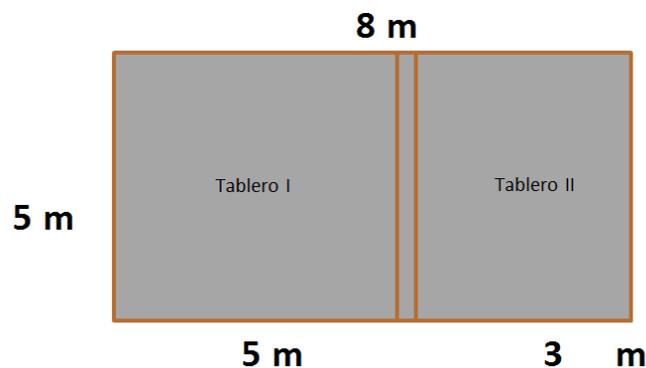


Figura 43 - Tablero de piso de cisterna

$$\begin{aligned}
 f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \\
 f'_c &= 250 \text{ kg/cm}^2 \\
 f^*c &= 200 \text{ kg/cm}^2 \\
 f''c &= 170 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Obteniendo el perímetro del tablero I

$$\text{Perímetro de tablero I} = 2\,375 \text{ cm}$$

Calculando las cargas sobre el tablero I de la tapa:

Cargas	t/m ²	kg/m ²
Wpeso propio =	0.42	424.32
Wcarga viva =	4.00	4000
Incremento del RCDF ⁶⁷	0.04	40
Wrecubrimiento =	0.08	80
WT =	4.54	4 544.32

Tabla 24 - Cargas sobre el tablero I del piso de cisterna

$$\text{Factor de corrección de perímetro} = 1.86$$

Obteniendo el perímetro corregido:

$$\text{Perímetro corregido I} = 4\,421.11 \text{ cm}$$

$$d_{\min} = 17.68 \text{ cm}$$

A pesar de que el d_{\min} resulta de aproximadamente 18 cm, se utilizará uno de 25 cm ya que el valor anterior no es suficiente.

$$d_{\min} = 25 \text{ cm}$$

Por lo tanto el peralte será de

$$h = 27 \text{ cm}$$

Obteniendo la carga última W_u

$$w_u = 6\,675.20 \text{ kg/m}^2$$

Obteniendo la relación m :

a_1 , claro corto – 480 cm

a_2 , claro largo - 480 cm

$$m = \frac{a_1}{a_2} = \frac{280 \text{ cm}}{480 \text{ cm}} = 1$$

Con la relación anterior y suponiendo una losa colada monólicamente con sus apoyos entramos a la tabla de coeficientes de momentos para tableros rectangulares (Ver Anexo B):

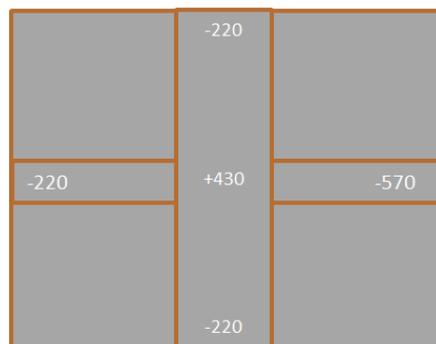


Figura 44 - Coeficientes de momento (α_i) para tablero I del piso de cisterna

Calculando la constante de momentos:

$$10^{-4} \times w_u a_1^2 = 15.38 \text{ kg} - m$$

Tablero	Momento	Claro	α_i	Mi (kg-m)
Tres bordes discontinuos	Negativo en borde continuo	Largo	570	8766.41
	Negativo en borde discontinuo	Largo y corto	220	3383.53
	Positivo	Largo	430	6613.25

Tabla 25 - Momentos del tablero I del piso de cisterna

Calculando el acero positivo y negativo

$$acero = Frbd^2 f''c$$

Donde:

$$Fr = 0.9$$

$$b = 100 \text{ cm (suponiendo una sección unitaria)}$$

$$d+ = 25 \text{ cm}$$

$$d- = 23 \text{ cm}$$

$$acero \text{ positivo} = 9\,562\,500 \text{ kg} - \text{cm} = 95\,625 \text{ kg} - \text{m}$$

$$acero \text{ negativo} = 8\,093\,700 \text{ kg} - \text{cm} = 80\,937 \text{ kg} - \text{m}$$

Proponiendo varillas del No. 5:

Mi (kg-m)	$Q=Mi/Frbd^2 f''c$	ω	$\rho=\omega f''c/f_y$	As (cm ² /m)	s (cm)
8766.41	0.1083	0.110	0.0045	15.06	13.28
3383.53	0.0418	0.04	0.0016	5.48	36.52
6613.25	0.0692	0.07	0.0028	10.42	19.20

Tabla 26 - Acero de refuerzo para piso de cisterna tablero I

Revisando por cortante

$$V = 12\,916.51 \text{ kg}$$

Comparando con la resistencia de la losa a fuerza cortante

$$V_c = 17\,677.67 \text{ kg}$$

Por lo tanto, $V_c > V$

El armado del piso tablero I será una parrilla de Varilla No. 5 @ 20 cm ambos sentidos, colocando alternadamente una varilla columpiada y una recta.

Los bastones de los borde discontinuos serán de Varilla No. 5 @ 40 cm entre cada par de columpios. Los bastones del borde continuo serán de Varilla No. 5 @ 13 cm

La longitud de los bastones se determinó con el caso “a” de los Detalles típicos del refuerzo de losas (Ver Anexo B). Detalle de armado en Anexo A.

Analizando el tablero II de piso (5 x 3 m), se realiza con el mismo procedimiento que el tablero I

Determinando el perímetro

$$\text{Perímetro de tablero II} = 1\,875 \text{ cm}$$

Calculando las cargas sobre el tablero II de la tapa:

Cargas	t/m2	kg/m2
Wpeso propio =	0.22	216
Wcarga viva =	4.00	4 000
Incremento del RCDF ⁶⁷	0.02	40
Wrecubrimiento =	0.08	80
WT =	4.34	4 336

Tabla 27 - Cargas sobre el tablero II de la tapa de cisterna

Factor de corrección de perímetro = 1.84

Obteniendo el perímetro corregido:

Perímetro corregido II = 3 449.64 cm

$$d_{\min} = 13.80 \text{ cm}$$

Redondeando, dado que no es posible construir una losa con esa exactitud

$$d_{\min} = 14.00 \text{ cm}$$

Por lo tanto el peralte será de

$$h = 16 \text{ cm}$$

Obteniendo la carga última W_u

$$w_u = 943.60 \text{ kg/m}^2$$

Obteniendo la relación m :

a1, claro corto – 280 cm

a2, claro largo - 480 cm

$$m = \frac{a_1}{a_2} = \frac{280 \text{ cm}}{480 \text{ cm}} = 0.6$$

Con la relación anterior y suponiendo una losa colada monolíticamente con sus apoyos entramos a la tabla de coeficientes de momentos para tableros rectangulares (Ver Anexo B):

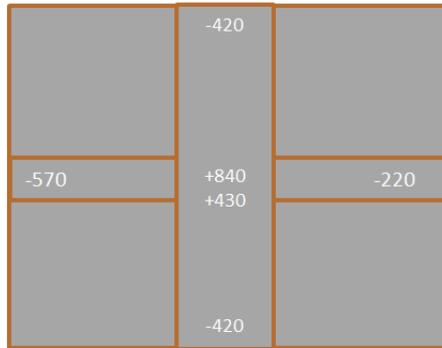


Figura 45 - Coeficientes de momento (α_i) para tablero II del piso de cisterna

Calculando la constante de momentos:

$$10^{-4} \times w_u a_1^2 = 0.74 \text{ kg} - \text{m}$$

Tablero	Momento	Claro	α_i	M_i (kg-m)
Tres bordes discontinuos	Negativo en borde continuo	Largo	570	421.68
	Negativo en borde discontinuo	Largo	420	310.71
	Negativo en borde discontinuo	Corto	220	162.75
	Positivo	Largo	840	621.42

Tabla 28 - Momentos del tablero II del piso de cisterna

Calculando el acero positivo y negativo

$$acero = Frbd^2 f''c$$

Donde:

$$Fr = 0.9$$

$$b = 100 \text{ cm (suponiendo una sección unitaria)}$$

$$d+ = 14 \text{ cm}$$

$$d- = 12 \text{ cm}$$

$$\text{acero positivo} = 2\,998\,800 \text{ kg} - \text{cm} = 29\,988 \text{ kg} - \text{m}$$

$$\text{acero negativo} = 2\,203\,200 \text{ kg} - \text{cm} = 22\,032 \text{ kg} - \text{m}$$

Proponiendo varillas del No. 3:

Mi (kg-m)	$Q=Mi/Frbd^2f''c$	ω	$\rho=\omega f''c/fy$	As (cm ² /m)	s (cm)
421.68	0.0191	0.007	0.0003	0.52	137
310.71	0.0141	0.005	0.0002	0.38	186
162.75	0.0074	0.008	0.0003	0.57	124
621.42	0.0207	0.009	0.0004	0.75	94

Tabla 29 - Acero de refuerzo para piso de cisterna tablero II

Revisando por cortante

$$V = 1\,096.56 \text{ kg}$$

Comparando con la resistencia de la losa a fuerza cortante

$$V_c = 9\,757.05 \text{ kg}$$

Por lo tanto, $V_c > V$

El armado que se requiere es mínimo, además el armado del tablero I satisface las necesidades del tablero II, por facilidad constructiva se continua con el armado del tablero I

b.11 Tinacos

Se colocarán dos tinacos en azotea; Un tinaco estará destinado al almacenamiento de agua de lluvia ya purificada, mientras que el otro servirá como almacenamiento de agua tratada para uso exclusivo en inodoros. Con capacidades de 1 100 litros y 450 litros respectivamente.

Para su instalación y buen funcionamiento requiere de una válvula de esfera de ¼ de pulgada, un multiconector, una válvula, un jarro de aire, una válvula de llenado, flotador, tapa y un filtro de paso.

Un tercer tinaco se colocará dentro del cuarto de máquinas, que dará almacenamiento al agua residual tratada. El proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se depositará en este tinaco y de aquí se enviará al tinaco en azotea o directamente al drenaje de aguas municipales si se trata de un excedente.

b.12 Celdas fotovoltaicas

Las celdas se colocarán en el techo sobre una estructura que les dé soporte y que permita darles la inclinación necesaria.

Las características de las celdas solares son:

Capacidad instalada por panel: 0.245 kw/hora-pico

Dimensiones: 1.60 m² por panel

Para calcular la capacidad de generación es necesario conocer el promedio diario mensual de horas pico. De la Figura 29 sabemos que para este proyecto es de 4 horas – pico.

Por lo tanto la capacidad de generación por panel será de:

*Capacidad de generación = Capacidad instalada por panel * horas – pico disponibles*

Por lo tanto, capacidad de generación será de = 0.245 $\frac{kwh}{hora - pico}$ (4 horas – pico)

Capacidad de generación = 0.98 kwh/panel

Tomando el consumo eléctrico de seis diferentes casas con características similares a las de este proyecto tenemos que el consumo promedio es: 700 kwh/bimestrales lo que equivale a 11.66 kwh/día.

Determinación de la demanda de capacidad instalada:

$$\text{Capacidad instalada} = \frac{11.66 \text{ kwh}}{4 \text{ horas} - \text{pico}}$$

$$\text{Capacidad instalada} = 2.916 \frac{\text{kwh}}{\text{horas} - \text{pico}}$$

Determinación del número de paneles:

Ya que cada panel tiene una capacidad instalada de 0.245 kwh/horas-pico.

$$\text{Número de paneles} = \frac{2.916 \frac{\text{kwh}}{\text{horas-pico}}}{0.245 \frac{\text{kwh}}{\text{horas-pico}}}$$

$$\text{Número de paneles} = 11.90 \text{ paneles}$$

Por lo tanto para este proyecto será necesario colocar **12 paneles solares** tomando en cuenta que cada panel tiene un área de 1.60 m² el área que ocuparán será de 19.20 m².

b.13 Calentador solar

Para este proyecto se instalará un calentador solar con capacidad de 200 litros, por ser una medida comercial para satisfacer las necesidades de cuatro personas.

El espacio que ocupa este calentador es de 2.6 m², el cual se colocará en la azotea y se instalará con un respaldo de calentador de gas.

c. Mano de obra

La mano de obra necesaria para realizar las actividades que requiere el proyecto se resume con las siguientes cuadrillas:

RESUMEN CUADRILLAS			
CUADRILLA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO
1	1 Ayudante + 0.05 Cabo de ayudantes	Jor	\$ 281.71
2	1 Oficial albañil + 1 Ayudante + 0.0333 Cabo de oficios	Jor	\$ 696.72
3	1 Oficial albañil + 1 Ayudante de instalación + 0.0333 Cabo de oficios	Jor	\$ 798.27
4	1 Oficial plomero + 1 Ayudante de instalación + 0.0333 Cabo de oficios	Jor	\$ 779.75
5	1 Oficial albañil + 2 Ayudante + 0.05 Cabo de oficios	Jor	\$ 966.50
6	1 Oficial herrero + 1 Ayudante + 0.0333 Cabo de oficios	Jor	\$ 668.94
7	1 Oficial azulejero + 1 Ayudante + 0.0333 Cabo de oficios	Jor	\$ 705.97
8	1 Oficial yesero + 1 Ayudante + 0.0333 Cabo de oficios	Jor	\$ 668.94
9	1 Oficial pintor + 1 Ayudante + 0.0333 Cabo de oficios	Jor	\$ 641.17
10	1 Operador de camión + 1 Ayudante + 0.0333 Cabo de oficios	Jor	\$ 798.54
11	2 Cadenero + 1 Auxiliar topógrafo + 0.05 Cabo de oficios	Jor	\$ 763.42
12	1 Oficial albañil + 6 ayudantes + 0.118 Cabo de oficios	Jor	\$ 2,046.17
13	3 Ayudante + 0.05 Cabo de ayudantes	Jor	\$ 803.34
14	1 Oficial albañil + 1 ayudante	Jor	\$ 678.77
15	1 Carpintero de obra negra + 1 Ayudante + 0.0333 Cabo de oficios	Jor	\$ 678.20
16	1 Herrero de campo + 1 Ayudante + 0.0333 Cabo de oficios	Jor	\$ 678.20

Tabla 30 - Resumen de cuadrillas y costo por cuadrilla⁷¹

Para obtener los costos por cuadrilla primero fue necesario calcular los salarios reales, tomando en cuenta los siguientes datos:

DATOS BÁSICOS PARA EL ANÁLISIS DEL FACTOR DE SALARIO REAL		
DICAL	DÍAS CALENDARIO	365
DIAGI	DÍAS DE AGUINALDO	15
PIVAC	DÍAS POR PRIMA VACACIONAL Prima Dominical	1.50
DP	TOTAL DE DÍAS REALMENTE PAGADOS AL AÑO	381.50
DIDOM	SÉPTIMOS DÍAS	52
DIVAC	DÍAS DE VACACIONES	6
DIFEO	DÍAS FESTIVOS POR LEY	7.17
DIPEC	DÍAS PERDIDOS POR CONDICIONES DE CLIMA (LLUVIA Y OTROS)	4
DIPCO	DÍAS POR COSTUMBRE	3
DIPEN	DÍAS POR PERMISOS Y ENFERMEDAD NO PROFESIONAL	2
DINLA	DÍAS NO LABORADOS AL AÑO	74.17
DT	DÍAS REALMENTE LABORADOS AL AÑO (DICAL)-(DINLA)	290.83
DP/DT	DÍAS PAGADOS / DÍAS LABORADOS	1.31
FSBC	FACTOR DE SALARIO BASE DE COTIZACIÓN (DP / DICAL) para cálculo de IMSS	1.05

Tabla 31 - Datos básicos para el análisis del factor de salario real

TABLA DE PORCENTAJES DE PAGO AL IMSS				
SEGURO	PATRON		TRABAJADOR	
	SBC	SMG(DF)	SBC	SMG(DF)
Seguro por riesgo de trabajo	7.58875			
Seguro por enfermedad y maternidad	1.050		0.375	
		20.400		
	1.100	-3.300	0.400	-1.200
	0.700		0.250	
Seguro por invalidez y vida	1.750		0.625	
Seguro por retiro, cesantía en edad avanzada y vejez	2.000			
	3.150		1.125	
Seguro por guarderías y prestaciones sociales	1.000			
TOTAL=	17.239	20.400	2.375	

Tabla 32 - Porcentajes de pago al IMSS

Tomando en cuenta los siguientes casos:

SI	SBC=SMG				
ENTONCES,					
A	=	19.61%	*SBC +	20.40%	*SMG
SI	SMG < SBC < 3*SMG				
ENTONCES,					
B	=	17.24%	*SBC +	20.40%	*SMG
SI	SBC > 3*SMG				
ENTONCES,					
C	=	18.34%	*SBC +	17.10%	*SMG

Desglose de porcentajes y casos para pago del IMSS Ver Anexo C.

En donde

SALARIO MÍNIMO GENERAL DEL DISTRITO FEDERAL (SMGDF) = \$ 62.33

SALARIO BASE (SB)

SALARIO BASE DE COTIZACIÓN (SBC)

Calculando los Salarios Reales, en donde:

$$LFT = \frac{\text{Días Pagados}}{\text{Días Laborados}} * \text{Salario Base}$$

$$INFONAVIT = 5\% \text{ Salario Base}$$

$$\text{Factor de Salario Real} = \frac{\text{Salario Real}}{\text{Salario Base}}$$

SALARIOS REALES							
CATEGORÍA	S.B.	S.B.C	LFT	INFONAVIT	IMSS	S.R.	F.S.R.
Ayudante	159.289	166.489945	208.950	10.447	41.416	260.813	1.6374
Ayudante de instalación	182.887	191.154704	239.905	11.995	45.668	297.568	1.6271
Auxiliar de topógrafo	165.197	172.664601	216.699	10.835	42.481	270.015	1.6345
Cadenero	141.588	147.988553	185.730	9.286	38.227	233.243	1.6473
Carpintero de obra negra	247.784	258.985613	325.034	16.252	58.153	399.439	1.6120
Herrero de campo	247.784	258.985613	325.034	16.252	58.153	399.439	1.6120
Oficial albañil	259.589	271.323636	340.519	17.026	60.416	417.961	1.6101
Oficial fierro	241.888	252.822245	317.299	15.865	57.023	390.187	1.6131
Oficial plomero	289.084	302.151763	379.209	18.960	66.069	464.239	1.6059
Oficial yesero	241.888	252.822245	317.299	15.865	57.023	390.187	1.6131
Operador de camión	324.486	339.154545	425.649	21.282	72.855	519.786	1.6019
Operador de equipo ligero	224.186	234.320854	294.079	14.704	53.630	362.413	1.6166
Cabo de oficios	336.280	351.481281	441.119	22.056	75.116	538.291	1.6007
Cabo de ayudantes	259.589	271.323636	340.519	17.026	60.416	417.961	1.6101
Operador revolvedora	259.589	271.323636	340.519	17.026	60.416	417.961	1.6101
Operador vibrador	259.589	271.323636	340.519	17.026	60.416	417.961	1.6101

Tabla 33 - Salarios Reales

Con los salarios reales calculados se puede obtener el costo por cuadrilla de la siguiente manera:

	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 01	Ayudante	jor	1	\$ 260.81	\$ 260.81	92.6%
	Cabo de ayudantes	jor	0.05	\$ 417.96	\$ 20.90	7.4%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 281.71	100.0%
	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 02	Oficial albañil	jor	1	\$ 417.96	\$ 417.96	60.0%
	Ayudante	jor	1	\$ 260.81	\$ 260.81	37.4%
	Cabo de oficios	jor	0.033	\$ 538.29	\$ 17.94	2.6%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 696.72	100.0%
	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 03	Cabo de oficios	jor	0.033	\$ 538.29	\$ 17.94	2.2%
	Ayudante de instalacion	jor	1	\$ 297.57	\$ 297.57	37.3%
	Oficial electricista	jor	1	\$ 482.76	\$ 482.76	60.5%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 798.27	100.0%
	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 04	Oficial plomero	jor	1	\$ 464.24	\$ 464.24	59.5%
	Ayudante de instalacion	jor	1	\$ 297.57	\$ 297.57	38.2%
	Cabo de oficios	jor	0.033	\$ 538.29	\$ 17.94	2.3%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 779.75	100.0%
	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 05	Cabo de oficios	jor	0.05	\$ 538.29	\$ 26.91	2.8%
	Oficial albañil	jor	1	\$ 417.96	\$ 417.96	43.2%
	Ayudante	jor	2	\$ 260.81	\$ 521.63	54.0%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 966.50	100.0%

	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 06	Cabo de oficios	jor	0.033	\$ 538.29	\$ 17.94	2.7%
	Ayudante	jor	1	\$ 260.81	\$ 260.81	39.0%
	Oficial fierrero	jor	1	\$ 390.19	\$ 390.19	58.3%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 668.94	100.0%
	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 07	Oficial azulejero	jor	1	\$ 427.21	\$ 427.21	60.5%
	Ayudante	jor	1	\$ 260.81	\$ 260.81	36.9%
	Cabo de oficios	jor	0.033	\$ 538.29	\$ 17.94	2.5%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 705.97	100.0%
	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 08	Oficial yesero	jor	1	\$ 390.19	\$ 390.19	58.3%
	Ayudante	jor	1	\$ 260.81	\$ 260.81	39.0%
	Cabo de oficios	jor	0.033	\$ 538.29	\$ 17.94	2.7%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 668.94	100.0%
	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 09	Oficial pintor	jor	1	\$ 362.41	\$ 362.41	56.5%
	Ayudante	jor	1	\$ 260.81	\$ 260.81	40.7%
	Cabo de oficios	jor	0.033	\$ 538.29	\$ 17.94	2.8%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 641.17	100.0%
	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 10	Operador de camion	jor	1	\$ 519.79	\$ 519.79	65.1%
	Ayudante	jor	1	\$ 260.81	\$ 260.81	32.7%
	Cabo de oficios	jor	0.033	\$ 538.29	\$ 17.94	2.2%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 798.54	100.0%
	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 11	Cadenero	jor	2	\$ 233.24	\$ 466.49	61.1%
	Cabo de oficios	jor	0.05	\$ 538.29	\$ 26.91	3.5%
	Auxiliar de topografo	jor	1.000	\$ 270.01	\$ 270.01	35.4%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 763.42	100.0%

	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 12	Oficial albañil	jor	1	\$ 417.96	\$ 417.96	20.4%
	Ayudante	jor	6	\$ 260.81	\$ 1,564.88	76.5%
	Cabo de oficios	jor	0.118	\$ 538.29	\$ 63.33	3.1%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 2,046.17	100.0%
	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 13	Ayudante	jor	3	\$ 260.81	\$ 782.44	97.4%
	Cabo de ayudantes	jor	0.05	\$ 417.96	\$ 20.90	2.6%
				\$ -	\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 803.34	100.0%
	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 14	Oficial albañil	jor	1	\$ 417.96	\$ 417.96	61.6%
	Ayudante	jor	1	\$ 260.81	\$ 260.81	38.4%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 678.77	100.0%
	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 15	Ayudante	jor	1	\$ 260.81	\$ 260.81	38.5%
	Carpintero de obra negra	jor	1	\$ 399.44	\$ 399.44	58.9%
	Cabo de oficios	jor	0.033	\$ 538.29	\$ 17.94	2.6%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 678.20	100.0%
	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
CUADRILLA 16	Herrero de campo	jor	1	\$ 399.44	\$ 399.44	58.9%
	Ayudante	jor	1	\$ 260.81	\$ 260.81	38.5%
	Cabo de oficios	jor	0.033	\$ 538.29	\$ 17.94	2.6%
					\$ -	0.0%
					\$ -	0.0%
Costo de Personal (CDP)=					\$ 678.20	100.0%

d. Materiales

Los materiales necesarios para realizar el proyecto se resumen en la tabla 34 con sus respectivos costos (dichos costos corresponden al mes de octubre de 2012):

Material	Unidad	Costo
Tubo sanitario de PVC de 6m por 15 cm Ø	pza	\$ 591.10
Codo sanitario de PVC 90° y 15 cm Ø	pza	\$ 34.00
Bote de limpiador para sistemas de PVC de cualquier diámetro o cédula 237 ml	pza	\$ 62.80
Bote de pegamento para PVC 949 ml	pza	\$ 157.90
Cople PVC sanitario 15 cm Ø	pza	\$ 15.50
Abrazadera regulable de 16 cm Ø, para empotramiento	pza	\$ 39.00
Registro del SCAP	pza	\$ 2,500.00
Hilo	m	\$ 1.20
Cal	kg	\$ 0.56
Cemento	ton	\$ 2,180.00
Arena	m3	\$ 198.33
Grava	m3	\$ 178.33
Agua	m3	\$ 28.00
Varilla #5	ton	\$ 12,450.00
Varilla #3	ton	\$ 12,450.00
Alambre recocido No. 18	ton	\$ 19.08
Varilla #4	ton	\$ 12,450.00
Madera de pino	pt	\$ 15.00
Flotador	pza	\$ 35.00
Tubo de cobre "L" 19 mm	m	\$ 102.33
Codo de cobre de 90° de 13 mm	pza	\$ 4.80
Codo de cobre de 90° de 19 mm	pza	\$ 12.50
Codo de cobre de 90° de 25 mm	pza	\$ 98.00
Tapa para cisterna	pza	\$ 950.00
Marco y contramarco para tapa de cisterna 60x60 cm de ángulo metálico de 3/16"x1 1/4"	pza	\$ 150.00
Escalera de metal de 2m	pza	\$ 975.00
Soldadura E-7018 de 1/8"	kg	\$ 351.98
Tubo fierro galvanizado C-40 32 mm	m	\$ 74.93
Pintura esmalte alquidálica	l	\$ 68.00
Primario rojo óxido	l	\$ 50.00

Continúa Tabla 34...

...Continuación Tabla 34

Material	Unidad	Costo
Bomba de 1 HP	pza	\$ 1,745.00
Pasta fundente	Kg	\$ 705.39
Soldadura 50x50 rollo (500 gr)	pza	\$ 189.00
Lija 25 mm ancho	m	\$ 18.00
Cople de cobre a cobre de 13 mm	pza	\$ 4.20
Cople de cobre a cobre de 19 mm	pza	\$ 10.50
Cople de cobre a cobre de 25 mm	pza	\$ 21.00
Tee de cobre soldable de 13 mm	pza	\$ 15.00
Tee de cobre soldable de 19 mm	pza	\$ 32.50
Tee de cobre soldable de 25 mm	pza	\$ 99.70
Tinaco de plástico vertical de 1 100 L	pza	\$ 1,605.00
Llave de nariz de bronce	pza	\$ 73.50
Regadera ahorradora	pza	\$ 1,200.00
Ensamble para lavabo ahorrador	pza	\$ 617.00
Ensamble para lavatrastos ahorrador	pza	\$ 487.00
Maneral para lavatrastos	pza	\$ 2,299.00
Equipo de SCAP	Lote	\$ 98,265.80
Inodoro ahorrador de 4.8 L	pza	\$ 2,078.00
Cemento para unir tubería de P.V.C.	lata	\$ 139.00
Tubo sanitario de P.V.C. liso 10 cm Ø	m	\$ 45.00
Válvula de compuerta marca URREA F-22 25 mm	pza	\$ 126.00
Coladera cespól de bote P.V.C.	pza	\$ 35.00
Estopa	kg	\$ 58.00
Tubo sanitario P.V.C. liso 5 cm Ø	m	\$ 15.73
Codo PVC de 90° 5 cm Ø	pza	\$ 3.00
Codo PVC de 90° 10 cm Ø	pza	\$ 9.80
Tee PVC de 10 cm Ø	pza	\$ 6.00
Tee PVC de 5 cm Ø	pza	\$ 8.00
Cople PVC de 10 cm Ø	pza	\$ 4.00
Cople PVC de 5 cm Ø	pza	\$ 7.00
Bomba automática 1/4 HP	pza	\$ 1,020.00
Tanque estacionario para gas 180 L	pza	\$ 2,629.00

Continúa Tabla 34...

...Continuación Tabla 34

Material	Unidad	Costo
Cable calibre 12	m	\$ 6.00
Tinaco de plástico vertical de 450 L	pza	\$ 1,010.00
Festegral aditivo impermeabilizante 5 kg	kg	\$ 113.03
Desmoldante cimbrafest 19 Lts	L	\$ 919.08
Clavos	kg	\$ 15.00
Válvula de compuerta 19 mm	pza	\$ 89.00
Registro precolado	pza	\$ 10,500.00
Yee de PVC 100 mm	pza	\$ 11.00
Válvula de paso	pza	\$ 55.00
Calentador de paso	pza	\$ 2,319.00

Tabla 34 - Lista de materiales (costos de octubre 2012)

e. Tiempo

Para obtener el tiempo en el que se llevará a cabo el proyecto es necesario conocer los rendimientos de las cuadrillas y el volumen de obra a realizar.

	Actividad	Cuadrilla	Rendimiento	Unidad
1	Suministro y colocación de codo PVC a 90° de 15 cm de diámetro. Incluye solvente, pegamento, mano de obra y herramienta menor	4	20.0	pza/jor
2	Suministro y colocación de cople PVC de 15 cm Ø. Incluye solvente, pegamento, mano de obra y herramienta menor	4	20.0	pza/jor
3	Suministro y colocación de bajada pluvial con tubo sanitario PVC de 3 m por 15 cm Ø. Incluye empotramiento mano de obra y herramienta menor	4	20.0	m/jor
4	Desmante de terreno. Incluye mano de obra y herramienta menor	1	62.5	m2/jor
5	Limpieza, trazo y nivelación de terreno. Incluye mano de obra y herramienta menor	1	62.5	m2/jor
		11	62.5	m2/jor

Continúa Tabla 35...

...Continuación Tabla 35

	Actividad	Cuadrilla	Rendimiento	Unidad
6	Excavación a mano en terreno seco tipo "A" a una profundidad de 2.01 a 4m. Incluye afine, taludes, fondo, mano de obra y herramienta menor	1	1.9	m3/jor
7	Relleno y compactación de material producto de la excavación con pisón y agua, en capas de 20 cm. Incluye mano de obra, herramienta menor y acarreo dentro de la obra.	1	2.5	m3/jor
8	Elaboración de Concreto f'c=100 kg/cm2 con revenimiento de 7.5 cm con agregado mayor de 3/4", elaborado en obra. Incluye materiales, mano de obra y equipo	13	20.0	m3/jor
9	Elaboración de Concreto f'c=250 kg/cm2 con revenimiento de 5 cm con agregado mayor de 3/4", elaborado en obra. Incluye materiales, mano de obra y equipo	13	20.0	m3/jor
10	Suministro y colocación de plantilla de concreto f'c=100 kg/cm2 con espesor de 6 cm	2	20.0	m2/jor
11	Suministro y colocación de registro tipo arenoso de 40 x 60 cm de plástico reforzado con entrada y salida de efluente de 15 cm Ø y rejilla de plástico reforzado con tapa de concreto polimérico, incluye conexiones de entrada y salida a tubo sanitario de PVC	4	10.0	pza/jor
12	Suministro y colocación de tubo sanitario de PVC de 15 cm Ø. Incluye habilitación, mano de obra y herramienta menor	14	5.0	m/jor
13	Traspaleo de material producto de la excavación hasta 2 m. Incluye mano de obra y herramienta menor	1	36.0	m3/jor
14	Elaboración de mortero cemento-arena 1:5	13	20.0	m3/jor
15	Elaboración de cimbra para muro de concreto de 250 kg/cm2 en cisterna y cuarto de máquinas.	15	7.3	m2/jor
16	Habilitado y armado de acero de refuerzo en tapa de cisterna con varilla del #3 en ambas direcciones @ 15 cm. Incluye traslapes, ganchos, desperdicios, mano de obra y herramienta menor.	6	0.1	ton/jor

Continúa Tabla 35...

Continuación Tabla 35...

	Actividad	Cuadrilla	Rendimiento	Unidad
17	Habilitado y armado de acero de refuerzo en muro con varilla del #2 en ambas direcciones @ 20 cm. Incluye traslapes, ganchos, desperdicios, mano de obra y herramienta menor.	6	0.1	ton/jor
18	Colocación de muro de concreto f'c = 250 kg/cm ² . Incluye cimbra, curado, vibrado, mano de obra y herramienta menor.	2	3.1	m ³ /jor
19	Habilitado y armado de acero de refuerzo en piso con varilla del #5 en ambas direcciones @ 14 cm. Incluye traslapes, ganchos, desperdicios, mano de obra y herramienta menor.	6	0.1	kg/jor
20	Colocación de piso con concreto f'c = 250 kg/cm ² con espesor de 20 cm. Incluye cimbra, colado, vibrado, acero de refuerzo con varilla #3 en ambas direcciones @ 15 cm.	2	3.1	m ³ /jor
21	Conexión de la red de agua pública con cisterna. Incluye mano de obra y herramienta menor	4	4.0	sal/jor
22	Suministro y colocación de tapa de acceso a la cisterna de acero inoxidable de 60 x 60 cm lamina calibre 10, incluye mano de obra y herramienta menor	16	12.0	pza/jor
23	Suministro e instalación de escalera marina en cuarto de bombas con 2 tubos de fierro galvanizado cédula 40 1 1/4" y escalones con varilla del No. 5 de 40 cm de longitud a cada 30 cm, incluye anclaje y pintura de esmalte, suministro y colocación.	16	10.0	m/jor
24	Suministro e instalación de bomba de 1 HP, incluye conexiones de entra, salida, electroniveles, mano de obra y herramienta menor.	4	1.0	sal/jor
25	Suministro y colocación de tubería de cobre "L" de 19 mm, incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor.	4	30.0	m/jor
26	Suministro y colocación de codo de cobre de 90° de 13 mm, incluye mano de obra y herramienta menor.	4	19.1	pza/jor
27	Suministro y colocación de codo de cobre de 90° de 19 mm, incluye mano de obra y herramienta menor.	4	19.1	pza/jor

Continúa Tabla 35...

Continuación Tabla 35...

	Actividad	Cuadrilla	Rendimiento	Unidad
28	Suministro y colocación de codo de cobre de 90° de 25 mm, incluye mano de obra y herramienta menor.	4	13.6	pza/jor
29	Suministro y colocación de cople de cobre a cobre de 13 mm, incluye mano de obra y herramienta menor	4	19.1	pza/jor
30	Suministro y colocación de cople de cobre a cobre de 19 mm, incluye mano de obra y herramienta menor	4	19.1	pza/jor
31	Suministro y colocación de cople de cobre a cobre de 25 mm, incluye mano de obra y herramienta menor	4	13.6	pza/jor
32	Suministro y colocación de Tee de cobre a cobre de 13 mm, incluye mano de obra y herramienta menor	4	13.0	pza/jor
33	Suministro y colocación de Tee de cobre a cobre de 19 mm, incluye mano de obra y herramienta menor	4	13.0	pza/jor
34	Suministro y colocación de Tee de cobre a cobre de 25 mm, incluye mano de obra y herramienta menor	4	11.1	pza/jor
35	Suministro y colocación de tinaco con capacidad de 1100 L, incluye conexiones de entrada y salida, mano de obra y herramienta menor	4	3.0	pza/jor
36	Suministro e instalación de llave de nariz de bronce	4	20.0	pza/jor
37	Suministro e instalación de regadera ahorradora, incluye mano de obra y herramienta menor	4	6.4	pza/jor
38	Suministro e instalación de llave ahorradora, incluye manerales, mano de obra y herramienta menor	4	4.5	pza/jor
39	Suministro e instalación de llave ahorradora en lavatrastos, incluye manerales, mano de obra y herramienta menor	4	4.5	pza/jor
40	Suministro e Instalación de Equipo para el Sistema de Captación de Agua Pluvial (SCAP) incluye Tanques de arena y carbón activado, Generador de ozono, Clorador, Luz ultravioleta, Mano de Obra y Herramienta		1.0	lote/jor
41	Suministro y colocación de inodoro ahorrador con tanque de 4.8 L, incluye pijas, cuello de cera, mano de obra y herramienta menor	4	1.0	pza/jor

Continúa Tabla 35...

...Continuación Tabla 35

	Actividad	Cuadrilla	Rendimiento	Unidad
42	Suministro y colocación de coladera cespól de bote de P.V.C., incluye mano de obra y herramienta menor.	4	9.0	pza/jor
43	Suministro y colocación de tubería de PVC sanitario 10 cm Ø, incluye mano de obra y herramienta menor	4	25.0	m/jor
44	Suministro y colocación de tubería de PVC sanitario 5 cm Ø, incluye mano de obra y herramienta menor	4	35.0	m/jor
45	Suministro e instalación de codo de PVC de 90° 5 cm Ø, incluye cemento, mano de obra y herramienta menor	4	28.1	pza/jor
46	Suministro e instalación de codo de PVC de 90° 10 cm Ø, incluye cemento, mano de obra y herramienta menor	4	20.0	pza/jor
47	Suministro y colocación de Cople de PVC de 10 cm Ø, incluye mano de obra y herramienta menor	4	20.0	pza/jor
48	Suministro y colocación de Cople de PVC de 5 cm Ø, incluye mano de obra y herramienta menor	4	28.0	pza/jor
49	Suministro y colocación de bomba automática 1/4 HP, incluye conexiones de entrada, salida, mano de obra y herramienta menor	4	1.0	sal/jor
50	Suministro e Instalación de Plata de Tratamiento de Agua Residual (PTA) con capacidad de flujo de 0.5 m3 al día, con 1.4 m de diámetro por 1.8 m de altura, incluye mano de Obra, herramienta y todo para su correcta instalación.	-	1.0	lote/jor
51	Suministro e instalación de tanque estacionario para gas de 1000 litros de capacidad con regulador, incluye mano de obra y herramienta menor	4	1.0	pza/jor
52	Suministro e Instalación de Calentador Solar (Tubos al vacío) de 200 litros de capacidad; incluye calentador solar, válvula anti congelamiento, válvula termostática, mano de obra, Herramienta y Todo para su correcta instalación.	-	1.0	lote/jor

Continúa Tabla 35...

Continuación Tabla 35...

	Actividad	Cuadrilla	Rendimiento	Unidad
53	Suministro e Instalación de kit fotovoltaico para interconexión de 2.8kWp (panel 240), incluye estructura, inversor, cable, controlador de carga, colectores, sistemas de montaje, mano de obra, herramienta y todo para su correcta instalación.	-	1.0	lote/jor
54	Colocación de tapa con concreto f'c = 250 kg/cm2 con espesor de 20 cm. Incluye cimbra, colado, vibrado, acero de refuerzo con varilla #4 en ambas direcciones @ 25 cm.	2	3.1	m3/jor
55	Suministro y colocación de tubería de cobre "M" de 13 mm, incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor.	4	39.1	m/jor
56	Suministro y colocación de tubería de cobre "M" de 19 mm, incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor.	4	30.0	m/jor
57	Suministro y colocación de tubería de cobre "M" de 25 mm, incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor.	4	21.0	m/jor
58	Suministro y colocación de válvula de compuerta de 25 mm de diámetro, incluye mano de obra, herramienta menor y empaques	4	9.0	pza/jor
59	Suministro y colocación de registro precolado de 60 x 40 x 100 cm, incluye mano de obra, herramienta menor, conexiones de entra y salida.	3	2.8	pza/jor
60	Suministro y colocación de Yee de PVC de 100 mm de diámetro, incluye mano de obra y herramienta menor	4	7.0	pza/jor
61	Suministro e instalación de válvula de paso en tubería de gas. Incluye mano de obra y herramienta menor	4	50.0	pza/jor
62	Suministro y colocación de tinaco con capacidad de 450 L, incluye conexiones de entrada y salida, mano de obra y herramienta menor	4	3.0	pza/jor
63	Aplanado en muros acabado pulido con mortero cemento-arena proporción 1:5, con espesor de 0.01 m incluye mano de obra y herramienta menor.	3	9.0	m2/jor
64	Suministro e instalación de calentador de paso de 6 L, incluye mano de obra y herramienta menor	4	2.0	pza/jor

Tabla 35 - Rendimientos de cuadrillas

e.1 Generadores

A continuación se presenta la cuantificación total por medio de generadores.

GENERADOR DE OBRA												
PROYECTO Instalaciones sustentables para una casa prototipo					UBICACIÓN				CLAVE	G-01	PARTIDA	Preliminares
					FECHA							
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	ÁREA	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	NÚMERO DE LADOS	TOTAL	CROQUIS			
<u>CISTERNA</u>												
1	Desmonte de terreno	m2		10.00		7.00	1.00	70.00				
2	Limpieza, trazo y nivelación de terreno	m2		10.00		7.00	1.00	70.00				
TOTAL												
G01-1	Desmonte de terreno							70.00				
G01-2	Limpieza, trazo y nivelación de terreno							70.00				

OBSERVACIONES:

Vo. Bo.

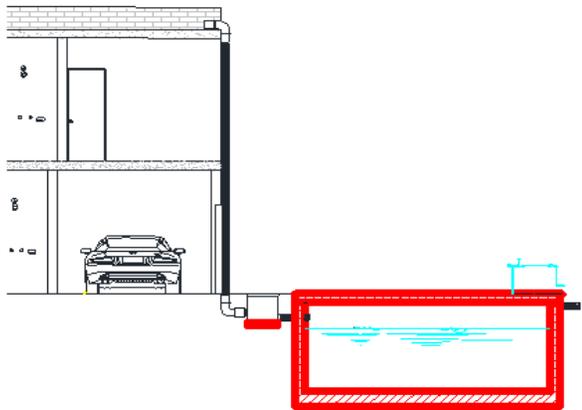
GENERADOR DE OBRA

PROYECTO				UBICACIÓN				CLAVE	PARTIDA
Intalaciones sustentables para una casa prototipo								G-02	Excavación y rellenos
				FECHA					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	ÁREA	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	NÚMERO DE LADOS	TOTAL	<p>CROQUIS</p>
<u>CISTERNA</u>									
1	Excavación a mano en terreno	m3		10.00	2.75	7.00	1.00	192.50	
2	Relleno y compactación	m3		8.40	0.20	5.40	1.00	9.07	
3	Relleno	m3		1.60	2.75	1.60	1.00	7.04	
4	Traspaleo de material	m3						183.43	
<u>TOTAL</u>									
G02-1	Excavación a mano en terreno	m3						192.50	
G02-2	Relleno y compactación	m3						9.07	
G02-3	Traspaleo de material	m3						183.43	
G02-4	Acarreo con carretilla 20 m	m3							

OBSERVACIONES: _____

Vo. Bo.

GENERADOR DE OBRA

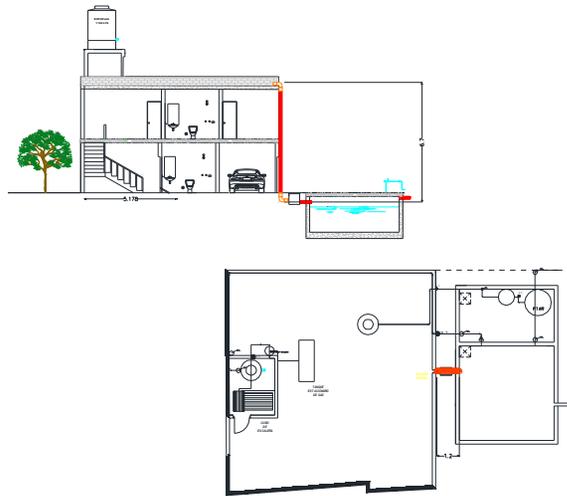
PROYECTO			UBICACIÓN					CLAVE	PARTIDA	
Instalaciones sustentables para una casa prototipo								G-03	Elbaración de concretos	
			FECHA							
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	ÁREA	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	NÚMERO DE LADOS	TOTAL	CROQUIS 	
<u>CONCRETO f'c 100 kg/cm2</u>										
1	Plantilla registro	m3		0.60	0.05	0.40	1.00	0.01		
<u>CONCRETO f'c 250 kg/cm2</u>										
2	Piso cisterna	m3		8.00	0.25	5.00	1.00	10.00		
3	Muro corto	m3		5.00	2.00	0.20	3.00	6.00		
4	Muro largo	m3		8.00	2.00	0.20	2.00	6.40		
5	Tapa cisterna	m3		8.40	0.13	5.40	1.00	5.82		
<u>MORTERO 1:5</u>										
6	Aplanado en muro largo	m3		8.00	2.00	0.01	2.00	0.32		
7	Aplanado en muro corto	m3		5.00	2.00	0.01	4.00	0.40		
								12.40		
<u>TOTAL</u>										
G03-1	Concreto f'c 100 kg/cm2	m3						0.01		
G03-2	Concreto f'c 250 kg/cm2	m3						28.22		
G03-3	Mortero 1:5	m3						28.54		

OBSERVACIONES:

Vo. Bo.

GENERADOR DE OBRA

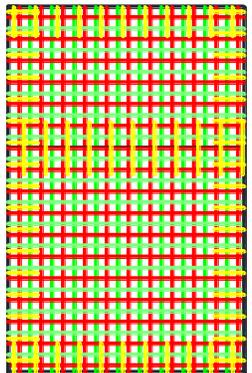
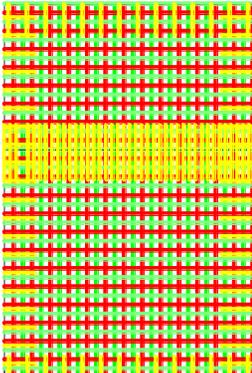
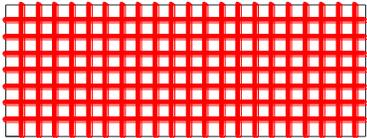
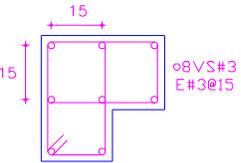
PROYECTO				UBICACIÓN				CLAVE	PARTIDA
Instalaciones sustentables para una casa prototipo								G-05	Tubería PVC
				FECHA					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	ÁREA	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	NÚMERO DE LADOS	TOTAL	CROQUIS
	<u>BAJADA PLUVIAL</u>								
G05-1	Codo PVC 90° 15 cm Ø	pza						2.00	
G05-2	Tubo PVC 15 cm Ø en bajada pluvial	m			6.70			6.70	
G05-3	Tubo PVC 15 cm Ø	m		2.20				2.20	
G05-4	Cople de PVC 15 cm Ø	pza						3.00	



OBSERVACIONES:

Vo. Bo.

GENERADOR DE OBRA

PROYECTO				UBICACIÓN				CLAVE	G-07	PARTIDA	Habilitado de acero			
Instalaciones sustentables para una casa prototipo				FECHA										
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	LONGITUD	ANCHO	kg/m ²	NÚMERO DE LADOS	TOTAL	CROQUIS					
<u>TAPA CISTERNA</u>														
1	Habilitado de acero en tapa de cisterna 5x5	ton		5.50	5.50	4.46	1.00	0.13	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Armado de Tapa</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Armado de losa</p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>Armado muro</p>  <div style="display: flex; align-items: center; margin-left: 100px;"> <div style="text-align: center; margin-right: 5px;">15</div>  <div style="margin-left: 5px;">o8VS#3 E#3@15</div> </div> </div>					
2	Habilitado de acero en tapa de cisterna 5x3	ton		5.50	3.50	4.46	1.00	0.09						
3	Bastones en tapa 5x5 lado continuo	ton	33	2.60		0.56		0.05						
4	Bastones en tapa 5x5 lado discontinuo	ton	30	1.35		0.56		0.02						
5	Bastones en tapa 5x3 lado discontinuo	ton	22	1.35		0.56		0.02						
6	Bastones en tapa 5x3 lado continuo	ton												
7														
<u>MUROS CISTERNA</u>														
8	Habilitado de acero en muro largo	ton		8.40	2.00	8.91	2.00	0.30						
9	Habilitado de acero en muro corto	ton		5.00	2.00	8.91	3.00	0.27						
10	Castillos #3 E @ 15 cm	ton	4	2.00		8.37		0.07						
<u>PISO</u>														
11	Habilitado de acero en piso de cisterna 5x5	ton		5.50	5.50	15.60	1.00	0.47						
12	Habilitado de acero en piso de cisterna 5x3	ton		5.50	3.50	15.60	1.00	0.30						
13	Bastones en piso 5x5 lado continuo	ton	38	2.60		1.56		0.16						
14	Bastones en piso 5x5 lado discontinuo	ton	38	1.35		1.56		0.08						
15	Bastones en piso 5x3 lado discontinuo	ton	22	1.35		1.56		0.05						
16	Bastones en piso 5x3 lado continuo	ton												
<u>TOTAL</u>														
G07-1	Habilitado de acero en tapa de cisterna	ton						0.31						
G07-2	Habilitado de acero en muros	ton						0.63						
G07-3	Habilitado de acero en piso	ton						1.05						

OBSERVACIONES:

Vo. Bo.

GENERADOR DE OBRA

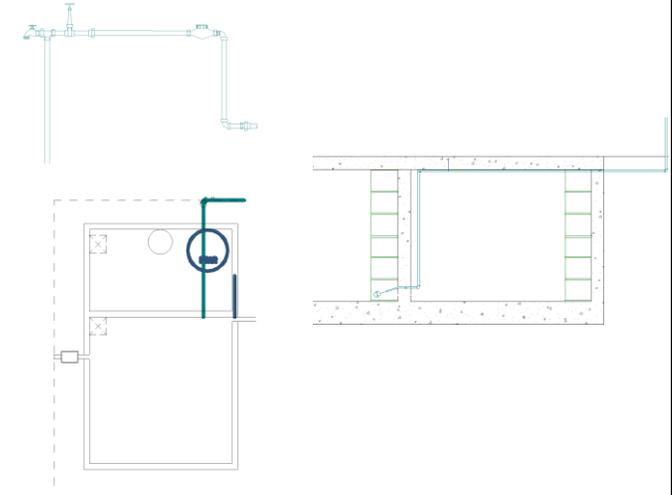
PROYECTO				UBICACIÓN				CLAVE	G-08	PARTIDA	Colados			
Instalaciones sustentables para una casa prototipo				FECHA										
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	ÁREA	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	NÚMERO DE LADOS	TOTAL	CROQUIS					
<u>TAPA</u>														
1	Tapa de cisterna	m3		8.40	0.20	5.40	1.00	9.07						
<u>MUROS</u>														
2	Muro largo	m3		8.40	2.00	0.20	2.00	6.72						
3	Muro corto	m3		5.00	2.00	0.20	3.00	6.00						
<u>PISO</u>														
4	Piso de cisterna	m3		8.40	5.40	0.35	1.00	15.88						
<u>PLANTILLA</u>														
5	Plantilla para registro	m2		0.60		0.40	1.00	0.24						
<u>APLANADO EN MUROS</u>														
6	Aplanado en muro largo	m2		8.00	2.00		2.00	32.00						
7	Aplanado en muro corto	m2		5.00	2.00		4.00	40.00						
<u>TOTAL</u>														
G08-1	Tapa de cisterna	m3						9.07						
G08-2	Muros	m3						12.72						
G08-3	Piso	m3						15.88						
G08-4	Plantilla	m2						0.24						
G08-5	Aplanado en muros	m2						72.00						

OBSERVACIONES:

Vo. Bo.

GENERADOR DE OBRA

PROYECTO				UBICACIÓN				CLAVE	PARTIDA
Instalaciones sustentables para una casa prototipo								G-09	Tubería de cobre tipo "M" para conexión de la red de agua publica con cisterna
				FECHA					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	ÁREA	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	NÚMERO DE LADOS	TOTAL	CROQUIS
	<u>CONEXIÓN DE LA RED DE AGUA PUBLICA CON CISTERNA</u>								
1	Conexión de red de agua publica con cisterna	sal						1.00	
2	Codo de cobre de 90° 25 mm Ø	pza						5.00	
3	Tubería de cobre tipo "M" 25 mm	m		5.50	3.20			8.70	
4	Cople de cobre 25 mm	pza						4.00	
5	Tee de cobre de 25 mm	pza						2.00	
6	Llave de nariz	pza						1.00	
7	Válvula de compuerta	pza						1.00	
	TOTAL								
	<u>CONEXIONES</u>								
	Conexión de red de agua publica con cisterna	sal						1.00	
G09-1	Tubería de cobre tipo "M" 25 mm	m						8.70	
G09-2	Codo de cobre de 90° 25 mm Ø	pza						5.00	
G09-3	Cople de cobre 25 mm	pza						4.00	
G09-4	Tee de cobre de 25 mm	pza						2.00	
G09-5	Llave de nariz	pza						1.00	
G09-6	Válvula de compuerta	pza						1.00	



OBSERVACIONES:

Vo. Bo.

GENERADOR DE OBRA

PROYECTO			UBICACIÓN					CLAVE	PARTIDA
Instalaciones sustentables para una casa prototipo								G-10	Tubería de cobre tipo "M" de cisterna a tinaco
			FECHA						
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	ÁREA	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	NÚMERO DE LADOS	TOTAL	CROQUIS
<u>TUBERIA DE CISTERNA A TINACO</u>									
1	Tubería de cobre tipo "M" 25 mm	m		23.15	11.89			35.04	
2	Codo de cobre de 90° 25 mm ø	pza						7.00	
TOTAL									
G10-1	Tubería de cobre tipo "M" 25 mm	m						35.04	
G10-2	Codo de cobre de 90° 25 mm ø	pza						7.00	
G10-3	Cople de cobre 25 mm	pza						12.00	

OBSERVACIONES: _____

Vo. Bo.

GENERADOR DE OBRA

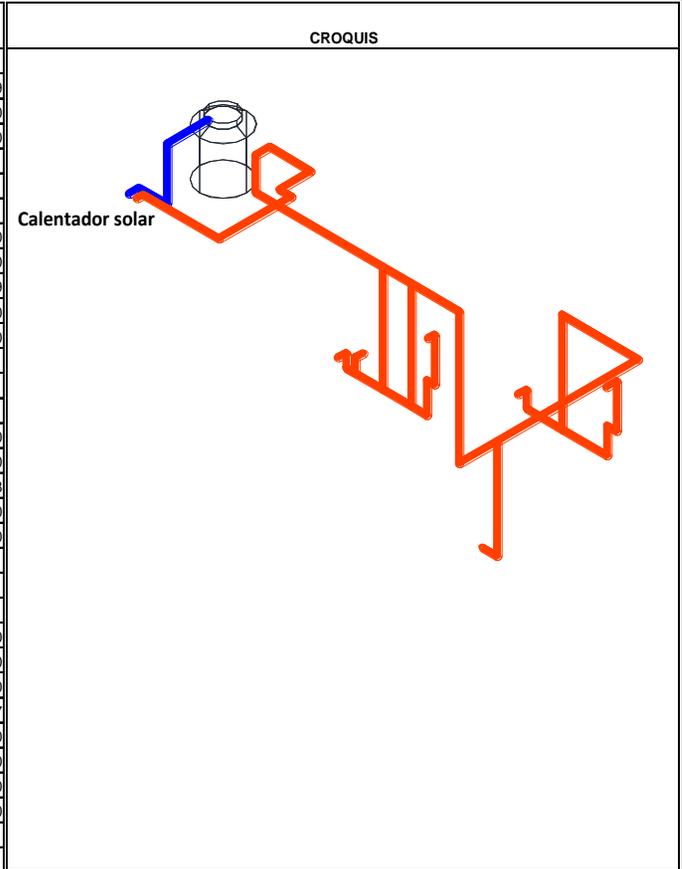
PROYECTO		UBICACIÓN						CLAVE	PARTIDA	
Instalaciones sustentables para una casa prototipo								G-11	Tubería de cobre tipo "M" tinaco a muebles	
		FECHA								
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	ÁREA	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	NÚMERO DE LADOS	TOTAL	CROQUIS	
TUBERÍA DE TINACO A MUEBLES AZÓTEA										
1	Tubería de cobre tipo "M" 19 mm	m		2.45	3.48			5.93		
2	Tee de cobre de 19 mm	pza						1.00		
3	Codo de cobre de 90° 19 mm Ø	pza						4.00		
4	Válvula de compuerta	pza						1.00		
TUBERÍA DE TINACO A MUEBLES PLANTA ALTA										
5	Tubería de cobre tipo "M" 19 mm	m		6.16	7.72			13.88		
6	Tubería de cobre tipo "M" 13 mm	m		3.92	1.48			5.40		
7	Codo de cobre de 90° 19 mm Ø	pza						2.00		
8	Codo de cobre de 90° 13 mm Ø	pza						6.00		
9	Tee de cobre de 19 mm planta	pza						2.00		
10	Tee de cobre de 13 mm planta	pza						2.00		
TUBERÍA DE TINACO A MUEBLES PLANTA BAJA										
11	Tubería de cobre tipo "M" 19 mm	m		6.53	4.68			11.21		
12	Tubería de cobre tipo "M" 13 mm	m		5.21	2.25			7.46		
13	Codo de cobre de 90° 19 mm Ø	pza						3.00		
14	Codo de cobre de 90° 13 mm Ø	pza						8.00		
15	Tee de cobre de 19 mm planta	pza						2.00		
16	Tee de cobre de 13 mm planta	pza						6.00		
17	Llave de nariz	pza						1.00		
TOTAL										
G11-1	Tubería de cobre tipo "M" 19 mm	m						31.02		
G11-2	Tee de cobre de 19 mm	pza						5.00		
G11-3	Codo de cobre de 90° 19 mm Ø	pza						9.00		
G11-4	Cople de cobre 19 mm	pza						11.00		
G11-5	Tubería de cobre tipo "M" 13 mm	m						12.86		
G11-6	Tee de cobre de 13 mm planta	pza						8.00		
G11-7	Codo de cobre de 90° 13 mm Ø	pza						14.00		
G11-8	Cople de cobre 13 mm	pza						5.00		
G11-9	Válvula de compuerta	pza						1.00		
G11-10	Llave de nariz	pza						1.00		

OBSERVACIONES:

Vo. Bo.

GENERADOR DE OBRA

PROYECTO		UBICACIÓN		CLAVE		PARTIDA		
Instalaciones sustentables para una casa prototipo				G-01		Tubería de cobre tipo "M" de calentador solar a muebles		
		FECHA						
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	ÁREA	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	NÚMERO DE LADOS	TOTAL
<u>TUBERÍA DE CALENTADOR A MUEBLES AZÓTEA</u>								
1	Tubería de cobre tipo "M" 19 mm	m		4.04	3.25			7.29
2	Codo de cobre de 90° 19 mm Ø	pza						5.00
3	Válvula de compuerta	pza						1.00
<u>TUBERÍA DE CALENTADOR A MUEBLES P.A.</u>								
4	Tubería de cobre tipo "M" 19 mm	m		5.27	7.74			13.01
5	Tee de cobre de 90° 19 mm Ø	pza						2.00
6	Codo de cobre de 90° 19 mm Ø	pza						2.00
7	Tubería de cobre tipo "M" 13 mm	m		3.99	1.9			5.89
8	Tee de cobre de 90° 13 mm Ø	pza						3.00
9	Codo de cobre de 90° 13 mm Ø	pza						7.00
<u>TUBERÍA DE CALENTADOR A MUEBLES P.B.</u>								
10	Tubería de cobre tipo "M" 19 mm	m		6.46	5.35			11.81
11	Tee de cobre de 90° 19 mm Ø	pza						1.00
12	Codo de cobre de 90° 19 mm Ø	pza						3.00
13	Tubería de cobre tipo "M" 13 mm	m		3.3	2.88			6.18
14	Tee de cobre de 90° 13 mm Ø	pza						2.00
15	Codo de cobre de 90° 13 mm Ø	pza						7.00
TOTAL								
G12-1	Tubería de cobre tipo "M" 19 mm	m						32.11
G12-2	Tee de cobre de 19 mm	pza						3.00
G12-3	Codo de cobre de 90° 19 mm Ø	pza						8.00
G12-4	Cople de cobre 19 mm	pza						11.00
G12-5	Tubería de cobre tipo "M" 13 mm	m						12.07
G12-6	Tee de cobre de 13 mm planta	pza						5.00
G12-7	Codo de cobre de 90° 13 mm Ø	pza						14.00
G12-8	Cople de cobre 13 mm	pza						5.00
G12-9	Válvula de compuerta	pza						1.00

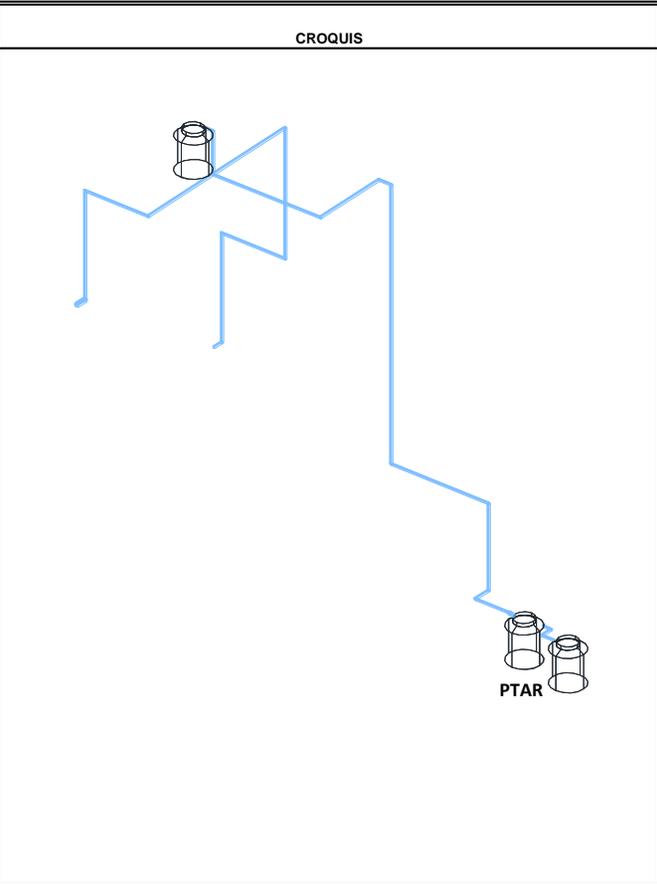


OBSERVACIONES:

Vo. Bo.

GENERADOR DE OBRA

PROYECTO			UBICACIÓN					CLAVE	PARTIDA
Instalaciones sustentables para una casa prototipo								G-13	Tubería de cobre tipo "M" PTAR a tinaco
FECHA									
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	ÁREA	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	NÚMERO DE LADOS	TOTAL	
TUBERIA DE PTAR A TINACO									
1	Tubería de cobre tipo "M" 25 mm	m		9.43	9.61			19.04	
2	Codo de cobre de 90° 25 mm ø	pza						12.00	
TUBERIA DE TINACO A INODOROS AZOTEA									
3	Tubería de cobre tipo "M" 19 mm	m		0.50	0.70			1.20	
4	Codo de cobre de 90° 19 mm ø	pza						2.00	
5	Valvula de compuerta	pza						1.00	
TUBERIA DE TINACO A INODOROS P.A.									
	Tubería de cobre tipo "M" 19 mm	m		5.96	5.39			11.35	
6	Codo de cobre de 90° 19 mm ø	pza						3.00	
7	Tee de cobre 19 mm	pza						2.00	
8	Tubería de cobre tipo "M" 13 mm	m		0.90	0.50			1.40	
9	Codo de cobre de 90° 13 mm ø	pza						4.00	
TUBERIA DE TINACO A INODOROS P.B.									
10	Tubería de cobre tipo "M" 19 mm	m		1.60	2.60			4.20	
11	Codo de cobre de 90° 19 mm ø	pza						2.00	
12	Tubería de cobre tipo "M" 13 mm	m		0.50	0.50			1.00	
13	Codo de cobre de 90° 13 mm ø	pza						3.00	
TOTAL									
G13-1	Tubería de cobre tipo "M" 25 mm	m						19.04	
G13-2	Codo de cobre de 90° 25 mm ø	pza						12.00	
G13-3	Cople de cobre 25 mm	pza						7.00	
G13-4	Tubería de cobre tipo "M" 19 mm	m						16.75	
G13-5	Codo de cobre de 90° 19 mm ø	pza						7.00	
G13-6	Tee de cobre 19 mm	pza						2.00	
G13-7	Cople de cobre 19 mm	pza						6.00	
G13-8	Tubería de cobre tipo "M" 13 mm	m						2.40	
G13-9	Codo de cobre de 90° 13 mm ø	pza						7.00	
G13-10	Cople de cobre 13 mm	pza						1.00	
G13-11	Valvula de compuerta	pza						1.00	



OBSERVACIONES:

Vo. Bo.

GENERADOR DE OBRA

PROYECTO				UBICACIÓN				CLAVE	PARTIDA	
Instalaciones sustentables para una casa prototipo								G-14	Tubería de PVC. Instalación sanitaria	
				FECHA						
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	ÁREA	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	NÚMERO DE LADOS	TOTAL	CROQUIS 	
INSTALACIÓN SANITARIA P.A.										
1	Tubo PVC 100 mm de diámetro	m		6.14	6			12.14		
2	Yee de PVC 100 mm de diámetro	pza						4.00		
3	Tubo PVC 50 mm de diámetro	m		2.85	1.4			4.25		
4	Codo PVC 90° 100 mm de diámetro	pza						6.00		
5	Coladera cespol	pza						4.00		
6	Tubo PVC de 50 mm de ventilación	m		3.10			2.00	6.20		
INSTALACIÓN SANITARIA P.B.										
7	Tubo PVC 100 mm de diámetro	m		17.63	0.50			18.13		
8	Yee de PVC 100 mm de diámetro	pza						3.00		
9	Codo PVC 90° 100 mm de diámetro	pza						5.00		
10	Tubo PVC 50 mm de diámetro	m		5.48				5.48		
11	Coladera cespol	pza						5.00		
12	Tubo PVC de 50 mm de ventilación	m		6.10				6.10		
13	Registro precolado	pza						1.00		
TOTAL										
G14-1	Tubo PVC 100 mm de diámetro	m						30.27		
G14-2	Yee de PVC 100 mm de diámetro	pza						7.00		
G14-3	Cople de PVC 100 mm de diámetro	pza						11.00		
G14-4	Codo PVC 90° 100 mm de diámetro	pza						11.00		
G14-5	Tubo PVC 50 mm de diámetro	m						22.03		
G14-6	Cople de PVC 50 mm de diámetro	pza						8.00		
G14-7	Coladera cespol	pza						9.00		
G14-8	Registro precolado	pza						1.00		

OBSERVACIONES:

Vo. Bo.

GENERADOR DE OBRA

PROYECTO Instalaciones sustentables para una casa prototipo				UBICACIÓN				CLAVE	G-15	PARTIDA	Instalación de muebles y accesorios ahorradores
				FECHA							
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	ÁREA	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	NÚMERO DE LADOS	TOTAL	CROQUIS		
G15-1	Regadera ahorradora	pza						3.00			
G15-2	Llave ahorradora en lavabo	pza						3.00			
G15-3	Llave ahorradora en lavatrastes	pza						1.00			
G15-4	Inodoro ahorrador	pza						3.00			

OBSERVACIONES: _____

Vo. Bo.

GENERADOR DE OBRA

PROYECTO					UBICACIÓN				CLAVE	G-16	PARTIDA	Subcontratos
Instalaciones sustentables para una casa prototipo					FECHA							
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	ÁREA	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	NÚMERO DE LADOS	TOTAL	CROQUIS			
G16-1	Sistema de Captación de Agua Pluvial	Lote						1.00				
G16-2	Planta de tratamiento de Aguas Residuales	Lote						1.00				
G16-3	Calentador solar	Lote						1.00				
G16-4	Paneles solares	Lote						1.00				

OBSERVACIONES:

Vo. Bo.

GENERADOR DE OBRA

PROYECTO					UBICACIÓN			CLAVE	PARTIDA
Instalaciones sustentables para una casa prototipo					FECHA			G-17	Tubería de gas
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	ÁREA	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	NÚMERO DE LADOS	TOTAL	CROQUIS
G17-1	Tubo de cobre tipo "L" 19 mm	m		2.84	8.17			11.01	
G17-2	Tee de cobre 19 mm	pza						1.00	
G17-3	Codo de cobre 19 mm	pza						6.00	
G17-4	Valvula de paso	pza						3.00	
G17-5	Cople de cobre 19 mm	pza						4.00	

OBSERVACIONES:

Vo. Bo.

En la siguiente tabla se muestran las actividades del proyecto, la cuadrilla que realizará dicha actividad, el rendimiento por cuadrilla, el número de cuadrillas que se necesitarán para el proyecto, el rendimiento total, la unidad del rendimiento y la cantidad de Jornada que se llevarán las cuadrillas en terminar la actividad.

En algunas actividades se consideró más de una cuadrilla con la finalidad de mejorar los tiempos de obra. Cabe aclarar que esto no modifica los costos.

Actividad	Cuadrilla	Rendimiento	Cuadrillas	Total	Unidad	Cantidad	Jornada
Desmote de terreno	1	62.50	1.00	62.50	m2/jor	70.00	1.12
Limpieza, trazo y nivelación de terreno	1,11	62.50	1.00	62.50	m2/jor	70.00	1.12
Excavación a mano en terreno seco tipo "A" a una profundidad de 2.01 a 4m	1	1.87	8.00	14.98	m3/jor	192.50	12.85
Relleno y compactación de material producto de la excavación	1	2.5	1.00	2.50	m3/jor	9.07	3.63
Habilitado y armado de acero de refuerzo en piso con varilla del #5 en ambas direcciones @ 14 cm.	6	0.15	2.00	0.30	ton/jor	1.05	3.51
Habilitado y armado de acero de refuerzo en muro con varilla del #2 en ambas direcciones @ 20 cm.	6	0.15	3.00	0.45	ton/jor	0.63	1.41
Suministro e instalación de escalera marina	16	10	1.00	10.00	m/jor	4.00	0.40
Colocación de piso con concreto f'c = 250 kg/cm2 con espesor de 35 cm.	2	3.10	1.00	3.10	m3/jor	11.34	3.66
Colocación de muro de concreto f'c = 250 kg/cm2	2	3.10	2.00	6.20	m3/jor	12.72	2.05
Suministro y colocación de tinaco con capacidad de 450 L	4	3.01	1.00	3.01	pza/jor	2.00	0.66
Suministro e Instalación de Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTA)		1		0.00	Lote/jor	1.00	2.00
Aplanado en muros acabado pulido con mortero cemento-arena proporción 1:5	3	9.01	2.00	18.02	m2/jor	72.00	4.00

Continúa Tabla 36...

Continuación Tabla 36...

Actividad	Cuadrilla	Rendimiento	Cuadrillas	Total	Unidad	Cantidad	Jornada
Traspaleo de material producto de la excavación	1	18	3.00	54.00	m/jor	183.43	3.40
Habilitado y armado de acero de refuerzo en tapa de cisterna con varilla del #3 en ambas direcciones @ 15 cm.	6	0.15	1.00	0.15	ton/jor	0.31	2.05
Colocación de tapa con concreto f'c = 250 kg/cm2 con espesor de 20 cm	2	3.10	1.00	3.10	m3/jor	5.90	1.90
Suministro y colocación de plantilla de concreto f'c=100 kg/cm2	2	20	1.00	20.00	m2/jor	0.24	0.01
Suministro y colocación de tapa de acceso a la cisterna de acero inoxidable	16	10	1.00	10.00	m/jor	3.00	0.30
Instalación de tubería de cobre		1.43	1	1.43		25.53	17.88
Suministro y colocación de tubería de cobre "L" de 19 mm	4	30.03	1.00	30.03	m/jor	11.01	0.37
Suministro e instalación de válvula de paso en tubería de gas	4	50	1.00	50.00	pza/jor	3.00	0.06
Suministro y colocación de codo de cobre de 90° de 13 mm	4	19.12	1.00	19.12	pza/jor	26.00	1.36
Suministro y colocación de cople de cobre a cobre de 13 mm	4	19.12	1.00	19.12	pza/jor	11.00	0.58
Suministro y colocación de Tee de cobre a cobre de 13 mm	4	12.97	1.00	12.97	pza/jor	13.00	1.00
Suministro y colocación de tubería de cobre "M" de 13 mm	4	39.06	1.00	39.06	m/jor	27.33	0.70
Suministro y colocación de codo de cobre de 90° de 19 mm	4	19.12	1.00	19.12	pza/jor	30.00	1.57
Suministro y colocación de cople de cobre a cobre de 19 mm	4	19.12	1.00	19.12	pza/jor	32.00	1.67
Suministro y colocación de Tee de cobre a cobre de 19 mm	4	12.97	1.00	12.97	pza/jor	11.00	0.85
Suministro y colocación de tubería de cobre "M" de 19 mm	4	30.03	1.00	30.03	m/jor	79.88	2.66
Suministro y colocación de codo de cobre de 90° de 25 mm	4	13.61	1.00	13.61	pza/jor	24.00	1.76

Continúa Tabla 36...

Continuación Tabla 36...

Actividad	Cuadrilla	Rendimiento	Cuadrillas	Total	Unidad	Cantidad	Jornada
Suministro y colocación de cople de cobre a cobre de 25 mm	4	13.59	1.00	13.59	pza/jor	23.00	1.69
Suministro y colocación de Tee de cobre a cobre de 25 mm	4	11.06	1.00	11.06	pza/jor	2.00	0.18
Suministro y colocación de tubería de cobre "M" de 25 mm	4	21.01	1.00	21.01	m/jor	62.78	2.99
Suministro y colocación de válvula de compuerta de 25 mm de diámetro	4	9.01	1.00	9.01	pza/jor	4.00	0.44
Conexión de la red de agua pública con cisterna.	4	4	1.00	4.00	sal/jor	1.00	0.25
Suministro e instalación de llave de nariz de bronce	4	20	1.00	20.00	pza/jor	2.00	0.10
Instalación de tubería de PVC		2.51	1	2.51		13.14	5.23
Suministro e instalación de codo de PVC de 90° 10 cm Ø	4	20	1.00	20.00	pza/jor	11.00	0.55
Suministro y colocación de Cople de PVC de 10 cm Ø	4	20	1.00	20.00	pza/jor	11.00	0.55
Suministro y colocación de Yee de PVC de 100 mm de diámetro	4	6.99	1.00	6.99	pza/jor	7.00	1.00
Suministro y colocación de tubería de PVC sanitario 10 cm Ø	4	25	1.00	25.00	m/jor	30.27	1.21
Suministro y colocación de Cople de PVC de 5 cm Ø	4	28.01	1.00	28.01	pza/jor	8.00	0.29
Suministro y colocación de tubería de PVC sanitario 5 cm Ø	4	35	1.00	35.00	m/jor	22.03	0.63
Suministro y colocación de coladera cespel de bote de P.V.C.	4	9.00	1.00	9.00	pza/jor	9.00	1.00
Suministro y colocación de registro tipo arenoso de 40 x 60 cm	4	10.00	1.00	10.00	pza/jor	1.00	0.10
Suministro y colocación de registro precolado de 60 x 40 x 100 cm	3	2.85	1.00	2.85	pza/jor	1.00	0.35
Instalación de Bajada Pluvial		3.52	1	3.52		3.61	1.03
Bajada pluvial con tubo sanitario PVC de 15 cm Ø	4	20.00	1.00	20.00	m/jor	6.70	0.34

Continúa Tabla 36...

Continuación Tabla 36...

Actividad	Cuadrilla	Rendimiento	Cuadrillas	Total	Unidad	Cantidad	Jornada
Codo PVC a 90° de 15 cm de diámetro	4	20.00	1.00	20.00	pza/jor	2.00	0.10
Cople PVC de 15 cm Ø	4	20.00	1.00	20.00	pza/jor	3.00	0.15
Suministro y colocación de tubo sanitario de PVC de 15 cm Ø	14	5	1.00	5.00	m	2.20	0.44
Suministro y colocación de tinaco con capacidad de 1100 L	4	3.00	1.00	3.00	pza/jor	1.00	0.33
Suministro e instalación de tanque estacionario para gas de 120 L	4	1.00	1.00	1.00	pza/jor	1.00	1.00
Suministro e instalación de calentador de paso de 6 L	4	2	1.00	2.00	pza/jor	1.00	0.50
Suministro e instalación de regadera ahorradora	4	6.43	1.00	6.43	pza/jor	3.00	0.47
Suministro e instalación de llave ahorradora	4	4.50	1.00	4.50	pza/jor	3.00	0.67
Suministro e instalación de llave ahorradora en lavatrastos	4	4.50	1.00	4.50	pza/jor	1.00	0.22
Suministro y colocación de inodoro ahorrador con tanque de 4.8 L	4	1	1.00	1.00	pza/jor	3.00	3.00
Suministro e instalación de bomba de 1 HP	4	1	1.00	1.00	sal/jor	2.00	2.00
Suministro y colocación de bomba automática 1/4 HP	4	1	1.00	1.00	sal/jor	1.00	1.00
Suministro e Instalación de Equipo para el Sistema de Captación de Agua Pluvial		1		0.00	Lote/jor	1.00	1.50
Suministro e Instalación de KIT FOTOVOLTAICO		1		0.00	Lote/jor	1.00	2.00
Suministro e Instalación de Calentador Solar (Tubos al vacío) de 150 litros		1		0.00	Lote/jor	1.00	1.00

Tabla 36 - Rendimientos y tiempos de obra

f. Costo directo

En la siguiente tabla se resumen las actividades a costo directo; en el tema “Presupuesto” se desglosan los Precios Unitarios en donde se ve con claridad cómo se obtienen las actividades a costo directo.

COSTO DIRECTO

	Concepto	Unidad	Cantidad	C.D.	Importe
1	Conexión de tubo sanitario de PVC de 15 cm Ø a codo 90°. Incluye solvente, pegamento, mano de obra y herramienta menor.	pza	2.00	\$ 95.26	\$ 190.53
2	Suministro y colocación de cople PVC de 15 cm Ø. Incluye solvente, pegamento, mano de obra y herramienta menor.	pza	3.00	\$ 73.98	\$ 221.94
3	Suministro y colocación de bajada pluvial con tubo sanitario PVC de 3 m por 15 cm Ø. Incluye empotramiento mano de obra y herramienta menor.	m	6.70	\$ 184.55	\$ 1,236.48
4	Desmante de terreno. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m2	70.00	\$ 4.64	\$ 324.98
5	Limpieza, trazo y nivelación de terreno. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m2	70.00	\$ 23.38	\$ 1,636.90
6	Excavación a mano en terreno seco tipo “A” a una profundidad de 2.01 a 4m. Incluye afine, taludes, fondo, mano de obra y herramienta menor.	m3	192.50	\$ 155.17	\$ 29,869.68
7	Relleno y compactación de material producto de la excavación con pisón y agua, en capas de 20 cm. Incluye mano de obra, herramienta menor y acarreo dentro de la obra.	m3	9.07	\$ 122.12	\$ 1,107.89
8	Suministro y colocación de plantilla de concreto f'c=100 kg/cm2 con espesor de 7 cm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m2	0.24	\$ 101.50	\$ 24.36
9	Suministro y colocación de registro tipo arenoso de 40 x 60 cm de plástico reforzado con entrada y salida de efluente de 15 cm Ø y rejilla de plástico reforzado con tapa de concreto polimérico. Incluye conexiones de entrada y salida a tubo sanitario de PVC.	pza	1.00	\$ 2,536.39	\$ 2,536.39
10	Suministro y colocación de tubo sanitario de PVC de 15 cm Ø. Incluye habilitación, mano de obra y herramienta menor.	m	2.20	\$ 262.32	\$ 577.10
11	Traspaleo de material producto de la excavación hasta 2 m. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m3	183.43	\$ 32.24	\$ 5,913.77

Continúa Tabla 37...

Continuación Tabla 37...

	Concepto	Unidad	Cantidad	C.D.	Importe
12	Habilitado y armado de acero de refuerzo en tapa de cisterna con varilla del #4 en ambas direcciones @ 25 cm. Incluye traslapes, ganchos, desperdicios, mano de obra y herramienta menor.	ton	0.31	\$ 4,607.73	\$ 1,418.94
13	Habilitado y armado de acero de refuerzo en muro con varilla del #3 en ambas direcciones @ 25 cm. Incluye traslapes, ganchos, desperdicios, mano de obra y herramienta menor.	ton	0.63	\$ 4,607.73	\$ 2,920.07
14	Colocación de muro de concreto f'c = 250 kg/cm2. Incluye cimbra, curado, vibrado, mano de obra y herramienta menor.	m3	12.72	\$ 3,703.12	\$ 47,103.69
15	Habilitado y armado de acero de refuerzo en piso con varilla del #5 en ambas direcciones @ 14 cm. Incluye traslapes, ganchos, desperdicios, mano de obra y herramienta menor.	ton	1.05	\$ 4,607.73	\$ 4,854.27
16	Colocación de piso con concreto f'c = 250 kg/cm2 con espesor de 35 cm. Incluye cimbra, colado, vibrado, mano de obra y herramienta menor.	m3	11.34	\$ 1,616.70	\$ 18,333.43
17	Conexión de la red de agua pública con cisterna. Incluye mano de obra y herramienta menor.	sal	1.00	\$ 287.29	\$ 287.29
18	Suministro y colocación de tapa de acceso a la cisterna de acero inoxidable de 60 x 60 cm lamina calibre 10. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	3.00	\$ 2,958.21	\$ 8,874.64
19	Suministro e instalación de escalera marina en cuarto de bombas con 2 tubos de fierro galvanizado cédula 40 1 1/4" y escalones con varilla del No. 5 de 40 cm de longitud a cada 30 cm. Incluye anclaje y pintura de esmalte, suministro y colocación.	m	4.00	\$ 263.78	\$ 1,055.11
20	Suministro e instalación de bomba de 1 HP. Incluye conexiones de entra, salida, electroniveles, mano de obra y herramienta menor.	sal	2.00	\$ 2,698.14	\$ 5,396.28
21	Suministro y colocación de tubería de cobre "L" de 19 mm. Incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor.	m	11.01	\$ 134.19	\$ 1,477.48
22	Suministro y colocación de codo de cobre de 90° de 13 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	26.00	\$ 50.72	\$ 1,318.60
23	Suministro y colocación de codo de cobre de 90° de 19 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	30.00	\$ 58.80	\$ 1,764.01
24	Suministro y colocación de codo de cobre de 90° de 25 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	24.00	\$ 167.72	\$ 4,025.31

Continúa Tabla 37...

Continuación Tabla 37...

	Concepto	Unidad	Cantidad	C.D.	Importe
25	Suministro y colocación de cople de cobre a cobre de 13 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	11.00	\$ 50.09	\$ 550.94
26	Suministro y colocación de cople de cobre a cobre de 19 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	32.00	\$ 56.70	\$ 1,814.41
27	Suministro y colocación de cople de cobre a cobre de 25 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	23.00	\$ 86.96	\$ 2,000.04
28	Suministro y colocación de Tee de cobre a cobre de 13 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	13.00	\$ 83.29	\$ 1,082.81
29	Suministro y colocación de Tee de cobre a cobre de 19 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	11.00	\$ 101.67	\$ 1,118.35
30	Suministro y colocación de Tee de cobre a cobre de 25 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	2.00	\$ 184.07	\$ 368.14
31	Suministro y colocación de tinaco con capacidad de 1100 L. Incluye conexiones de entrada y salida, mano de obra y herramienta menor	pza	1.00	\$ 1,872.71	\$ 1,872.71
32	Suministro e instalación de llave de nariz de bronce. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	2.00	\$ 113.66	\$ 227.31
33	Suministro e instalación de regadera ahorradora. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	3.00	\$ 1,324.91	\$ 3,974.72
34	Suministro e instalación de llave ahorradora en lavabo. Incluye manerales, mano de obra y herramienta menor.	pza	3.00	\$ 1,885.48	\$ 5,656.43
35	Suministro e instalación de llave ahorradora en lavatrastos. Incluye manerales, mano de obra y herramienta menor.	pza	1.00	\$ 5,263.48	\$ 5,263.48
36	Suministro e Instalación de Equipo para el Sistema de Captación de Agua Pluvial (SCAP) incluye Tanques de arena y carbón activado, Generador de ozono, Clorador, Luz ultravioleta, Mano de Obra y Herramienta.	Lote	1.00	\$ 98,265.80	\$ 98,265.80
37	Suministro y colocación de inodoro ahorrador con tanque de 4.8 L. Incluye pijas, cuello de cera, mano de obra y herramienta menor.	pza	3.00	\$ 2,881.14	\$ 8,643.43
38	Suministro y colocación de coladera cespól de bote de P.V.C. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	9.00	\$ 124.24	\$ 1,118.14
39	Suministro y colocación de tubería de PVC sanitario 10 cm Ø. Incluye mano de obra y herramienta menor	m	30.27	\$ 83.18	\$ 2,518.01
40	Suministro y colocación de tubería de PVC sanitario 5 cm Ø. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m	22.03	\$ 41.35	\$ 910.95
41	Suministro e instalación de codo de PVC de 90° 10 cm Ø. Incluye cemento, mano de obra y herramienta menor.	pza	11.00	\$ 69.87	\$ 768.55

Continúa Tabla 37...

Continuación Tabla 37...

	Concepto	Unidad	Cantidad	C.D.	Importe
42	Suministro y colocación de Cople de PVC de 10 cm Ø. Incluye mano de obra y herramienta menor	pza	11.00	\$ 60.69	\$ 667.58
43	Suministro y colocación de Cople de PVC de 5 cm Ø. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	8.00	\$ 43.86	\$ 350.90
44	Suministro y colocación de bomba automática 1/4 HP, Incluye conexiones de entrada, salida, mano de obra y herramienta menor.	sal	1.00	\$ 1,823.14	\$ 1,823.14
45	Suministro e Instalación de Plata de Tratamiento de Agua Residual (PTA) con capacidad de flujo de 0.5 m3 al día, con 1.4 m de diámetro por 1.8 m de altura, incluye mano de Obra, herramienta y todo para su correcta instalación.	Lote	1.00	\$ 115,654.50	\$ 115,654.50
46	Suministro e instalación de tanque estacionario para gas de 120 litros de capacidad con regulador. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	1.00	\$ 3,432.14	\$ 3,432.14
47	Suministro e Instalación de Calentador Solar (Tubos al vacío) de 200 litros de capacidad; incluye calentador solar, válvula anti congelamiento, válvula termostática, Mano de Obra, Herramienta y Todo para su correcta instalación.	Lote	1.00	\$ 16,500.00	\$ 16,500.00
48	Suministro e Instalación de KIT FOTOVOLTAICO PARA INTERCONEXIÓN DE 2.8kWp (panel 240), incluye estructura, inversor, cable, controlador de carga, colectores, sistemas de montaje, Mano de Obra, Herramienta y Todo para su correcta instalación.	Lote	1.00	\$ 102,648.18	\$ 102,648.18
49	Colocación de tapa con concreto f'c = 250 kg/cm2 con espesor de 20 cm. Incluye cimbra, colado, vibrado, mano de obra y herramienta menor.	m3	5.90	\$ 2,699.29	\$ 15,917.16
50	Suministro y colocación de tubería de cobre "M" de 13 mm. Incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor.	m	27.33	\$ 86.36	\$ 2,360.27
51	Suministro y colocación de tubería de cobre "M" de 19 mm. Incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor.	m	79.88	\$ 134.19	\$ 10,719.47
52	Suministro y colocación de tubería de cobre "M" de 25 mm. Incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor.	m	62.78	\$ 218.48	\$ 13,715.97
53	Suministro y colocación de válvula de compuerta de 25 mm de diámetro. Incluye mano de obra, herramienta menor y empaques.	pza	4.00	\$ 215.14	\$ 860.56

Continúa Tabla 37...

Continuación Tabla 37...

	Concepto	Unidad	Cantidad	C.D.	Importe
54	Suministro y colocación de registro precolado de 60 x 40 x 100 cm. Incluye mano de obra, herramienta menor, conexiones de entra y salida.	pza	1.00	\$ 10,788.50	\$ 10,788.50
55	Suministro y colocación de Yee de PVC de 100 mm de diámetro. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	7.00	\$ 126.28	\$ 883.99
56	Suministro e instalación de válvula de paso en tubería de gas. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	3.00	\$ 71.06	\$ 213.19
57	Suministro y colocación de tinaco con capacidad de 450 L. Incluye conexiones de entrada y salida, mano de obra y herramienta menor.	pza	2.00	\$ 1,276.82	\$ 2,553.65
58	Aplanado en muros acabado pulido con mortero cemento-arena proporción 1:5, con espesor de 0.01 m. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m2	72.00	\$ 1,668.15	\$ 120,106.46
59	Suministro e instalación de calentador de paso de 6 L. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	1.00	\$ 2,720.57	\$ 2,720.57
			Total a Costo Directo		\$ 700,539.57

Tabla 37 - Resumen de costos directos

g. Costo indirecto

Para calcular los porcentajes de costos indirectos, se realizó un análisis de gastos por administración central, administración en obra y financiamiento.

g.1 Análisis de administración central

Honorarios, sueldos y prestaciones

Concepto	Mensual	Anual
Coordinador (Ing. Civil) x2	\$ 16,010.04	\$ 192,120.47
Secretaria	\$ 9,969.28	\$ 119,631.35
Vendedor	\$ 11,334.33	\$ 136,012.01
Abogado	\$ 3,000.00	\$ 36,000.00
Contador	\$ 2,500.00	\$ 30,000.00
Total =	\$ 42,813.65	\$ 513,763.83

Depreciaciones, mantenimiento y rentas

Concepto	Mensual	Anual
Renta Oficina	\$ 6,000.00	\$ 72,000.00
Computadoras (x2)	\$ 666.67	\$ 8,000.00
Impresora	\$ 69.44	\$ 833.33
Fax	\$ 36.46	\$ 437.50
Paneles solares (2kWp)	\$ 1,333.33	\$ 16,000.00
Teléfono, aparato, (x2)	\$ 8.33	\$ 100.00
Mobiliario	\$ 250.00	\$ 3,000.00
Mantenimiento	\$ 450.00	\$ 5,400.00
Camioneta	\$ 1,666.67	\$ 20,000.00
Total=	\$ 10,480.90	\$ 125,770.83

Servicios

Concepto	Mensual	Anual
Afiliación CMIC	\$ 1,000.00	\$ 12,000.00
Laboratorios	\$ 500.00	\$ 6,000.00
Asesores	\$ 200.00	\$ 2,400.00
Total=	\$ 1,700.00	\$ 20,400.00

Gastos de oficina

Concepto	Mensual	Anual
Artículos de limpieza	\$ 150.00	\$ 1,800.00
Teléfono e internet	\$ 480.00	\$ 5,760.00
Agua	\$ 135.00	\$ 1,620.00
Energía eléctrica	\$ 45.00	\$ 540.00
Tóner	\$ 100.00	\$ 1,200.00
Comidas para oficina	\$ 300.00	\$ 3,600.00
Caja chica y papelería	\$ 500.00	\$ 6,000.00
Total=	\$ 1,710.00	\$ 20,520.00

Capacitación y adiestramiento

Concepto	Mensual	Anual
Cursos, seminarios y congresos	\$ 700.00	\$ 8,400.00
Material auxiliar	\$ 150.00	\$ 1,800.00
Total=	\$ 850.00	\$ 10,200.00

Seguridad e higiene

Concepto	Mensual	Anual
Equipo de seguridad	\$ 500.00	\$ 6,000.00
Botiquines	\$ 60.00	\$ 720.00
Extintores	\$ 60.00	\$ 720.00
Señalamientos	\$ 20.00	\$ 240.00
Total=	\$ 640.00	\$ 7,680.00

	TOTAL	
	Mensual	Anual
Honorarios, sueldos	\$ 42,813.65	\$ 513,763.83
Depreciaciones	\$ 10,480.90	\$ 125,770.83
Servicios	\$ 1,700.00	\$ 20,400.00
Gastos de oficina	\$ 1,710.00	\$ 20,520.00
Capacitación	\$ 850.00	\$ 10,200.00
Seguridad e higiene	\$ 640.00	\$ 7,680.00
TOTAL =	\$ 58,194.56	\$ 698,334.66

Realizando un análisis de ingresos anual a costo directo, en donde se incluye este proyecto como Obra 1 y de forma aleatoria en lo económico las siguientes once obras:

Obra 1	\$ 700,539.57
Obra 2	\$ 1,387,000.00
Obra 3	\$ 934,400.00
Obra 4	\$ 1,394,300.00
Obra 5	\$ 197,100.00
Obra 6	\$ 1,365,100.00
Obra 7	\$ 598,600.00
Obra 8	\$ 1,146,100.00
Obra 9	\$ 1,445,400.00
Obra 10	\$ 281,491.69
Obra 11	\$ 455,420.64
Obra 12	\$ 234,610.63
Total =	\$10,140,062.53

Obteniendo el porcentaje de Administración Central

$$\% \text{ Administración Central} = \frac{\text{Total de Administración Central}}{\text{Ingresos Anuales a Costo Directo}}$$

$$\% \text{ Administración Central} = \frac{\$ 698,334.66}{\$ 10,140,062.53}$$

$$\% \text{ Administración Central} = 6.89 \%$$

g.2 Administración en obra

Realizando el análisis de los gastos para la administración en obra de este proyecto tenemos:

Honorarios, sueldos y prestaciones

Concepto	Mensual	Anual
Pasante (Ing. Civil)	\$ 10,204.63	\$ 122,455.60
Total=	\$ 10,204.63	\$ 122,455.60

Depreciaciones, mantenimiento y rentas

Concepto	Mensual	Anual
Oficina móvil	\$ 3,333.00	\$ 39,996.00
Computadora	\$ 357.77	\$ 4,293.19
Impresora	\$ 36.46	\$ 437.50
Mobiliario	\$ 50.00	\$ 600.00
Mantenimiento	\$ 250.00	\$ 3,000.00
Total=	\$ 4,027.22	\$ 48,326.69

Gastos de oficina

Concepto	Mensual	Anual
Artículos de limpieza	\$ 30.00	\$ 360.00
Teléfono e internet	\$ 150.00	\$ 1,800.00
Agua	\$ 30.00	\$ 360.00
Energía eléctrica	\$ 45.00	\$ 540.00
Tóner	\$ 75.00	\$ 900.00
Comidas para oficina	\$ 100.00	\$ 1,200.00
Caja chica y papelería	\$ 300.00	\$ 3,600.00
Total=	\$ 730.00	\$ 8,760.00

TOTAL

	Mensual	Anual
Honorarios, sueldos	\$ 10,204.63	\$ 122,455.60
Depreciaciones	\$ 4,027.22	\$ 48,326.69
Gastos de oficina	\$ 730.00	\$ 8,760.00
TOTAL =	\$ 14,961.86	\$ 179,542.29

Dado que la obra durará dos meses, los egresos por administración de obra serán los siguientes:

Meses	1	2
C.I. Administración en obra	\$ 14,961.86	\$ 29,923.72

Obteniendo el porcentaje de Administración en Obra:

$$\% \text{ Administración en Obra} = \frac{\text{Egreso por Admon de obra}}{\text{Costo directo de proyecto}}$$

$$\% \text{ Administración en Obra} = \frac{\$ 29,923.72}{\$ 700,539.57}$$

$$\% \text{ Administración en Obra} = 4.3 \%$$

g.3 Fianzas y seguros

Por tratarse de una empresa pequeña y en sus inicios, el porcentaje fianzas y seguros será del 1% ya que no se cuenta con una gran cantidad de bienes que asegurar. Además, debido a que no se trata de una obra pública no se requiere de otro tipo de fianzas y el seguro es mínimo ya que se asegura únicamente herramienta y equipo menor.

g.4 Imprevistos

Debido a que se trata de una obra fácil de realizar el porcentaje de imprevistos será de 3.5%. Considerando que no se tiene aún la experiencia de obras previas, el porcentaje es el antes mencionado; sin embargo, en un futuro dicho porcentaje podrá disminuir.

En la siguiente tabla se resumen los costos indirectos

COSTO INDIRECTO	
ADMINISTRACIÓN CENTRAL	6.89 %
ADMINISTRACIÓN DE OBRA	4.30 %
FIANZAS Y SEGUROS	1.00 %
IMPREVISTOS	3.50 %
PORCENTAJE COSTO INDIRECTO	11.43 %

Tabla 38 - Porcentajes de costos indirectos

h. Presupuesto

Para realizar el presupuesto necesitamos determinar los precios unitarios, los cuales tienen un cargo fijo en porcentaje por Financiamiento, Utilidad y Cargos Adicionales. Mismos que son calculados a partir de una corrida financiera a costo directo.

h.1 Financiamiento

El financiamiento se calcula por mes, tomando en cuenta un anticipo del 30%, un único pago al terminar el proyecto y una tasa de CETES a 4.30% a 28 días tomada en el mes de octubre de 2012.

Para iniciar el cálculo se propone un porcentaje de financiamiento y se realizan iteraciones hasta obtener el mismo porcentaje:

PRESUPUESTO		
COSTO DIRECTO		\$ 700,539.57
COSTO INDIRECTO	11.43%	\$ 80,068.89
CD + CI		\$ 780,608.46
FINANCIAMIENTO	1.8%	\$ 14,050.95
CD+ CI+ CF		\$ 794,659.42
UTILIDAD	13%	\$ 105,954.59
CD+ CI+ CF + U		\$ 900,614.00
CARGOS ADICIONALES	0.5%	\$ 4,503.07
PRECIO DE VENTA		\$ 905,117.07

Realizando la corrida:

			Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3
	C.D.	Por Periodo		\$ 211,468.67	\$ 489,070.91	
		Acumulado		\$ 211,468.67	\$ 700,539.57	
11.43%	C.I.	Por Período		\$ 24,170.03	\$ 55,898.86	
		Acumulado		\$ 24,170.03	\$ 80,068.89	
	Egresos = CD + CI	Por período		\$ 235,638.69	\$ 544,969.77	
		Acumulado		\$ 235,638.69	\$ 780,608.46	

Anticipo= 30% \$ 271,535.12

INGRESOS

Por período CD+CI	\$ 271,535.12	\$	-	\$ 235,638.69	\$ 544,969.77
Financiamiento				\$ 4,241.50	\$ 9,809.46
CD+CI+Fin				\$ 239,880.19	\$ 554,779.22
Utilidad				\$ 31,984.03	\$ 73,970.56
CD+ CI+ CF + U				\$ 271,864.22	\$ 628,749.79
Cargos adicionales				\$ 1,359.32	\$ 3,143.75
Por período	\$ 271,535.12	\$	-	\$ 273,223.54	\$ 631,893.54
Amortización				\$ 81,967.06	\$ 189,568.06
Período real	\$ 271,535.12	\$	-	\$ 191,256.48	\$ 442,325.48
Acumulado	\$ 271,535.12	\$ 271,535.12	\$ 462,791.60	\$ 905,117.07	

I-E (Acumulados) \$ 271,535.12 \$ 35,896.43 -\$ 317,816.86 \$ 905,117.07

4.30%

Intereses (E-I)	\$	-	\$	-	-\$ 13,666.13	\$	-
Acumulados	\$	-	\$	-	-\$ 13,666.13	-\$	13,666.13

Interés acumulado \$ 13,666.13

CD+CI(acumulado) \$ 780,608.46

Financiamiento 1.75%

h.2 Utilidad

Para obtener la Utilidad Bruta se considera un ISR de 30% (Ver Anexo B), y el reparto de utilidades como 10%.

Obteniendo la Utilidad Bruta con la siguiente fórmula⁶⁸:

$$Utilidad Bruta = \frac{Utilidad neta}{1 - (ISR + PTU)}$$

Para este proyecto se desea obtener una utilidad neta de 8%.

$$Utilidad Bruta = \frac{8\%}{1 - (30\% + 10\%)}$$

$$Utilidad Bruta = 13.33\%$$

h.3 Cargos adicionales

Con base en el artículo 191 “Inspección y Vigilancia” de la Ley Federal de Derechos (Anexo C) se colocará un cargo adicional de 0.5 y este porcentaje se verá afectado por el costo directo del proyecto.

h.4 Precios unitarios

A continuación se presentan el análisis de precios unitarios, los cuales pueden servir si en un futuro se requieren y sólo se tendrán que actualizar costos de materiales, mano de obra y equipo.

Los cálculos se presentarán de la siguiente forma:

- Costo-horario
- Análisis de básicos
- Precios unitarios

Máquina: revolvedora de un saco		Marca: Honda		Modelo:	
DATOS GENERALES					
Cotización:	\$ 16,500.00				
Precio de adquisición:	\$ 14,347.83	Vida económica:	6000		
Precio de neumáticos:	\$ -	Horas por año (Hea):	2000		
Piezas de desgaste rápido:	\$ -	Vida de los neumáticos:	0		
		Vida piezas de desgaste:	0		
% de rescate:	10				
Tasa de interés (i):	6	Motor (combustible = gasolir	13		
Prima de seguros (s):	3.5				
		Capacidad del cárter (V):	2.5		
Factor de operación (op):	0.75	Tiempo entre cambios (t):	100		
Factor de mantenimiento:	0.8	Precio del combustible:	10.84		
Rendimiento del operador:	0.75	Precio del lubricante:	180		
I.- CARGOS FIJOS					
Vm=	\$ 14,347.83	Ve=	12000000		
Vr=	1434.78261	2Hea=	4000		
I.1.- Depreciación	$D = Vm - Vr =$			=	0.00107609
	$\frac{Ve}{2Hea}$				
I.2.- Inversión	$Im = Vm + Vr i =$			=	0.23673913
	$\frac{2Hea}{2Hea}$				
I.3.- Seguros	$Sm = Vm + Vr s =$			=	0.13809783
	$\frac{2Hea}{2Hea}$				
I.3.- Mantenimiento	$Mn = Ko * D$			=	0.00086087
		Cargos Fijos =	0.37677391	[\$/hr]	
II.- CARGOS POR CONSUMO					
II.1.- Combustible	$Co = Gh * Pc =$	0.9 * 6.09		=	5.481
	Diesel	$Gh = 0.20 \text{ It} * \text{HP} * \text{op} =$	0.20 * 5 * 0.75	=	0
	Gasolina	$Gh = 0.24 \text{ It} * \text{HP} * \text{op} =$	0.24 * 5 * 0.75	=	0.9
II.2.- Lubricante	$Lb = (Ah+Ga)Pa =$	(0.013125+0.02) * 25		=	7.38
	HP < 100	$Ah = 0.0030 \text{ x HP o.p} =$	0.0030 * 8 * 0.75	=	0.021
	HP > 100	$Ah = 0.0035 \text{ x HP o.p} =$	0.0035 * 8 * 0.75	=	0
	$Ga = vT$	2 / 100		=	0.02
II.3.- Neumáticos	$N = Pn / Vn$			=	0
		$fn = f1 * f2 * f3 * [(D * f4 + T * f4) / (D + T)] * f5 * (f6 + f7 / 2) * f8 =$			
D =	f1 =	f3 =	f5 =	f7 =	
T =	f2 =	f4 =	f6 =	f8 =	
II.4.- Pz Desgaste	$Ae = Pa / Va =$			=	0
II.5.- Otras fuentes	$Ec = N * Em * Pe =$			=	0
	Mot. Eléctrico	$Ec = 0.953 \text{ HP Pe} =$			
		Cargos Por Consumo =	12.861	[\$/hr]	
III.- CARGOS POR OPERACIÓN					
III.1.- Operación	$Po = Sr / Ht$	265.277 / (8 * 0.75)		=	69.6601157
	Sr =	417.961	Ht= 8 * 0.75		
		Cargos Por Operación =	69.6601157	[\$/hr]	
		COSTO HORARIO =	82.90	[\$/hr]	

Máquina: Vibrador de concreto		Marca: Fuji		Modelo: FV38	
DATOS GENERALES					
Cotización:	\$ 7,800.00				
Precio de adquisición:	\$ 6,782.61	Vida económica:		3	
Precio de neumáticos:	\$ -	Horas por año (Hea):		2000	
Piezas de desgaste rápido:	\$ -	Vida de los neumáticos:		0	
		Vida piezas de desgaste:		0	
% de rescate:	10				
Tasa de interes (i):	6	Motor (combustible = gasol)		5	
Prima de seguros (s):	3.5				
		Capacidad del cárter (V):		2	
Factor de operación (op):	0.75	Tiempo entre cambios (t):		100	
Factor de mantenimiento:	0.8	Precio del combustible:		6.09	
Rendimiento del operador	0.75	Precio del lubricante:		25	
I.- CARGOS FIJOS					
Vm=	\$ 6,782.61	Ve=		6000	
Vr=	678.26087	2Hea=		4000	
I.1.- Depreciación	$D = \frac{Vm - Vr}{Ve}$		=		1.0174
I.2.- Inversión	$Im = \frac{Vm + Vr \cdot i}{2Hea}$		=		0.1119
I.3.- Seguros	$Sm = \frac{Vm + Vr \cdot s}{2Hea}$		=		0.0653
I.3.- Mantenimiento	$Mn = Ko \cdot D$		=		0.8139
				Cargos Fijos =	2.0085 [\$/hr]
II.- CARGOS POR CONSUMO					
II.1.- Combustible	$Co = Gh \cdot Pc$		=	0.9 \cdot 6.09	5.4810
	Diesel	$Gh = 0.20 \text{ lt} \cdot \text{HP} \cdot \text{op}$	=	0.20 \cdot 5 \cdot 0.75	0
	Gasolina	$Gh = 0.24 \text{ lt} \cdot \text{HP} \cdot \text{op}$	=	0.24 \cdot 5 \cdot 0.75	0.9
II.2.- Lubricante	$Lb = (Ah+Ga)Pa$		=	(0.013125+0.02) \cdot 25	0.8281
	HP < 100	$Ah = 0.0030 \cdot \text{HP} \cdot \text{o.p}$	=	0.0030 \cdot 5 \cdot 0.75	0.0131
	HP > 100	$Ah = 0.0035 \cdot \text{HP} \cdot \text{o.p}$	=	0.0035 \cdot 5 \cdot 0.75	0.0000
		$Ga = v/T$	=	2 / 100	0.0200
II.3.- Neumáticos	$N = Pn / Vn$		=		0
	$f_n = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot [(D \cdot f_4 + T \cdot f_4) / (D + T)] \cdot f_5 \cdot (f_6 + f_7 / 2) \cdot f_8$				
D =	f1 =	f3 =	f5 =	f7 =	
T =	f2 =	f4 =	f6 =	f8 =	
II.4.- Pz Desgaste	$Ae = Pa / Va$		=		0
II.5.- Otras fuentes	$Ec = N \cdot Em \cdot Pe$		=		0
	Mot. Eléctric	$Ec = 0.953 \text{ HP} \cdot Pe$	=		
				Cargos Por Consumo =	6.3091 [\$/hr]
III.- CARGOS POR OPERACIÓN					
II.1.- Operación	$Po = Sr / Ht$		=	265.277 / (8 \cdot 0.75)	69.660
	Sr =	417.961		Ht= 8 \cdot 0.75	
				Cargos Por Operación =	69.6601157 [\$/hr]
				COSTO HORARIO =	77.98 [\$/hr]

ANÁLISIS DE BÁSICO (B-01)

Concepto:						Unidad:	
Elaboración de Concreto f'c=100 kg/cm2 con revenimiento de 7.5 cm con agregado mayor de 3/4", elaborado en obra. Incluye materiales, mano de obra y equipo						m3	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Cemento tipo V	ton	0.2513	\$ 2,180.00	\$ 547.88	54%
		Arena	m3	0.3645	\$ 198.33	\$ 72.30	7%
		Grava	m3	0.6592	\$ 178.33	\$ 117.56	12%
		Agua	m3	0.2112	\$ 28.00	\$ 5.91	1%
		Aditivo impermeabilizante integral	kg	10.354	\$ 22.61	\$ 234.07	23%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 977.72
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	13	Incluye Ayudantes y Cabo de ayudantes	\$/jor	0.05	\$ 803.34	\$ 40.17	4%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 40.17
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Revolvedora	m3	0.05	\$ 82.90	\$ 4.14	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 4.14
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq.=						\$ 1,022.03	100%

ANÁLISIS DE BÁSICO (B-02)

Concepto:						Unidad:	
Elaboración de Concreto f'c=250 kg/cm2 con revenimiento de 5 cm con agregado mayor de 3/4", elaborado en obra. Incluye materiales, mano de obra y equipo						m3	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Cemento tipo V	ton	0.2878	\$ 2,180.00	\$ 627.39	55%
		Arena	m3	0.3563	\$ 198.33	\$ 70.67	6%
		Grava	m3	0.6592	\$ 178.33	\$ 117.56	10%
		Agua	m3	0.1957	\$ 28.00	\$ 5.48	0%
		Aditivo impermeabilizante integral	kg	11.857	\$ 22.61	\$ 268.04	24%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 1,089.14	96.1%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	13	Incluye Ayudantes y Cabo de ayudantes	\$/jor	0.05	\$ 803.34	\$ 40.17	4%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 40.17	4%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Revolvedora	m3	0.05	\$ 82.90	\$ 4.14	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 4.14	0%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq.=						\$ 1,133.45	100%

ANÁLISIS DE BÁSICO (B-03)

Concepto:							Unidad:	
Elaboración de mortero cemento-arena 1:5							m3	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%	
MATERIALES		Cemento	ton	0.3914	\$ 2,180.00	\$ 853.25	58%	
		Arena	m3	1.1845	\$ 198.33	\$ 234.93	16%	
		Agua	m3	0.2833	\$ 28.00	\$ 7.93	1%	
		Aditivo impermeabilizante integral	kg	16.1257	\$ 22.61	\$ 364.54	25%	
						\$ -	0%	
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 1,460.65	99.1%	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%	
MANO DE OBRA	13	Incluye Ayudantes y Cabo de ayudantes	\$/jor	0.05	\$ 260.81	\$ 13.04	1%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 13.04	1%	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%	
EQUIPO		Revolvedora	m3	0.05	\$ 82.90	\$ 0.04	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 0.04	0%	
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq.=						\$ 1,473.73	100%	

ANÁLISIS DE BASICO (B-04)

Concepto:					Unidad:
Elaboración de cimbra para cisterna. Incluye cimbrado, descimbrado, mano de obra y herramienta menor.					m2

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Madera de pino	pt	6.30	\$ 15.00	\$ 94.50	42%
		Clavo de 2 1/2" a 3 1/2"	kg	0.30	\$ 15.00	\$ 4.50	2%
		Alambre recocido No. 18	kg	0.20	\$ 19.08	\$ 3.82	2%
		Desmoldante	l	0.50	\$ 48.37	\$ 24.19	11%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 127.00	57.0%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	15	Incluye Carpintero de obra negra, ayudante y cabo de oficios	\$/jor	0.137	\$ 678.20	\$ 92.90	42%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 92.90	42%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 92.90	\$ 2.79	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 2.79	1%

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
Concepto:							Unidad:
Suministro y colocación de codo PVC a 90° de 15 cm de diámetro. Incluye solvente, pegamento, mano de obra y herramienta menor							pza
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Estopa	kg	0.060	\$ 58.00	\$ 3.48	4%
		Lija 25 mm de ancho	m	0.100	\$ 18.00	\$ 1.80	2%
		Codo PVC 90° de 15 cm	pza	1.050	\$ 34.00	\$ 35.70	37%
		Limpiador PVC	l	0.021	\$ 251.20	\$ 5.17	5%
		Cemento para unir tubería de PVC	lata	0.064	\$ 139.00	\$ 8.95	9%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 55.11	57.8%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.05	\$ 779.75	\$ 38.99	41%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 38.99	41%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 38.99	\$ 1.17	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.17	1%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 95.26	100%
					% Indirectos=	11.4%	\$ 10.89
					Subtotal 1=		\$ 106.15
					% Financiamiento=	1.8%	\$ 1.91
					Subtotal 2=		\$ 108.06
					% Cargos Utilidad=	13.3%	\$ 14.41
					PRECIO UNITARIO=		\$ 122.47
					% Cargos Adicionales=	0.5%	\$ 0.61
					Total=		\$ 123.08

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro y colocación de cople PVC de 15 cm Ø. Incluye solvente, pegamento, mano de obra y herramienta menor						pza	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Cople PVC sanitario 15 cm Ø	pza	1.0500	\$ 15.50	\$ 16.28	22%
		Limpidiador de PVC	l	0.0206	\$ 251.20	\$ 5.17	7%
		Cemento para unir tubería de PVC	lata	0.0644	\$ 157.90	\$ 10.17	14%
		Estopa	kg	0.0070	\$ 58.00	\$ 0.41	1%
		Lija 25 mm ancho	m	0.1000	\$ 18.00	\$ 1.80	2%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 33.82
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.05	\$ 779.75	\$ 38.99	53%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 38.99
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 38.99	\$ 1.17	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.17
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 73.98	100%
% Indirectos= 11.4%						\$ 8.46	
Subtotal 1=						\$ 82.44	
% Financiamiento= 1.8%						\$ 1.48	
Subtotal 2=						\$ 83.92	
% Cargos Utilidad= 13.3%						\$ 11.19	
PRECIO UNITARIO=						\$ 95.11	
% Cargos Adicionales= 0.5%						\$ 0.48	
Total=						\$ 95.59	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro y colocación de bajada pluvial con tubo sanitario PVC de 15 cm Ø . Incluye empotramiento mano de obra y herramienta menor						m	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Tubo sanitario de PVC de 15 cm Ø	m	1.05	\$ 98.52	\$ 103.44	56%
		Abrazadera regulable de 16 cm Ø, para empotramiento	pza	1.05	\$ 39.00	\$ 40.95	22%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 144.39
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.05	\$ 779.75	\$ 38.99	21%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 38.99
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 38.99	\$ 1.17	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.17
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 184.55	100%
% Indirectos=					11.4%	\$ 21.09	
Subtotal 1=						\$ 205.64	
% Financiamiento=					1.8%	\$ 3.70	
Subtotal 2=						\$ 209.34	
% Cargos Utilidad=					13.3%	\$ 27.91	
PRECIO UNITARIO=						\$ 237.26	
% Cargos Adicionales=					0.5%	\$ 1.19	
Total=						\$ 238.44	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Desmonte de terreno. Incluye mano de obra y herramienta menor						m2	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ -
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	1	Incluye Ayudante y Cabo de ayudantes.	\$/jor	0.016	\$ 281.71	\$ 4.51	97%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 4.51
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 4.51	\$ 0.14	3%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 0.14
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 4.64	100%
% Indirectos= 11.4%						\$ 0.53	
Subtotal 1=						\$ 5.17	
% Financiamiento= 1.8%						\$ 0.09	
Subtotal 2=						\$ 5.27	
% Cargos Utilidad= 13.3%						\$ 0.70	
PRECIO UNITARIO=						\$ 5.97	
% Cargos Adicionales= 0.5%						\$ 0.03	
Total=						\$ 6.00	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:							Unidad:
Limpieza, trazo y nivelación de terreno. Incluye mano de obra y herramienta menor							m2
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Hilo	m	4.2000	\$ 1.20	\$ 5.04	22%
		Estacas	pt	0.0368	\$ 14.90	\$ 0.55	2%
		Cal	kg	1.0300	\$ 0.56	\$ 0.57	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 6.16	26.3%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	1	Incluye Ayudante y Cabo de ayudantes.	\$/jor	0.016	\$ 281.71	\$ 4.51	19%
	11	Incluye cadenero, cabo de oficios y auxiliar de topógrafo.	\$/jor	0.016	\$ 763.42	\$ 12.21	52%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 16.72	72%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 16.72	\$ 0.50	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 0.50	2%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 23.38	100%
% Indirectos=						11.4%	\$ 2.67
Subtotal 1=						\$ 26.06	
% Financiamiento=						1.8%	\$ 0.47
Subtotal 2=						\$ 26.53	
% Cargos Utilidad=						13.3%	\$ 3.54
PRECIO UNITARIO=						\$ 30.06	
% Cargos Adicionales=						0.5%	\$ 0.15
Total=						\$ 30.21	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Excavación a mano en terrano seco tipo A a una profundidad de 2.01 a 4m. Incluye afine, taludes, fondo, mano de obra y herramienta menor						m3	
MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ -
MANO DE OBRA	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
	1	Incluye Ayudante y Cabo de ayudantes.	\$/jor	0.53476	\$ 281.71	\$ 150.65	97%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 150.65
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
		Herramienta menor	%	3	\$ 150.65	\$ 4.52	3%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 4.52
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 155.17	100%
% Indirectos= 11.4%						\$ 17.73	
Subtotal 1=						\$ 172.90	
% Financiamiento= 1.8%						\$ 3.11	
Subtotal 2=						\$ 176.01	
% Cargos Utilidad= 13.3%						\$ 23.47	
PRECIO UNITARIO=						\$ 199.48	
% Cargos Adicionales= 0.5%						\$ 1.00	
Total=						\$ 200.48	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
Relleno y compactación de material producto de la excavación con pisón y agua, en capas de 20 cm. Incluye mano de obra, herramienta menor y acarreo dentro de la obra.		m3

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Agua	m3	0.22	\$ 28.00	\$ 6.06	5%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 6.06	5.0%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	1	Incluye Ayudante y Cabo de ayudantes.	\$/jor	0.4	\$ 281.71	\$ 112.68	92%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 112.68	92%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 112.68	\$ 3.38	3%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 3.38	3%

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 122.12	100%
---	--	--	--	--	--	------------------	-------------

% Indirectos=					11.4%	\$ 13.96
Subtotal 1=						\$ 136.08
% Financiamiento=					1.8%	\$ 2.45
Subtotal 2=						\$ 138.53
% Cargos Utilidad=					13.3%	\$ 18.47
PRECIO UNITARIO=						\$ 157.00
% Cargos Adicionales=					0.5%	\$ 0.78
Total=						\$ 157.78

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
Suministro y colocación de plantilla de concreto f'c=100 kg/cm2 con espesor de 6 cm. Incluye mano de obra y herramienta menor		m2

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES	B-01	Concreto f'c 100 kg/cm2	m3	0.064	\$ 1,022.03	\$ 65.61	65%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 65.61

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	2	Incluye Ayudante y Cabo de oficios.	\$/jor	0.05	\$ 696.72	\$ 34.84	34%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 34.84

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 34.84	\$ 1.05	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.05

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 101.50	100%
---	--	--	--	--	--	------------------	-------------

% Indirectos=		11.4%	\$ 11.60
Subtotal 1=			\$ 113.10
% Financiamiento=		1.8%	\$ 2.04
Subtotal 2=			\$ 115.13
% Cargos Utilidad=		13.3%	\$ 15.35
PRECIO UNITARIO=			\$ 130.48
% Cargos Adicionales=		0.5%	\$ 0.65
Total=			\$ 131.13

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
Suministro y colocación de registro tipo arenero de 40 x 60 cm de plastico reforzado con entrada y salida de efluente de 15 cm Ø y rejilla de plastico reforzado con tapa de concreto polimérico. Incluye conexiones de entrada y salida a tubo sanitario de PVC		pza

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Registro tipo arenero	pza	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00	99%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 2,500.00	98.6%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0453	\$ 779.75	\$ 35.33	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 35.33	1%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 35.33	\$ 1.06	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.06	0%

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 2,536.39	100%
---	--	--	--	--	--	--------------------	-------------

% Indirectos=		11.4%	\$ 289.90
Subtotal 1=			\$ 2,826.29
% Financiamiento=		1.8%	\$ 50.87
Subtotal 2=			\$ 2,877.16
% Cargos Utilidad=		13.3%	\$ 383.62
PRECIO UNITARIO=			\$ 3,260.79
% Cargos Adicionales=		0.5%	\$ 16.30
Total=			\$ 3,277.09

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro y colocación de tubo sanitario de PVC de 15 cm Ø. Incluye habilitación, mano de obra y herramienta menor						m	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Tubo sanitario PVC de 15 cm Ø	m	1.0500	\$ 98.52	\$ 103.44	39%
		Estopa	kg	0.0600	\$ 58.00	\$ 3.48	1%
		Lija 25 mm de ancho	m	0.0800	\$ 18.00	\$ 1.44	1%
		Limpiador de PVC	l	0.0206	\$ 251.20	\$ 5.17	2%
		Cemento para unir tubería de PVC	lata	0.0644	\$ 139.00	\$ 8.95	3%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 122.49
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	14	Incluye Oficial albañil y ayudante	\$/jor	0.2	\$ 678.77	\$ 135.75	52%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 135.75
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 135.75	\$ 4.07	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 4.07
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 262.32	100%
% Indirectos= 11.4%						\$ 29.98	
Subtotal 1=						\$ 292.30	
% Financiamiento= 1.8%						\$ 5.26	
Subtotal 2=						\$ 297.56	
% Cargos Utilidad= 13.3%						\$ 39.67	
PRECIO UNITARIO=						\$ 337.23	
% Cargos Adicionales= 0.5%						\$ 1.69	
Total=						\$ 338.92	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Traspaleo de material producto de la excavación hasta 2 m. Incluye mano de obra y herramienta menor						m3	
MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ -
MANO DE OBRA	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
	1	Incluye Ayudante y Cabo de ayudantes.	\$/jor	0.11111	\$ 281.71	\$ 31.30	97%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 31.30	97%
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
		Herramienta menor	%	3	\$ 31.30	\$ 0.94	3%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 0.94	3%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 32.24	100%
% Indirectos= 11.4%						\$ 3.68	
Subtotal 1=						\$ 35.93	
% Financiamiento= 1.8%						\$ 0.65	
Subtotal 2=						\$ 36.57	
% Cargos Utilidad= 13.3%						\$ 4.88	
PRECIO UNITARIO=						\$ 41.45	
% Cargos Adicionales= 0.5%						\$ 0.21	
Total=						\$ 41.66	

ANÁLISIS DE BÁSICO

Concepto:						Unidad:	
Habilitado y armado de acero de refuerzo en tapa de cisterna con varilla del #4 en ambas direcciones @ 25 cm. Incluye traslapes, ganchos, desperdicios, mano de obra y herramienta						ton	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Varilla #4 fy=4200 kg/cm2	ton	0.00115	\$ 12,450.00	\$ 14.318	0%
		Alambre recocido del No.18	ton	0.00005	\$ 19.08	\$ 0.001	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 14.32	0.3%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	6	Incluye Cabo de oficios, ayudante y oficial herrero.	\$/jor	6.66667	\$ 668.94	\$ 4,459.62	97%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 4,459.62	97%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 4,459.62	\$ 133.79	3%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 133.79	3%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 4,607.73	100%
% Indirectos= 11.4%						\$ 526.65	
Subtotal 1=						\$ 5,134.37	
% Financiamiento= 1.8%						\$ 92.42	
Subtotal 2=						\$ 5,226.79	
% Cargos Utilidad= 13.3%						\$ 696.91	
PRECIO UNITARIO=						\$ 5,923.70	
% Cargos Adicionales= 0.5%						\$ 29.62	
Total=						\$ 5,953.32	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Habilitado y armado de acero de refuerzo en muro con varilla del #3 en ambas direcciones @ 25 cm. Incluye traslapes, ganchos, desperdicios, mano de obra y herramienta menor.						ton	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Varilla #3 fy = 4200 kg/cm2	ton	0.00115	\$ 12,450.00	\$ 14.318	0%
		Alambre recocido del No.18	ton	0.00005	\$ 19.08	\$ 0.001	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 14.32
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	6	Incluye Cabo de oficios, ayudante y oficial fierrero.	\$/jor	6.66667	\$ 668.94	\$ 4,459.62	97%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 4,459.62
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 4,459.62	\$ 133.79	3%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 133.79
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 4,607.73	100%
% Indirectos= 11.4%						\$ 526.65	
Subtotal 1=						\$ 5,134.37	
% Financiamiento= 1.8%						\$ 92.42	
Subtotal 2=						\$ 5,226.79	
% Cargos Utilidad= 13.3%						\$ 696.91	
PRECIO UNITARIO=						\$ 5,923.70	
% Cargos Adicionales= 0.5%						\$ 29.62	
Total=						\$ 5,953.32	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
Colocación de muro de concreto f'c = 250 kg/cm2. Incluye cimbra, curado, vibrado, mano de obra y herramienta menor.		m3

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES	B-04	Cimbra	m2	10.000	\$ 222.69	\$ 2,226.93	60%
	B-02	Concreto 250 kg/cm2	m3	1.070	\$ 1,133.45	\$ 1,212.79	33%
		Agua de la red publica para curado	m3	0.026	\$ 28.00	\$ 0.72	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 3,440.44	92.9%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	2	Incluye Ayudante y Cabo de oficios.	\$/jor	0.323	\$ 696.72	\$ 224.75	6%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 224.75	6%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 224.75	\$ 6.74	0%
		Vibrador de concreto	h	0.4	\$ 77.98	\$ 31.19	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 37.93	1%

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 3,703.12	100%
---	--	--	--	--	--	--------------------	-------------

% Indirectos=					11.4%	\$ 423.25
Subtotal 1=						\$ 4,126.37
% Financiamiento=					1.8%	\$ 74.27
Subtotal 2=						\$ 4,200.65
% Cargos Utilidad=					13.3%	\$ 560.09
PRECIO UNITARIO=						\$ 4,760.73
% Cargos Adicionales=					0.5%	\$ 23.80
Total=						\$ 4,784.54

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Habilitado y armado de acero de refuerzo en piso con varilla del #5 en ambas direcciones @ 14 cm. Incluye traslapes, ganchos, desperdicios, mano de obra y herramienta menor.						ton	
MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
		Varilla #5 fy=4200 kg/cm2	ton	0.00115	\$ 12,450.00	\$ 14.32	0%
		Alambre recocido	ton	0.00004	\$ 19.08	\$ 0.00	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 14.32	0.3%
MANO DE OBRA	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
	6	Incluye Cabo de oficios, ayudante y oficial fierrero.	\$/jor	6.66667	\$ 668.94	\$ 4,459.62	97%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 4,459.62	97%
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
		Herramienta menor	%	3	\$ 4,459.62	\$ 133.79	3%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 133.79	3%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 4,607.73	100%
% Indirectos= 11.4%						\$ 526.65	
Subtotal 1=						\$ 5,134.37	
% Financiamiento= 1.8%						\$ 92.42	
Subtotal 2=						\$ 5,226.79	
% Cargos Utilidad= 13.3%						\$ 696.91	
PRECIO UNITARIO=						\$ 5,923.70	
% Cargos Adicionales= 0.5%						\$ 29.62	
Total=						\$ 5,953.32	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
Colocación de piso con concreto f'c = 250 kg/cm2 con espesor de 25 cm. Incluye cimbra, colado, vibrado, mano de obra y herramienta menor.		m3

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES	B-04	Cimbra	m2	0.608	\$ 222.69	\$ 135.47	8%
	B-02	Concreto 250 kg/cm2	m3	1.070	\$ 1,133.45	\$ 1,212.79	75%
		Agua de la red publica para curado	m3	0.206	\$ 28.00	\$ 5.77	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 1,354.02	83.8%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	2	Incluye Ayudante y Cabo de oficios.	\$/jor	0.32258	\$ 696.72	\$ 224.75	14%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 224.75	14%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 224.75	\$ 6.74	0%
		Vibrador	h	0.4	\$ 77.98	\$ 31.19	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 37.93	2%

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 1,616.70	100%
---	--	--	--	--	--	--------------------	-------------

% Indirectos=		11.4%	\$ 184.78
Subtotal 1=			\$ 1,801.49
% Financiamiento=		1.8%	\$ 32.43
Subtotal 2=			\$ 1,833.91
% Cargos Utilidad=		13.3%	\$ 244.52
PRECIO UNITARIO=			\$ 2,078.44
% Cargos Adicionales=		0.5%	\$ 10.39
Total=			\$ 2,088.83

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

	Concepto:					Unidad:	
	Conexión de la red de agua pública con cisterna. Incluye mano de obra y herramienta menor					sal	
MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
		Flotador	pza	1	\$ 35.00	\$ 35.00	12%
		Tubo de cobre tipo "M" 25 mm	m	0.3	\$ 171.67	\$ 51.50	18%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 86.50	30.1%
MANO DE OBRA	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.25	\$ 779.75	\$ 194.94	68%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 194.94	68%
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
		Herramienta menor	%	3	\$ 194.94	\$ 5.85	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 5.85	2%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 287.29	100%
% Indirectos=					11.4%	\$ 32.84	
Subtotal 1=						\$ 320.12	
% Financiamiento=					1.8%	\$ 5.76	
Subtotal 2=						\$ 325.88	
% Cargos Utilidad=					13.3%	\$ 43.45	
PRECIO UNITARIO=						\$ 369.33	
% Cargos Adicionales=					0.5%	\$ 1.85	
Total=						\$ 371.18	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
Concepto:							Unidad:
Suministro y colocación de tapa de acceso a la cisterna de acero inoxidable de 60 x 60 cm lamina calibre 10, incluye mano de obra y herramienta menor							pza
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Tapa de acero inoxidable 60x60 cm	pza	1	\$ 2,750.00	\$ 2,750.00	93%
		Marco y contramarco para tapa de cisterna 60x60 cm de ángulo metálico de 3/16"x1 1/4"	pza	1	\$ 150.00	\$ 150.00	5%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 2,900.00	98.0%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	16	Incluye Herrero de campo, ayudante y cabo de oficios	\$/jor	0.08333	\$ 678.20	\$ 56.52	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 56.52	2%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 56.52	\$ 1.70	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.70	0%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 2,958.21	100%
% Indirectos=						11.4%	\$ 338.11
Subtotal 1=						\$ 3,296.32	
% Financiamiento=						1.8%	\$ 59.33
Subtotal 2=						\$ 3,355.66	
% Cargos Utilidad=						13.3%	\$ 447.42
PRECIO UNITARIO=						\$ 3,803.08	
% Cargos Adicionales=						0.5%	\$ 19.02
Total=						\$ 3,822.09	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro e instalación de escalera escalera marina en cuarto de bombas con 2 tubos de fierro galvanizado cédula 40 1 1/4" y escalones con varilla del No. 5 de 40 cm de longitud a cada 30 cm, incluye anclaje y pintura de esmalte, suministro y colocación.						m	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Varilla #5 fy=4200 kg/cm2	ton	0.0009	\$ 12,450.00	\$ 10.77	4%
		Soldadura E-7018 de 1/8"	kg	0.0567	\$ 351.98	\$ 19.96	8%
		Tubo fierro galvanizado C-40 32 mm	m	2.0400	\$ 74.93	\$ 152.86	58%
		Pintura esmalte alquídica	l	0.0876	\$ 68.00	\$ 5.96	2%
		Primario rojo óxido	l	0.0876	\$ 50.00	\$ 4.38	2%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 193.92	73.5%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	16	Incluye Herrero de campo, ayudante y cabo de oficios	\$/jor	0.1	\$ 678.20	\$ 67.82	26%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 67.82	26%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 67.82	\$ 2.03	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 2.03	1%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 263.78	100%
% Indirectos=						11.4%	\$ 30.15
Subtotal 1=						\$ 293.93	
% Financiamiento=						1.8%	\$ 5.29
Subtotal 2=						\$ 299.22	
% Cargos Utilidad=						13.3%	\$ 39.90
PRECIO UNITARIO=						\$ 339.11	
% Cargos Adicionales=						0.5%	\$ 1.70
Total=						\$ 340.81	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro e instalación de bomba de 1 HP, incluye conexiones de entra, salida, electroniveles, mano de obra y herramienta menor.						sal	
MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
		Bomba de 1 HP	pza	1	\$ 1,745.00	\$ 1,745.00	65%
		Cable calibre 12	m	25	\$ 6.00	\$ 150.00	6%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 1,895.00	70.2%
MANO DE OBRA	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	1	\$ 779.75	\$ 779.75	29%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 779.75	29%
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
		Herramienta menor	%	3	\$ 779.75	\$ 23.39	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 23.39	1%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 2,698.14	100%
					% Indirectos=	11.4%	\$ 308.39
					Subtotal 1=		\$ 3,006.53
					% Financiamiento=	1.8%	\$ 54.12
					Subtotal 2=		\$ 3,060.65
					% Cargos Utilidad=	13.3%	\$ 408.09
					PRECIO UNITARIO=		\$ 3,468.73
					% Cargos Adicionales=	0.5%	\$ 17.34
					Total=		\$ 3,486.08

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro y colocación de tubería de cobre "L" de 19 mm, incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor.						m	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Tubo de cobre "L" 19 mm	m	1.05	\$ 102.33	\$ 107.45	80%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 107.45
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0333	\$ 779.75	\$ 25.97	19%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 25.97
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 25.97	\$ 0.78	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 0.78
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 134.19	100%
% Indirectos= 11.4%						\$ 15.34	
Subtotal 1=						\$ 149.53	
% Financiamiento= 1.8%						\$ 2.69	
Subtotal 2=						\$ 152.22	
% Cargos Utilidad= 13.3%						\$ 20.30	
PRECIO UNITARIO=						\$ 172.52	
% Cargos Adicionales= 0.5%						\$ 0.86	
Total=						\$ 173.38	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:							Unidad:
Suministro y colocación de codo de cobre de 90° de 13 mm, incluye mano de obra y herramienta menor.							pza
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Codo de cobre de 90° de 13 mm	pza	1.0500	\$ 4.80	\$ 5.04	10%
		Pasta fundente	kg	0.0025	\$ 705.39	\$ 1.78	4%
		Soldadura 50x50 rollo (500 gr)	pza	0.0053	\$ 189.00	\$ 0.99	2%
		Lija 25 mm ancho	m	0.0500	\$ 18.00	\$ 0.90	2%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 8.71	17.2%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0523	\$ 779.75	\$ 40.78	80%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 40.78	80%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 40.78	\$ 1.22	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.22	2%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 50.72	100%
% Indirectos= 11.4%						\$ 5.80	
Subtotal 1=						\$ 56.51	
% Financiamiento= 1.8%						\$ 1.02	
Subtotal 2=						\$ 57.53	
% Cargos Utilidad= 13.3%						\$ 7.67	
PRECIO UNITARIO=						\$ 65.20	
% Cargos Adicionales= 0.5%						\$ 0.33	
Total=						\$ 65.53	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
	Suministro y colocación de codo de cobre de 90° de 19 mm, incluye mano de obra y herramienta menor.	pza

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Codo de cobre de 90° de 19 mm	pza	1.0500	\$ 12.50	\$ 13.13	22%
		Pasta fundente	kg	0.0025	\$ 705.39	\$ 1.78	3%
		Soldadura 50x50 rollo (500 gr)	pza	0.0053	\$ 189.00	\$ 0.99	2%
		Lija 25 mm ancho	m	0.0500	\$ 18.00	\$ 0.90	2%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 16.79	28.6%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0523	\$ 779.75	\$ 40.78	69%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 40.78

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 40.78	\$ 1.22	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.22

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 58.80	100%
---	--	--	--	--	--	-----------------	-------------

% Indirectos=		11.4%	\$ 6.72
Subtotal 1=			\$ 65.52
% Financiamiento=		1.8%	\$ 1.18
Subtotal 2=			\$ 66.70
% Cargos Utilidad=		13.3%	\$ 8.89
PRECIO UNITARIO=			\$ 75.59
% Cargos Adicionales=		0.5%	\$ 0.38
Total=			\$ 75.97

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro y colocación de codo de cobre de 90° de 25 mm, incluye mano de obra y herramienta menor.						pza	
MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
		Codo de cobre de 90° de 25 mm	pza	1.0500	\$ 98.00	\$ 102.90	61%
		Pasta fundente	kg	0.0042	\$ 705.39	\$ 2.96	2%
		Soldadura 50x50 rollo (500 gr)	pza	0.0084	\$ 189.00	\$ 1.59	1%
		Lija 25 mm ancho	m	0.0700	\$ 18.00	\$ 1.26	1%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 108.71	64.8%
MANO DE OBRA	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.07348	\$ 779.75	\$ 57.29	34%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 57.29	34%
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
		Herramienta menor	%	3	\$ 57.29	\$ 1.72	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.72	1%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 167.72	100%
					% Indirectos=	11.4%	\$ 19.17
					Subtotal 1=		\$ 186.89
					% Financiamiento=	1.8%	\$ 3.36
					Subtotal 2=		\$ 190.26
					% Cargos Utilidad=	13.3%	\$ 25.37
					PRECIO UNITARIO=		\$ 215.62
					% Cargos Adicionales=	0.5%	\$ 1.08
					Total=		\$ 216.70

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
Suministro y colocación de cople de cobre a cobre de 13 mm, incluye mano de obra y herramienta menor		pza

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Cople de cobre a cobre de 13 mm	pza	1.0500	\$ 4.20	\$ 4.41	9%
		Pasta fundente	kg	0.0025	\$ 705.39	\$ 1.78	4%
		Soldadura 50x50 rollo (500 gr)	pza	0.0053	\$ 189.00	\$ 0.99	2%
		Lija 25 mm ancho	m	0.0500	\$ 18.00	\$ 0.90	2%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 8.08	16.1%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0523	\$ 779.75	\$ 40.78	81%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 40.78

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 40.78	\$ 1.22	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.22	2%

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 50.09	100%
---	--	--	--	--	--	-----------------	-------------

% Indirectos=					11.4%	\$ 5.72
Subtotal 1=						\$ 55.81
% Financiamiento=					1.8%	\$ 1.00
Subtotal 2=						\$ 56.81
% Cargos Utilidad=					13.3%	\$ 7.58
PRECIO UNITARIO=						\$ 64.39
% Cargos Adicionales=					0.5%	\$ 0.32
Total=						\$ 64.71

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro y colocación de cople de cobre a cobre de 19 mm, incluye mano de obra y herramienta menor						pza	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Cople de cobre a cobre de 19 mm	pza	1.0500	\$ 10.50	\$ 11.03	19%
		Pasta fundente	kg	0.0025	\$ 705.39	\$ 1.78	3%
		Soldadura 50x50 rollo (500 gr)	pza	0.0053	\$ 189.00	\$ 0.99	2%
		Lija 25 mm ancho	m	0.0500	\$ 18.00	\$ 0.90	2%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 14.69	25.9%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0523	\$ 779.75	\$ 40.78	72%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 40.78	72%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 40.78	\$ 1.22	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.22	2%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq.=						\$ 56.70	100%
% Indirectos= 11.4%						\$ 6.48	
Subtotal 1=						\$ 63.18	
% Financiamiento= 1.8%						\$ 1.14	
Subtotal 2=						\$ 64.32	
% Cargos Utilidad= 13.3%						\$ 8.58	
PRECIO UNITARIO=						\$ 72.89	
% Cargos Adicionales= 0.5%						\$ 0.36	
Total=						\$ 73.26	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro y colocación de cople de cobre a cobre de 25 mm, incluye mano de obra y herramienta menor						pza	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Cople de cobre a cobre de 25 mm	pza	1.0500	\$ 21.00	\$ 22.05	25%
		Pasta fundente	kg	0.0042	\$ 705.39	\$ 2.96	3%
		Soldadura 50x50 rollo (500 gr)	pza	0.0084	\$ 189.00	\$ 1.59	2%
		Lija 25 mm ancho	m	0.0700	\$ 18.00	\$ 1.26	1%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 27.86	32.0%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0736	\$ 779.75	\$ 57.38	66%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 57.38	66%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 57.38	\$ 1.72	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.72	2%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 86.96	100%
% Indirectos= 11.4%						\$ 9.94	
Subtotal 1=						\$ 96.90	
% Financiamiento= 1.8%						\$ 1.74	
Subtotal 2=						\$ 98.64	
% Cargos Utilidad= 13.3%						\$ 13.15	
PRECIO UNITARIO=						\$ 111.79	
% Cargos Adicionales= 0.5%						\$ 0.56	
Total=						\$ 112.35	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
Suministro y colocación de Tee de cobre a cobre de 13 mm, incluye mano de obra y herramienta menor		pza

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Tee de cobre soldabe de 13 mm	pza	1.0500	\$ 15.00	\$ 15.75	19%
		Pasta fundente	kg	0.0039	\$ 705.39	\$ 2.74	3%
		Soldadura 50x50 rollo (500 gr)	pza	0.0079	\$ 189.00	\$ 1.49	2%
		Lija 25 mm ancho	m	0.0773	\$ 18.00	\$ 1.39	2%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 21.37	25.7%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0771	\$ 779.75	\$ 60.12	72%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 60.12

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 60.12	\$ 1.80	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.80

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 83.29	100%
---	--	--	--	--	--	-----------------	-------------

% Indirectos=					11.4%	\$ 9.52
Subtotal 1=						\$ 92.81
% Financiamiento=					1.8%	\$ 1.67
Subtotal 2=						\$ 94.48
% Cargos Utilidad=					13.3%	\$ 12.60
PRECIO UNITARIO=						\$ 107.08
% Cargos Adicionales=					0.5%	\$ 0.54
Total=						\$ 107.62

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

	Concepto:						Unidad:
	Suministro y colocación de Tee de cobre a cobre de 19 mm, incluye mano de obra y herramienta menor						pza
MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
		Tee de cobre soldabe de 19 mm	pza	1.0500	\$ 32.50	\$ 34.13	34%
		Pasta fundente	kg	0.0039	\$ 705.39	\$ 2.74	3%
		Soldadura 50x50 rollo (500 gr)	pza	0.0079	\$ 189.00	\$ 1.49	1%
		Lija 25 mm ancho	m	0.0773	\$ 18.00	\$ 1.39	1%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 39.75	39.1%
MANO DE OBRA	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0771	\$ 779.75	\$ 60.12	59%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 60.12	59%
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
		Herramienta menor	%	3	\$ 60.12	\$ 1.80	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.80	2%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 101.67	100%
% Indirectos=					11.4%	\$ 11.62	
Subtotal 1=						\$ 113.29	
% Financiamiento=					1.8%	\$ 2.04	
Subtotal 2=						\$ 115.33	
% Cargos Utilidad=					13.3%	\$ 15.38	
PRECIO UNITARIO=						\$ 130.70	
% Cargos Adicionales=					0.5%	\$ 0.65	
Total=						\$ 131.36	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
Suministro y colocación de Tee de cobre a cobre de 25 mm, incluye mano de obra y herramienta menor		pza

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Tee de cobre soldabe de 25 mm	pza	1.0500	\$ 99.70	\$ 104.69	57%
		Pasta fundente	kg	0.0047	\$ 705.39	\$ 3.33	2%
		Soldadura 50x50 rollo (500 gr)	pza	0.0093	\$ 189.00	\$ 1.77	1%
		Lija 25 mm ancho	m	0.0927	\$ 18.00	\$ 1.67	1%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 111.45	60.5%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.09042	\$ 779.75	\$ 70.50	38%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 70.50

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 70.50	\$ 2.12	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 2.12

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 184.07	100%
---	--	--	--	--	--	------------------	-------------

% Indirectos=		11.4%	\$ 21.04
Subtotal 1=			\$ 205.11
% Financiamiento=		1.8%	\$ 3.69
Subtotal 2=			\$ 208.80
% Cargos Utilidad=		13.3%	\$ 27.84
PRECIO UNITARIO=			\$ 236.64
% Cargos Adicionales=		0.5%	\$ 1.18
Total=			\$ 237.82

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
Suministro y colocación de tinaco con capacidad de 1100 L, incluye conexiones de entrada y salida, mano de obra y herramienta menor		pza

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Tinaco de plastico vertical de 1 100 L	pza	1.0000	\$ 1,605.00	\$ 1,605.00	86%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 1,605.00

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.3333	\$ 779.75	\$ 259.92	14%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 259.92

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 259.92	\$ 7.80	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 7.80

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 1,872.71	100%
---	--	--	--	--	--	--------------------	-------------

% Indirectos=		11.4%	\$ 214.04
Subtotal 1=			\$ 2,086.76
% Financiamiento=		1.8%	\$ 37.56
Subtotal 2=			\$ 2,124.32
% Cargos Utilidad=		13.3%	\$ 283.24
PRECIO UNITARIO=			\$ 2,407.56
% Cargos Adicionales=		0.5%	\$ 12.04
Total=			\$ 2,419.60

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
Concepto:							Unidad:
Suministro e instalación de llave de nariz de bronce. Incluye mano de obra y herramienta menor.							pza
MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
		Llave de nariz de bronce	pza	1.0000	\$ 73.50	\$ 73.50	65%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 73.50
MANO DE OBRA	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0500	\$ 779.75	\$ 38.99	34%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 38.99	34%
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
		Herramienta menor	%	3	\$ 38.99	\$ 1.17	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.17	1%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq.=						\$ 113.66	100%
% Indirectos=					11.4%	\$ 12.99	
Subtotal 1=						\$ 126.65	
% Financiamiento=					1.8%	\$ 2.28	
Subtotal 2=						\$ 128.93	
% Cargos Utilidad=					13.3%	\$ 17.19	
PRECIO UNITARIO=						\$ 146.12	
% Cargos Adicionales=					0.5%	\$ 0.73	
Total=						\$ 146.85	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro e instalación de regadera ahorradora, incluye mano de obra y herramienta menor						pza	
MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
		Regadera ahorradora	pza	1.0000	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	91%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 1,200.00
MANO DE OBRA	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.1555	\$ 779.75	\$ 121.27	9%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 121.27	9%
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
		Herramienta menor	%	3	\$ 121.27	\$ 3.64	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 3.64	0%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 1,324.91	100%
% Indirectos=					11.4%	\$ 151.43	
Subtotal 1=						\$ 1,476.34	
% Financiamiento=					1.8%	\$ 26.57	
Subtotal 2=						\$ 1,502.91	
% Cargos Utilidad=					13.3%	\$ 200.39	
PRECIO UNITARIO=						\$ 1,703.30	
% Cargos Adicionales=					0.5%	\$ 8.52	
Total=						\$ 1,711.82	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro e instalación de llave ahorradora, incluye manuales, mano de obra y herramienta menor						pza	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Ensamble para lavabo ahorrador	pza	1.0000	\$ 617.00	\$ 617.00	33%
		Maneral para lavabo	pza	2.0000	\$ 545.00	\$ 1,090.00	58%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 1,707.00	90.5%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.2222	\$ 779.75	\$ 173.28	9%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 173.28	9%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 173.28	\$ 5.20	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 5.20	0%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq.=						\$ 1,885.48	100%
% Indirectos= 11.4%						\$ 215.50	
Subtotal 1=						\$ 2,100.98	
% Financiamiento= 1.8%						\$ 37.82	
Subtotal 2=						\$ 2,138.80	
% Cargos Utilidad= 13.3%						\$ 285.17	
PRECIO UNITARIO=						\$ 2,423.97	
% Cargos Adicionales= 0.5%						\$ 12.12	
Total=						\$ 2,436.09	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:
Suministro e instalación de llave ahorradora en lavatrastes, incluye manerales, mano de obra y herramienta menor						pza

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Ensamble para lavatrastes ahorrador	pza	1.0000	\$ 487.00	\$ 487.00	9%
		Maneral para lavatrastes	pza	2.0000	\$ 2,299.00	\$ 4,598.00	87%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 5,085.00	96.6%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.2222	\$ 779.75	\$ 173.28	3%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 173.28	3%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 173.28	\$ 5.20	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 5.20	0%

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 5,263.48	100%
---	--	--	--	--	--	--------------------	-------------

% Indirectos=		11.4%	\$ 601.59
Subtotal 1=			\$ 5,865.07
% Financiamiento=		1.8%	\$ 105.57
Subtotal 2=			\$ 5,970.64
% Cargos Utilidad=		13.3%	\$ 796.09
PRECIO UNITARIO=			\$ 6,766.73
% Cargos Adicionales=		0.5%	\$ 33.83
Total=			\$ 6,800.56

ANÁLISIS DE SUBCONTRATO

Concepto:						Unidad:	
Suministro e Instalación de Equipo para el Sistema de Captación de Agua Pluvial (SCAP) incluye Tanques de arena y carbón activado, Generador de ozono, Clorador, Luz ultravioleta, mano de Obra y herramienta						Lote	
MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
		Equipo de SCAP	Lote	1	\$ 98,265.80	\$ 98,265.80	100%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 98,265.80	100.0%
MANO DE OBRA	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ -	0%
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
		Herramienta menor	%	3	\$ -	\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ -	0%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 98,265.80	100%
% Indirectos=					11.4%	\$ 11,231.39	
Subtotal 1=						\$ 109,497.19	
% Financiamiento=					1.8%	\$ 1,970.95	
Subtotal 2=						\$ 111,468.14	
% Cargos Utilidad=					13.3%	\$ 14,862.42	
PRECIO UNITARIO=						\$ 126,330.56	
% Cargos Adicionales=					0.5%	\$ 631.65	
Total=						\$ 126,962.22	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

	Concepto:						Unidad:
	Suministro y colocación de inodoro ahorrador con tanque de 4.8 L, incluye pijas, cuello de cera, mano de obra y herramienta menor						pza
MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
		Inodoro ahorrador de 4.8 L	pza	1.0000	\$ 2,078.00	\$ 2,078.00	72%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 2,078.00	72.1%
MANO DE OBRA	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	1.0000	\$ 779.75	\$ 779.75	27%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 779.75	27%
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
		Herramienta menor	%	3	\$ 779.75	\$ 23.39	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 23.39	1%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq.=						\$ 2,881.14	100%
% Indirectos= 11.4%						\$ 329.30	
Subtotal 1=						\$ 3,210.45	
% Financiamiento= 1.8%						\$ 57.79	
Subtotal 2=						\$ 3,268.23	
% Cargos Utilidad= 13.3%						\$ 435.76	
PRECIO UNITARIO=						\$ 3,704.00	
% Cargos Adicionales= 0.5%						\$ 18.52	
Total=						\$ 3,722.52	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro y colocación de coladera cespól de bote de P.V.C., incluye mano de obra y herramienta menor.						pza	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Coladera cespól de bote P.V.C.	pza	1.0000	\$ 35.00	\$ 35.00	28%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 35.00
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.1111	\$ 779.75	\$ 86.64	70%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 86.64
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 86.64	\$ 2.60	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 2.60
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 124.24	100%
% Indirectos=						11.4%	\$ 14.20
Subtotal 1=						\$ 138.44	
% Financiamiento=						1.8%	\$ 2.49
Subtotal 2=						\$ 140.93	
% Cargos Utilidad=						13.3%	\$ 18.79
PRECIO UNITARIO=						\$ 159.72	
% Cargos Adicionales=						0.5%	\$ 0.80
Total=						\$ 160.52	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro y colocación de tubería de PVC sanitario 10 cm Ø, incluye mano de obra y herramienta menor						pza	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Tubo sanitario P.V.C. liso 10 cm Ø	m	1.0500	\$ 45.00	\$ 47.25	57%
		Lija 25 mm ancho	m	0.0160	\$ 18.00	\$ 0.29	0%
		Cemento para unir tubería de P.V.C.	lata	0.0129	\$ 139.00	\$ 1.79	2%
		Limpiador PVC	l	0.0041	\$ 251.20	\$ 1.03	1%
		Estopa	kg	0.0120	\$ 58.00	\$ 0.70	1%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 51.06
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0400	\$ 779.75	\$ 31.19	37%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 31.19
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 31.19	\$ 0.94	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 0.94
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 83.18	100%
% Indirectos=						11.4%	\$ 9.51
Subtotal 1=						\$ 92.69	
% Financiamiento=						1.8%	\$ 1.67
Subtotal 2=						\$ 94.36	
% Cargos Utilidad=						13.3%	\$ 12.58
PRECIO UNITARIO=						\$ 106.94	
% Cargos Adicionales=						0.5%	\$ 0.53
Total=						\$ 107.48	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro y colocación de tubería de PVC sanitario 5 cm Ø, incluye mano de obra y herramienta menor						m	
MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
		Tubo sanitario P.V.C. liso 5 cm Ø	m	1.0500	\$ 15.73	\$ 16.51	40%
		Estopa	kg	0.0080	\$ 58.00	\$ 0.46	1%
		Lija 25 mm ancho	m	0.0160	\$ 18.00	\$ 0.29	1%
		Cemento para unir tubería de P.V.C.	lata	0.0045	\$ 139.00	\$ 0.62	2%
		Limpiador PVC	l	0.0021	\$ 251.20	\$ 0.52	1%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 18.40	44.5%
MANO DE OBRA	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0286	\$ 779.75	\$ 22.28	54%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 22.28	54%
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
		Herramienta menor	%	3	\$ 22.28	\$ 0.67	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 0.67	2%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq.=						\$ 41.35	100%
% Indirectos=					11.4%	\$ 4.73	
Subtotal 1=						\$ 46.08	
% Financiamiento=					1.8%	\$ 0.83	
Subtotal 2=						\$ 46.91	
% Cargos Utilidad=					13.3%	\$ 6.25	
PRECIO UNITARIO=						\$ 53.16	
% Cargos Adicionales=					0.5%	\$ 0.27	
Total=						\$ 53.43	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
Suministro e instalación de codo de PVC de 90° 5 cm Ø, incluye cemento, mano de obra y herramienta menor		pza

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Codo PVC de 90° 5 cm Ø	pza	1.0500	\$ 3.00	\$ 3.15	8%
		Cemento para unir tubería de P.V.C.	lata	0.0263	\$ 139.00	\$ 3.65	9%
		Estopa	kg	0.0040	\$ 58.00	\$ 0.23	1%
		Lija 25 mm ancho	m	0.0805	\$ 18.00	\$ 1.45	4%
		Limpiador PVC	l	0.0100	\$ 251.20	\$ 2.51	6%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 10.99	27.8%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0356	\$ 779.75	\$ 27.76	70%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 27.76	70%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 27.76	\$ 0.83	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 0.83	2%

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 39.58	100%
---	--	--	--	--	--	-----------------	-------------

% Indirectos=		11.4%	\$ 4.52
Subtotal 1=			\$ 44.10
% Financiamiento=		1.8%	\$ 0.79
Subtotal 2=			\$ 44.89
% Cargos Utilidad=		13.3%	\$ 5.99
PRECIO UNITARIO=			\$ 50.88
% Cargos Adicionales=		0.5%	\$ 0.25
Total=			\$ 51.13

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
	Suministro e instalación de codo de PVC de 90° 10 cm Ø, incluye cemento, mano de obra y herramienta menor	pza

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Codo PVC de 90° 10 cm Ø	pza	1.0500	\$ 9.80	\$ 10.29	15%
		Cemento para unir tubería de P.V.C.	lata	0.0644	\$ 139.00	\$ 8.95	13%
		Estopa	kg	0.0600	\$ 58.00	\$ 3.48	5%
		Lija 25 mm ancho	m	0.1008	\$ 18.00	\$ 1.81	3%
		Limpiador PVC	l	0.0206	\$ 251.20	\$ 5.17	7%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 29.71	42.5%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0500	\$ 779.75	\$ 38.99	56%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 38.99	56%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 38.99	\$ 1.17	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.17	2%

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 69.87	100%
---	--	--	--	--	--	-----------------	-------------

% Indirectos=	11.4%	\$ 7.99
Subtotal 1=		\$ 77.85
% Financiamiento=	1.8%	\$ 1.40
Subtotal 2=		\$ 79.25
% Cargos Utilidad=	13.3%	\$ 10.57
PRECIO UNITARIO=		\$ 89.82
% Cargos Adicionales=	0.5%	\$ 0.45
Total=		\$ 90.27

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro y colocación de Cople de PVC de 10 cm Ø, incluye mano de obra y herramienta menor						pza	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Cople PVC de 10 cm Ø	pza	1.0500	\$ 4.00	\$ 4.20	7%
		Cemento para unir tubería de P.V.C.	lata	0.0644	\$ 139.00	\$ 8.95	15%
		Estopa	kg	0.0070	\$ 58.00	\$ 0.41	1%
		Lija 25 mm ancho	m	0.1000	\$ 18.00	\$ 1.80	3%
		Limpiador PVC	l	0.0206	\$ 251.20	\$ 5.17	9%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 20.53	33.8%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0500	\$ 779.75	\$ 38.99	64%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 38.99	64%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 38.99	\$ 1.17	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.17	2%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq.=						\$ 60.69	100%
% Indirectos=					11.4%	\$ 6.94	
Subtotal 1=						\$ 67.63	
% Financiamiento=					1.8%	\$ 1.22	
Subtotal 2=						\$ 68.84	
% Cargos Utilidad=					13.3%	\$ 9.18	
PRECIO UNITARIO=						\$ 78.02	
% Cargos Adicionales=					0.5%	\$ 0.39	
Total=						\$ 78.41	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
Suministro y colocación de Cople de PVC de 5 cm Ø, incluye mano de obra y herramienta menor		pza

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Cople PVC de 10 cm Ø	pza	1.0500	\$ 7.00	\$ 7.35	17%
		Cemento para unir tubería de P.V.C.	lata	0.0263	\$ 139.00	\$ 3.66	8%
		Estopa	kg	0.0040	\$ 58.00	\$ 0.23	1%
		Lija 25 mm ancho	m	0.0800	\$ 18.00	\$ 1.44	3%
		Limpiador PVC	l	0.0100	\$ 251.20	\$ 2.51	6%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 15.19	34.6%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0357	\$ 779.75	\$ 27.84	63%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 27.84	63%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 27.84	\$ 0.84	2%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 0.84	2%

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq.=						\$ 43.86	100%
--	--	--	--	--	--	-----------------	-------------

% Indirectos=		11.4%	\$ 5.01
Subtotal 1=			\$ 48.88
% Financiamiento=		1.8%	\$ 0.88
Subtotal 2=			\$ 49.76
% Cargos Utilidad=		13.3%	\$ 6.63
PRECIO UNITARIO=			\$ 56.39
% Cargos Adicionales=		0.5%	\$ 0.28
Total=			\$ 56.67

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
Suministro y colocación de bomba automática 1/4 HP, incluye conexiones de entrada, salida, mano de obra y herramienta menor		sal

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Bomba automática 1/4 HP	pza	1.0000	\$ 1,020.00	\$ 1,020.00	56%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 1,020.00	55.9%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	1	\$ 779.75	\$ 779.75	43%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 779.75	43%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 779.75	\$ 23.39	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 23.39	1%

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 1,823.14	100%
---	--	--	--	--	--	--------------------	-------------

% Indirectos=		11.4%	\$ 208.38
Subtotal 1=			\$ 2,031.52
% Financiamiento=		1.8%	\$ 36.57
Subtotal 2=			\$ 2,068.09
% Cargos Utilidad=		13.3%	\$ 275.75
PRECIO UNITARIO=			\$ 2,343.83
% Cargos Adicionales=		0.5%	\$ 11.72
Total=			\$ 2,355.55

ANÁLISIS DE SUBCONTRATO

Concepto: **Unidad:**

Suministro e Instalación de Plata de Tratamiento de Agua Residual (PTA) con capacidad de flujo de 0.5 m3 al día, con 1.4 m de diámetro por 1.8 m de altura, incluye mano de Obra, herramienta y todo para su correcta instalación. Lote

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		PTA	Lote	1	\$ 115,654.50	\$115,654.50	100%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$115,654.50

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ -

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ -	\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ -

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$115,654.50	100%
---	--	--	--	--	--	---------------------	-------------

% Indirectos=				11.4%	\$ 13,218.85
Subtotal 1=					\$128,873.35
% Financiamiento=				1.8%	\$ 2,319.72
Subtotal 2=					\$131,193.07
% Cargos Utilidad=				13.3%	\$ 17,492.41
PRECIO UNITARIO=					\$148,685.48
% Cargos Adicionales=				0.5%	\$ 743.43
Total=					\$149,428.91

ANÁLISIS DE SUBCONTRATO

Concepto:		Unidad:
Suministro e instalación de tanque estacionario para gas de 120 litros de capacidad con regulador, incluye mano de obra y herramienta menor		pza

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Tanque estacionario para gas 120 L	pza	1.0000	\$ 2,629.00	\$ 2,629.00	77%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 2,629.00	76.6%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	1	\$ 779.75	\$ 779.75	23%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 779.75	23%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 779.75	\$ 23.39	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 23.39	1%

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 3,432.14	100%
---	--	--	--	--	--	--------------------	-------------

% Indirectos=					11.4%	\$ 392.28
Subtotal 1=						\$ 3,824.42
% Financiamiento=					1.8%	\$ 68.84
Subtotal 2=						\$ 3,893.26
% Cargos Utilidad=					13.3%	\$ 519.10
PRECIO UNITARIO=						\$ 4,412.36
% Cargos Adicionales=					0.5%	\$ 22.06
Total=						\$ 4,434.43

ANÁLISIS DE SUBCONTRATO

Concepto:						Unidad:
Suministro e Instalación de Calentador Solar (Tubos al vacío) de 200 litros de capacidad; incluye calentador solar, válvula anticongelamiento, válvula termostática, Mano de Obra, Herramienta y Todo para su correcta instalación.						Lote

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Calentador Solar	Lote	1	\$ 16,500.00	\$ 16,500.00	100%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$16,500.00

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ -

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ -	\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ -

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 16,500.00	100%
---	--	--	--	--	--	---------------------	-------------

% Indirectos=		11.4%	\$ 1,885.88
Subtotal 1=			\$ 18,385.88
% Financiamiento=		1.8%	\$ 330.95
Subtotal 2=			\$ 18,716.83
% Cargos Utilidad=		13.3%	\$ 2,495.58
PRECIO UNITARIO=			\$ 21,212.41
% Cargos Adicionales=		0.5%	\$ 106.06
Total=			\$ 21,318.47

ANÁLISIS DE SUBCONTRATO

Concepto:						Unidad:	
Suministro e Instalación de KIT FOTOVOLTAICO PARA INTERCONEXIÓN DE 2.8kWp (panel 240), incluye estructura, inversor, cable, controlador de carga, colectores, sistemas de montaje, Mano de Obra, Herramienta y Todo para su correcta instalación.						Lote	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Paneles fotovoltaicos	Lote	1	\$ 102,648.18	\$ 102,648.18	100%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 102,648.18
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ -
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ -	\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ -
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 102,648.18	100%
% Indirectos=					11.4%	\$ 11,732.28	
Subtotal 1=						\$ 114,380.46	
% Financiamiento=					1.8%	\$ 2,058.85	
Subtotal 2=						\$ 116,439.31	
% Cargos Utilidad=					13.3%	\$ 15,525.24	
PRECIO UNITARIO=						\$ 131,964.55	
% Cargos Adicionales=					0.5%	\$ 659.82	
Total=						\$ 132,624.37	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:							Unidad:
Suministro y colocación de tubería de cobre "M" de 13 mm, incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor.							m
MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
		Tubo de cobre "M" 13 mm	m	1.05	\$ 62.67	\$ 65.80	76%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 65.80	76.2%
MANO DE OBRA	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0256	\$ 779.75	\$ 19.96	23%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 19.96	23%
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
		Herramienta menor	%	3	\$ 19.96	\$ 0.60	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 0.60	1%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 86.36	100%
% Indirectos=					11.4%	\$ 9.87	
Subtotal 1=						\$ 96.23	
% Financiamiento=					1.8%	\$ 1.73	
Subtotal 2=						\$ 97.96	
% Cargos Utilidad=					13.3%	\$ 13.06	
PRECIO UNITARIO=						\$ 111.03	
% Cargos Adicionales=					0.5%	\$ 0.56	
Total=						\$ 111.58	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:							Unidad:	
Suministro y colocación de tubería de cobre "M" de 19 mm, incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor.							m	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%	
MATERIALES		Tubo de cobre "M" 19 mm	m	1.05	\$ 102.33	\$ 107.45	80%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 107.45	80.1%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%	
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0333	\$ 779.75	\$ 25.97	19%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 25.97	19%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%	
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 25.97	\$ 0.78	1%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 0.78	1%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq.=						\$ 134.19	100%	
					% Indirectos=	11.4%	\$ 15.34	
					Subtotal 1=		\$ 149.53	
					% Financiamiento=	1.8%	\$ 2.69	
					Subtotal 2=		\$ 152.22	
					% Cargos Utilidad=	13.3%	\$ 20.30	
					PRECIO UNITARIO=		\$ 172.52	
					% Cargos Adicionales=	0.5%	\$ 0.86	
					Total=		\$ 173.38	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto: _____ **Unidad:** _____

Suministro y colocación de tubería de cobre "M" de 25 mm, incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor. m

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Tubo de cobre "M" 25 mm	m	1.05	\$ 171.67	\$ 180.25	83%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 180.25	82.5%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0476	\$ 779.75	\$ 37.11	17%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 37.11	17%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 37.11	\$ 1.11	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 1.11	1%

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq= \$ 218.48 100%

% Indirectos=		11.4%	\$ 24.97
Subtotal 1=			\$ 243.45
% Financiamiento=		1.8%	\$ 4.38
Subtotal 2=			\$ 247.83
% Cargos Utilidad=		13.3%	\$ 33.04
PRECIO UNITARIO=			\$ 280.87
% Cargos Adicionales=		0.5%	\$ 1.40
Total=			\$ 282.28

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:
Suministro y colocación de válvula de compuerta de 25 mm de diámetro, incluye mano de obra, herramienta menor y empaques						pza

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Válvula de compuerta de 25 mm	pza	1	\$ 126.00	\$ 126.00	59%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 126.00

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.1110	\$ 779.75	\$ 86.54	40%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 86.54

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 86.54	\$ 2.60	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 2.60

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 215.14	100%
---	--	--	--	--	--	------------------	-------------

% Indirectos=		11.4%	\$ 24.59
Subtotal 1=			\$ 239.73
% Financiamiento=		1.8%	\$ 4.32
Subtotal 2=			\$ 244.04
% Cargos Utilidad=		13.3%	\$ 32.54
PRECIO UNITARIO=			\$ 276.58
% Cargos Adicionales=		0.5%	\$ 1.38
Total=			\$ 277.97

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
Suministro y colocación de registro precolado de 60 x 40 x 100 cm, incluye mano de obra, herramienta menor, conexiones de entra y salida.		pza

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Registro de concreto precolado de 60 x 40 x 100 cm	pza	1	\$ 10,500.00	\$ 10,500.00	97%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 10,500.00

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	3	Incluye Cabo de oficios, ayudante de instalación y oficial electricista.	\$/jor	0.3509	\$ 798.27	\$ 280.10	3%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 280.10

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 280.10	\$ 8.40	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 8.40

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 10,788.50	100%
---	--	--	--	--	--	---------------------	-------------

% Indirectos=		11.4%	\$ 1,233.08
Subtotal 1=			\$ 12,021.58
% Financiamiento=		1.8%	\$ 216.39
Subtotal 2=			\$ 12,237.97
% Cargos Utilidad=		13.3%	\$ 1,631.73
PRECIO UNITARIO=			\$ 13,869.70
% Cargos Adicionales=		0.5%	\$ 69.35
Total=			\$ 13,939.05

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:						Unidad:	
Suministro y colocación de Yee de PVC de 100 mm de diámetro, incluye mano de obra y herramienta menor						pza	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Yee de PVC de 100 mm	pza	1.05	\$ 11.00	\$ 11.55	9%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 11.55	9.1%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.1429	\$ 779.75	\$ 111.39	88%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 111.39	88%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 111.39	\$ 3.34	3%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 3.34	3%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 126.28	100%
% Indirectos=						11.4%	\$ 14.43
Subtotal 1=						\$ 140.72	
% Financiamiento=						1.8%	\$ 2.53
Subtotal 2=						\$ 143.25	
% Cargos Utilidad=						13.3%	\$ 19.10
PRECIO UNITARIO=						\$ 162.35	
% Cargos Adicionales=						0.5%	\$ 0.81
Total=						\$ 163.16	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:							Unidad:	
Suministro e instalación de válvula de paso en tubería de gas. Incluye mano de obra y herramienta menor							pza	
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%	
MATERIALES		Válvula de paso	pza	1	\$ 55.00	\$ 55.00	77%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 55.00	77.4%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%	
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.0200	\$ 779.75	\$ 15.59	22%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 15.59	22%
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%	
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 15.59	\$ 0.47	1%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 0.47	1%
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 71.06	100%	
% Indirectos= 11.4%						\$ 8.12		
Subtotal 1=						\$ 79.19		
% Financiamiento= 1.8%						\$ 1.43		
Subtotal 2=						\$ 80.61		
% Cargos Utilidad= 13.3%						\$ 10.75		
PRECIO UNITARIO=						\$ 91.36		
% Cargos Adicionales= 0.5%						\$ 0.46		
Total=						\$ 91.82		

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
Concepto:							Unidad:
Suministro y colocación de tinaco con capacidad de 450 L, incluye conexiones de entrada y salida, mano de obra y herramienta menor							pza
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Tinaco de 450 L	pza	1	\$ 1,010.00	\$ 1,010.00	79%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 1,010.00
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.3322	\$ 779.75	\$ 259.05	20%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 259.05
	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 259.05	\$ 7.77	1%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
	Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 7.77
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq.=						\$ 1,276.82	100%
					% Indirectos=	11.4%	\$ 145.94
					Subtotal 1=		\$ 1,422.76
					% Financiamiento=	1.8%	\$ 25.61
					Subtotal 2=		\$ 1,448.37
					% Cargos Utilidad=	13.3%	\$ 193.12
					PRECIO UNITARIO=		\$ 1,641.49
					% Cargos Adicionales=	0.5%	\$ 8.21
					Total=		\$ 1,649.69

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:		Unidad:
	Aplanado en muros acabado pulido con mortero cemento- arena proporción 1:5, con espesor de 0.01 m incluye mano de obra y herramienta menor.	m2

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
MATERIALES		Mortero 1:5	m3	1.07	\$ 1,473.73	\$ 1,576.89	95%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 1,576.89	94.5%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%
MANO DE OBRA	3	Incluye Cabo de oficios, ayudante de instalación y oficial electricista.	\$/jor	0.1110	\$ 798.27	\$ 88.60	5%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 88.60	5%

	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%
EQUIPO		Herramienta menor	%	3	\$ 88.60	\$ 2.66	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
						\$ -	0%
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 2.66	0%

Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq=						\$ 1,668.15	100%
---	--	--	--	--	--	--------------------	-------------

% Indirectos=	11.4%	\$ 190.66
Subtotal 1=		\$ 1,858.81
% Financiamiento=	1.8%	\$ 33.46
Subtotal 2=		\$ 1,892.27
% Cargos Utilidad=	13.3%	\$ 252.30
PRECIO UNITARIO=		\$ 2,144.57
% Cargos Adicionales=	0.5%	\$ 10.72
Total=		\$ 2,155.29

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Concepto:							Unidad:	
Suministro e instalación de calentador de paso de 6 L, incluye mano de obra y herramienta menor							pza	
MATERIALES	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%	
		Calentador de paso de 6 L	pza	1	\$ 2,319.00	\$ 2,319.00	85%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
Costo Directo Materiales (C.D. Mat.)=						\$ 2,319.00	85.2%	
MANO DE OBRA	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Salario Real	Importe	%	
	4	Incluye Oficial plomero, ayudante de instalación y cabo de oficios.	\$/jor	0.5000	\$ 779.75	\$ 389.87	14%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
Costo Directo Mano de Obra (C.D. M. O.)=						\$ 389.87	14%	
EQUIPO	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario	Importe	%	
		Herramienta menor	%	3	\$ 389.87	\$ 11.70	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
						\$ -	0%	
Costo Directo Equipo (C.D. Eq.)=						\$ 11.70	0%	
Costo Directo= C.D. Mat.+ C.D.M.O.+C.D.Eq.=						\$ 2,720.57	100%	
					% Indirectos=	11.4%	\$ 310.95	
					Subtotal 1=		\$ 3,031.52	
					% Financiamiento=	1.8%	\$ 54.57	
					Subtotal 2=		\$ 3,086.09	
					% Cargos Utilidad=	13.3%	\$ 411.48	
					PRECIO UNITARIO=		\$ 3,497.57	
					% Cargos Adicionales=	0.5%	\$ 17.49	
					Total=		\$ 3,515.06	

Con la cuantificación presentada en los generadores y los precios unitarios desglosados anteriormente, es posible determinar el presupuesto como se presenta a continuación:

	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
1	Conexión de tubo sanitario de PVC de 15 cm Ø a codo 90°. Incluye solvente, pegamento, mano de obra y herramienta menor.	pza	2.00	\$ 123.08	\$ 246.17
2	Suministro y colocación de cople PVC de 15 cm Ø. Incluye solvente, pegamento, mano de obra y herramienta menor.	pza	3.00	\$ 95.59	\$ 286.76
3	Suministro y colocación de bajada pluvial con tubo sanitario PVC de 3 m por 15 cm Ø. Incluye empotramiento mano de obra y herramienta menor.	m	6.70	\$ 238.44	\$ 1,597.57
4	Desmante de terreno. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m2	70.00	\$ 6.00	\$ 419.89
5	Limpieza, trazo y nivelación de terreno. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m2	70.00	\$ 30.21	\$ 2,114.92
6	Excavación a mano en terreno seco tipo "A" a una profundidad de 2.01 a 4m. Incluye afine, taludes, fondo, mano de obra y herramienta menor.	m3	192.50	\$ 200.48	\$ 38,592.48
7	Relleno y compactación de material producto de la excavación con pisón y agua, en capas de 20 cm. Incluye mano de obra, herramienta menor y acarreo dentro de la obra.	m3	9.07	\$ 157.78	\$ 1,431.42
8	Suministro y colocación de plantilla de concreto f'c=100 kg/cm2 con espesor de 7 cm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m2	0.24	\$ 131.13	\$ 31.47
9	Suministro y colocación de registro tipo arenero de 40 x 60 cm de plástico reforzado con entrada y salida de efluente de 15 cm Ø y rejilla de plástico reforzado con tapa de concreto polimérico. Incluye conexiones de entrada y salida a tubo sanitario de PVC.	pza	1.00	\$ 3,277.09	\$ 3,277.09
10	Suministro y colocación de tubo sanitario de PVC de 15 cm Ø. Incluye habilitación, mano de obra y herramienta menor.	m	2.20	\$ 338.92	\$ 745.62
11	Traspaleo de material producto de la excavación hasta 2 m. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m3	183.43	\$ 41.66	\$ 7,640.76

Continúa Presupuesto...

...Continuación Presupuesto

	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
12	Habilitado y armado de acero de refuerzo en tapa de cisterna con varilla del #4 en ambas direcciones @ 25 cm. Incluye traslapes, ganchos, desperdicios, mano de obra y herramienta menor.	ton	0.31	\$ 5,953.32	\$ 1,833.30
13	Habilitado y armado de acero de refuerzo en muro con varilla del #3 en ambas direcciones @ 25 cm. Incluye traslapes, ganchos, desperdicios, mano de obra y herramienta menor.	ton	0.63	\$ 5,953.32	\$ 3,772.81
14	Colocación de muro de concreto f'c = 250 kg/cm2. Incluye cimbra, curado, vibrado, mano de obra y herramienta menor.	m3	12.72	\$ 4,784.54	\$ 60,859.30
15	Habilitado y armado de acero de refuerzo en piso con varilla del #5 en ambas direcciones @ 14 cm. Incluye traslapes, ganchos, desperdicios, mano de obra y herramienta menor.	ton	1.05	\$ 5,953.32	\$ 6,271.86
16	Colocación de piso con concreto f'c = 250 kg/cm2 con espesor de 35 cm. Incluye cimbra, colado, vibrado, mano de obra y herramienta menor.	m3	11.34	\$ 2,088.83	\$ 23,687.32
17	Conexión de la red de agua pública con cisterna. Incluye mano de obra y herramienta menor.	sal	1.00	\$ 371.18	\$ 371.18
18	Suministro y colocación de tapa de acceso a la cisterna de acero inoxidable de 60 x 60 cm lamina calibre 10. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	3.00	\$ 3,822.09	\$ 11,466.28
19	Suministro e instalación de escalera marina en cuarto de bombas con 2 tubos de fierro galvanizado cédula 40 1 1/4" y escalones con varilla del No. 5 de 40 cm de longitud a cada 30 cm. Incluye anclaje y pintura de esmalte, suministro y colocación.	m	4.00	\$ 340.81	\$ 1,363.23
20	Suministro e instalación de bomba de 1 HP. Incluye conexiones de entra, salida, electroniveles, mano de obra y herramienta menor.	sal	2.00	\$ 3,486.08	\$ 6,972.15
21	Suministro y colocación de tubería de cobre "L" de 19 mm. Incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor.	m	11.01	\$ 173.38	\$ 1,908.95
22	Suministro y colocación de codo de cobre de 90° de 13 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	26.00	\$ 65.53	\$ 1,703.66

Continúa Presupuesto...

...Continuación Presupuesto

	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
23	Suministro y colocación de codo de cobre de 90° de 19 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	30.00	\$ 75.97	\$ 2,279.15
24	Suministro y colocación de codo de cobre de 90° de 25 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	24.00	\$ 216.70	\$ 5,200.82
25	Suministro y colocación de cople de cobre a cobre de 13 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	11.00	\$ 64.71	\$ 711.83
26	Suministro y colocación de cople de cobre a cobre de 19 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	32.00	\$ 73.26	\$ 2,344.26
27	Suministro y colocación de cople de cobre a cobre de 25 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	23.00	\$ 112.35	\$ 2,584.11
28	Suministro y colocación de Tee de cobre a cobre de 13 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	13.00	\$ 107.62	\$ 1,399.03
29	Suministro y colocación de Tee de cobre a cobre de 19 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	11.00	\$ 131.36	\$ 1,444.94
30	Suministro y colocación de Tee de cobre a cobre de 25 mm. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	2.00	\$ 237.82	\$ 475.65
31	Suministro y colocación de tinaco con capacidad de 1100 L. Incluye conexiones de entrada y salida, mano de obra y herramienta menor	pza	1.00	\$ 2,419.60	\$ 2,419.60
32	Suministro e instalación de llave de nariz de bronce. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	2.00	\$ 146.85	\$ 293.70
33	Suministro e instalación de regadera ahorradora. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	3.00	\$ 1,711.82	\$ 5,135.45
34	Suministro e instalación de llave ahorradora en lavabo. Incluye manerales, mano de obra y herramienta menor.	pza	3.00	\$ 2,436.09	\$ 7,308.27
35	Suministro e instalación de llave ahorradora en lavatrastos. Incluye manerales, mano de obra y herramienta menor.	pza	1.00	\$ 6,800.56	\$ 6,800.56

Continúa Presupuesto...

...Continuación Presupuesto

	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
36	Suministro e Instalación de Equipo para el Sistema de Captación de Agua Pluvial (SCAP) incluye Tanques de arena y carbón activado, Generador de ozono, Clorador, Luz ultravioleta, Mano de Obra y Herramienta.	Lote	1.00	\$ 126,962.22	\$ 126,962.22
37	Suministro y colocación de inodoro ahorrador con tanque de 4.8 L. Incluye pijas, cuello de cera, mano de obra y herramienta menor.	pza	3.00	\$ 3,722.52	\$ 11,167.55
38	Suministro y colocación de coladera cespól de bote de P.V.C. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	9.00	\$ 160.52	\$ 1,444.67
39	Suministro y colocación de tubería de PVC sanitario 10 cm Ø. Incluye mano de obra y herramienta menor	m	30.27	\$ 107.48	\$ 3,253.34
40	Suministro y colocación de tubería de PVC sanitario 5 cm Ø. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m	22.03	\$ 53.43	\$ 1,176.97
41	Suministro e instalación de codo de PVC de 90° 10 cm Ø. Incluye cemento, mano de obra y herramienta menor.	pza	11.00	\$ 90.27	\$ 992.98
42	Suministro y colocación de Cople de PVC de 10 cm Ø. Incluye mano de obra y herramienta menor	pza	11.00	\$ 78.41	\$ 862.54
43	Suministro y colocación de Cople de PVC de 5 cm Ø. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	8.00	\$ 56.67	\$ 453.38
44	Suministro y colocación de bomba automática 1/4 HP, Incluye conexiones de entrada, salida, mano de obra y herramienta menor.	sal	1.00	\$ 2,355.55	\$ 2,355.55
45	Suministro e Instalación de Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTA) con capacidad de flujo de 0.5 m ³ al día, con 1.4 m de diámetro por 1.8 m de altura, incluye mano de Obra, herramienta y todo para su correcta instalación.	Lote	1.00	\$ 149,428.91	\$ 149,428.91
46	Suministro e instalación de tanque estacionario para gas de 120 litros de capacidad con regulador. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	1.00	\$ 4,434.43	\$ 4,434.43

Continúa Presupuesto...

...Continuación Presupuesto

	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
47	Suministro e Instalación de Calentador Solar (Tubos al vacío) de 200 litros de capacidad; incluye calentador solar, válvula anti congelamiento, válvula termostática, Mano de Obra, Herramienta y Todo para su correcta instalación.	Lote	1.00	\$ 21,318.47	\$ 21,318.47
48	Suministro e Instalación de KIT FOTOVOLTAICO PARA INTERCONEXIÓN DE 2.8kWp (panel 240), incluye estructura, inversor, cable, controlador de carga, colectores, sistemas de montaje, Mano de Obra, Herramienta y Todo para su correcta instalación.	Lote	1.00	\$ 132,624.37	\$ 132,624.37
49	Colocación de tapa con concreto f'c = 250 kg/cm2 con espesor de 20 cm. Incluye cimbra, colado, vibrado, mano de obra y herramienta menor.	m3	5.90	\$ 3,487.56	\$ 20,565.42
50	Suministro y colocación de tubería de cobre "M" de 13 mm. Incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor.	m	27.33	\$ 111.58	\$ 3,049.53
51	Suministro y colocación de tubería de cobre "M" de 19 mm. Incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor.	m	79.88	\$ 173.38	\$ 13,849.86
52	Suministro y colocación de tubería de cobre "M" de 25 mm. Incluye trazo, conexiones, mano de obra y herramienta menor.	m	62.78	\$ 282.28	\$ 17,721.42
53	Suministro y colocación de válvula de compuerta de 25 mm de diámetro. Incluye mano de obra, herramienta menor y empaques.	pza	4.00	\$ 277.97	\$ 1,111.86
54	Suministro y colocación de registro precolado de 60 x 40 x 100 cm. Incluye mano de obra, herramienta menor, conexiones de entra y salida.	pza	1.00	\$ 13,939.05	\$ 13,939.05
55	Suministro y colocación de Yee de PVC de 100 mm de diámetro. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	7.00	\$ 163.16	\$ 1,142.14
56	Suministro e instalación de válvula de paso en tubería de gas. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	3.00	\$ 91.82	\$ 275.45
57	Suministro y colocación de tinaco con capacidad de 450 L. Incluye conexiones de entrada y salida, mano de obra y herramienta menor.	pza	2.00	\$ 1,649.69	\$ 3,299.39

Continúa Presupuesto...

...Continuación Presupuesto

Concepto		Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
58	Aplanado en muros acabado pulido con mortero cemento- arena proporción 1:5, con espesor de 0.01 m. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m2	72.00	\$ 2,155.29	\$ 155,180.97
59	Suministro e instalación de calentador de paso de 6 L. Incluye mano de obra y herramienta menor.	pza	1.00	\$ 3,515.06	\$ 3,515.06
Sub Total					\$ 905,117.07
I.V.A					\$ 144,818.73
Total					\$ 1,049,935.80

i. Costo-beneficio

Para comenzar con el análisis del costo beneficio se extraen del presupuesto, el precio de los sistemas propuestos comparando esto con el presupuesto que tendría una casa prototipo convencional.

Consideraciones:

- El costo por muebles ahorradores se desprecia ya que llega a ser un asunto de sólo decidir por este tipo de equipo, debido a que el precio de un mueble ahorrador comparado con el de un mueble convencional no varía en gran proporción. Algunas veces el mueble convencional resulta ser más caro que el ahorrador y viceversa.
- Se considera que una casa convencional con estas dimensiones cuenta con una cisterna de 20 m3. Para el cálculo del precio de esta cisterna se consideró el mismo diseño estructural de la cisterna de este proyecto.
- El incremento en el costo por metro cuadrado construido en una casa tamaño residencial, como es nuestro caso fue sólo la inflación⁷¹.
- El precio en el insumo de luz, agua y gas no incrementa durante un período de 20 años, es decir, la proyección de costo-beneficio está evaluada a precios de hoy.
- Se considera que las pérdidas dentro de la red de agua pública es de 50%.
- El mantenimiento de las instalaciones es despreciable durante el período de proyección.
- No se considera el arreglo eléctrico, ya que de cualquier manera se tendría que instalar.

La construcción de cualquier vivienda requiere instalaciones hidráulicas, sanitarias y de drenaje, bajadas pluviales y una pequeña cisterna para almacenamiento de agua potable; es por esto que el costo de estas instalaciones no se tomará en cuenta en el análisis de costo-beneficio y se realizarán los ajustes necesarios para considerar únicamente la inversión por los equipos “extra”, es decir, aquellos que no son considerados en una vivienda convencional.

En la siguiente tabla se muestran los costos por instalaciones sustentables:

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
36	Suministro e Instalación de Equipo para el Sistema de Captación de Agua Pluvial (SCAP) incluye Tanques de arena y carbón activado, Generador de ozono, Clorador, Luz ultravioleta, Mano de Obra y Herramienta.	Lote	1.00	\$ 130,418.94	\$ 130,418.94
45	Suministro e Instalación de Plata de Tratamiento de Agua Residual (PTA) con capacidad de flujo de 0.5 m ³ al día, con 1.4 m de diámetro por 1.8 m de altura, incluye mano de Obra, herramienta y todo para su correcta instalación.	Lote	1.00	\$ 153,497.31	\$ 153,497.31
47	Suministro e Instalación de Calentador Solar (Tubos al vacío) de 200 litros de capacidad; incluye calentador solar, válvula anti congelamiento, válvula termostática, Mano de Obra, Herramienta y Todo para su correcta instalación.	Lote	1.00	\$ 21,898.89	\$ 21,898.89
48	Suministro e Instalación de KIT FOTOVOLTAICO PARA INTERCONEXIÓN DE 2.8kWp (panel 240), incluye estructura, inversor, cable, controlador de carga, colectores, sistemas de montaje, Mano de Obra, Herramienta y Todo para su correcta instalación.	Lote	1.00	\$ 136,235.26	\$ 136,235.26
VARIOS	CISTERNA de 80 m ³	Lote	1	\$ 317,200.74	\$ 317,200.74

Tabla 39 - Costos de instalaciones sustentables

Como se mencionó anteriormente, cualquier vivienda convencional generalmente cuenta con una cisterna; sin embargo, las dimensiones de esta suelen ser menores comparada con la que se propone en este proyecto; por lo que se obtendrá de forma rápida el costo de una cisterna de 20

m³ (volumen promedio de cisternas convencionales) y la diferencia de costos (entre la cisterna del proyecto de 80 m³ y la cisterna convencional de 20 m³) será el monto utilizado para el análisis de costo-beneficio.

En la tabla 42 se muestra el desglose de actividades para obtener el monto por una cisterna de 20 m³.

Realizando la diferencia de costos entre cisternas:

ANÁLISIS DE LA CISTERNA		
	VOLUMEN	PRECIO
COMÚN	20	\$ 112,593.58
SUSTENTABLE	80	\$ 317,200.74
	DIFERENCIA	\$ 204,607.17

Tabla 40 - Análisis de la cisterna

Por lo tanto los costos extra serían:

COSTOS EXTRAS A UNA RESIDENCIA SIN ESTE TIPO DE INSTALACIONES		
SCAP	\$	130,418.94
PTAR	\$	153,497.31
CALENTADOR SOLAR	\$	21,898.89
PANELES FOTOVOLTAICOS	\$	136,235.26
CISTERNA	\$	204,607.17
TOTAL	\$	646,657.57

Tabla 41 - Costo extra de instalaciones sustentables para una vivienda

Para realizar el análisis costo-beneficio es necesario conocer el costo de una vivienda convencional y compararlo con el costo total de una vivienda con instalaciones sustentables.

Del libro *Costos de construcción y edificación Volumen II*⁷², se obtiene el monto total por metro cuadrado de vivienda. Dado que este dato es del año 2008, se aplica la inflación para obtener un valor actual.

CISTERNA	CONCEPTO	UNIDAD	P.U.	SUSTENTABLE		NORMAL	
				CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE
4	Desmante de terreno. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m2	\$ 6.16	70.00	\$ 431.32	28.00	\$ 172.53
5	Limpieza, trazo y nivelación de terreno. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m2	\$ 31.04	70.00	\$ 2,172.50	28.00	\$ 869.00
6	Excavación a mano en terreno seco tipo "A" a una profundidad de 2.01 a 4m. Incluye afine, taludes, fondo, mano de obra y herramienta menor.	m3	\$ 205.94	192.50	\$ 39,643.21	77.00	\$ 15,857.29
7	Relleno y compactación de material producto de la excavación con pisón y agua, en capas de 20 cm. Incluye mano de obra, herramienta menor y acarreo dentro de la obra.	m3	\$ 162.08	9.07	\$1,470.39	2.60	\$ 421.41
11	Traspaleo de material producto de la excavación hasta 2 m. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m3	\$ 42.79	183.43	\$ 7,848.79	74.40	\$ 3,183.54
12	Habilitado y armado de acero de refuerzo en tapa de cisterna con varilla del #4 en ambas direcciones @ 25 cm. Incluye traslapes, ganchos, desperdicios, mano de obra y herramienta menor.	ton	\$ 6,115.40	0.36	\$ 2,210.84	0.10	\$ 631.51
13	Habilitado y armado de acero de refuerzo en muro con varilla del #3 en ambas direcciones @ 25 cm. Incluye traslapes, ganchos, desperdicios, mano de obra y herramienta menor.	ton	\$ 6,115.40	0.28	\$ 1,742.45	0.13	\$ 795.00
14	Colocación de muro de concreto f'c = 250 kg/cm2. Incluye cimbra, curado, vibrado, mano de obra y herramienta menor.	m3	\$ 3,627.11	12.72	\$ 46,136.79	5.92	\$ 21,472.47

Continúa Tabla 42...

...Continuación Tabla 42

CISTERNA	CONCEPTO	UNIDAD	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE
15	Habilitado y armado de acero de refuerzo en piso con varilla del #5 en ambas direcciones @ 14 cm. Incluye traslapes, ganchos, desperdicios, mano de obra y herramienta menor.	ton	\$ 6,115.40	1.01	\$ 6,183.13	0.29	\$ 1,766.61
16	Colocación de piso con concreto f'c = 250 kg/cm2 con espesor de 35 cm. Incluye cimbra, colado, vibrado, mano de obra y herramienta menor.	m3	\$ 1,099.45	15.88	\$ 17,454.81	4.54	\$ 4,987.09
49	Colocación de tapa con concreto f'c = 250 kg/cm2 con espesor de 20 cm. Incluye cimbra, colado, vibrado, mano de obra y herramienta menor.	m3	\$ 3,582.51	9.07	\$ 32,500.53	2.60	\$ 9,285.87
58	Aplanado en muros acabado pulido con mortero cemento- arena proporción 1:5, con espesor de 0.01 m. Incluye mano de obra y herramienta menor.	m2	\$ 2,213.97	72.00	\$ 159,405.99	24.00	\$ 53,135.33
					\$ 317,200.74		\$112,593.58

Tabla 42 - Costo de cisterna convencional de 20 m3

COSTO POR METRO CUADRADO DE CONSTRUCCIÓN			
COSTO 2008*	\$	10,055.54	\$/m2
INFLACIÓN			4% ANUAL
COSTO 2012	\$	11,763.56	\$/m2

Tabla 43 - Costo del m² de construcción

Con el costo por m² de construcción podemos obtener el monto total de una vivienda de 261.1 m², dado que este es el área de construcción del presente proyecto.

COSTO DE CONSTRUCCIÓN			
COSTO/m2	\$	11,763.56	\$/m2
CONSTRUCCIÓN		261.1	m2
COSTO	\$	3,071,465.40	

Tabla 44 - Costo de una vivienda convencional

El costo anterior está dado a costo directo, aplicando los porcentajes de costos indirectos, financiamiento, utilidad y cargos adicionales, el precio de venta sería:

PRESUPUESTO SIN INSTALACIONES		
COSTO DIRECTO		\$ 3,071,465.40
COSTO INDIRECTO	11%	\$ 351,056.28
CD + CI		\$ 3,422,521.68
FINANCIAMIENTO	2%	\$ 61,605.39
CD+ CI+ CF		\$ 3,484,127.07
UTILIDAD	13%	\$ 464,550.28
CD+ CI+ CF + U		\$ 3,948,677.35
CARGOS ADICIONALES	1%	\$ 19,743.39
PRECIO DE VENTA		\$ 3,968,420.73

Tabla 45 - Precio de venta de una vivienda convencional

Realizando la comparación del presupuesto con y sin instalaciones tenemos:

AGREGANDO INSTALACIONES SUSTENTABLES	
PRESUPUESTO SIN INSTALACIONES	\$ 3,968,420.73
PRESUPUESTO DE LA INSTALACIONES	\$ 646,657.57
COSTO TOTAL	\$ 4,615,078.30

Tabla 46 - Precio de venta con instalaciones sustentables

Por lo tanto, el incremento en el presupuesto de una vivienda por las instalaciones sustentables es de un **16.3%**.

i.1 Muebles ahorradores

En la siguiente tabla se muestran los ahorros de agua gracias al uso de muebles ahorradores así como su equivalencia en dinero:

AHORRO EN CONSUMO DE LA RED DE AGUA		
MES	8.45	m3
AÑO	101.38	m3
COSTO PROMEDIO	6.00	\$/m3
AHORRO AL AÑO	608.26	\$

Tabla 47 - Ahorro de agua en consumo de la red pública

Obteniendo el ahorro acumulado para una proyección de 20 años:

AHORRO ACUMULADO					
AÑO	1	5	10	15	20
AGUA, m ³	101.38	506.88	1,013.76	1,520.64	2,027.52
ECONÓMICO	\$ 608.26	\$ 3,041.28	\$ 6,082.56	\$ 9,123.84	\$ 12,165.12

Tabla 48 - Ahorro de agua acumulado a 20 años por muebles ahorradores

Realizando un análisis del retorno de inversión, tenemos la siguiente tabla:

PERIODO	INVERSIÓN	AHORRO	INVERSIÓN + AHORRO	ACUMULADO
0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 608.26
2		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 1,216.51
3		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 1,824.77
4		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 2,433.02
5		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 3,041.28
6		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 3,649.54
7		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 4,257.79
8		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 4,866.05
9		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 5,474.30
10		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 6,082.56
11		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 6,690.82
12		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 7,299.07
13		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 7,907.33
14		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 8,515.58
15		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 9,123.84

Continúa Tabla 49...

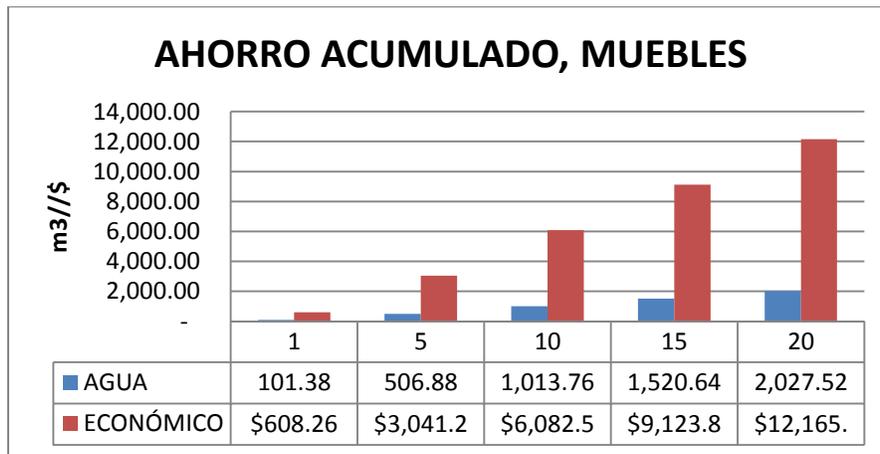
...Continuación Tabla 49

PERIODO	INVERSIÓN	AHORRO	INVERSIÓN + AHORRO	ACUMULADO
16		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 9,732.10
17		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 10,340.35
18		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 10,948.61
19		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 11,556.86
20		\$ 608.26	\$ 608.26	\$ 12,165.12

Tabla 49 - Retorno de inversión de muebles ahorradores

Por lo tanto el ahorro acumulado a 20 años será de **\$ 12 165.12**. Dado que la diferencia de precio entre muebles ahorradores y muebles convencionales se desprecia, la inversión se considera nula, puesto que en cualquier vivienda es necesario contar con muebles sanitarios.

En la siguiente gráfica se muestra el ahorro tanto en agua como económico en períodos de 5 años.



Gráfica 1 - Ahorro acumulado para muebles ahorradores



Gráfica 2 - Retorno de inversión para muebles ahorradores

Podemos realizar una equivalencia de este ahorro en agua comparado con garrafones y kilogramos de maíz (considerando el agua necesaria para riego) ⁷³.

EQUIVALENTE A	106,711.58	GARRAFONES
Ó EL AGUA PARA CULTIVAR	2,234.92	Kg DE MAIZ

Tabla 50 - Equivalencias del ahorro de agua por muebles ahorradores

i.2 Sistema de captación de agua pluvial (SCAP)

En la siguiente tabla se muestra el ahorro de agua anual así como su equivalente en pesos mexicanos.

AHORRO EN CONSUMO DE LA RED DE AGUA		
MES	8.40	m3
AÑO	100.80	m3
COSTO PROMEDIO	6.00	\$/m3
AHORRO AL AÑO	604.80	\$

Tabla 51 - Ahorro de agua por Sistema de Captación de Agua Pluvial

Realizando el ahorro acumulado para una proyección de 20 años tenemos:

AÑO	1	5	10	15	20
AGUA	100.80	504.00	1,008.00	1,512.00	2,016.00
ECONÓMICO	\$ 604.80	\$ 3,024.00	\$ 6,048.00	\$ 9,072.00	\$ 12,096.00

Tabla 52 - Ahorro de agua acumulado a 20 años por SCAP

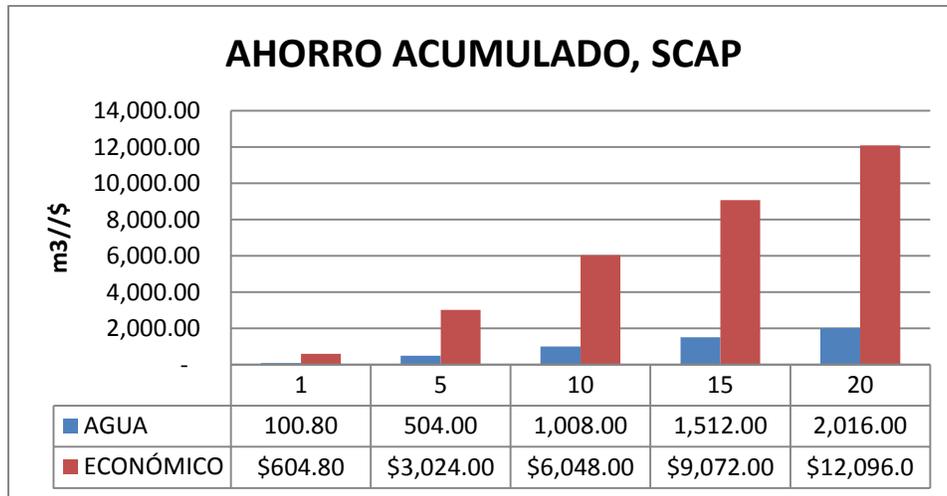
En el caso del SCAP si se tiene una inversión inicial de \$ 130 418.94, por lo que su retorno de inversión será:

PERIODO	INVERSIÓN	AHORRO	INVERSIÓN + AHORRO	ACUMULADO
0	-\$ 130,418.94	\$ -	-\$ 130,418.94	-\$ 130,418.94
1		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 129,814.14
2		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 129,209.34
3		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 128,604.54
4		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 127,999.74
5		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 127,394.94
6		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 126,790.14
7		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 126,185.34
8		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 125,580.54
9		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 124,975.74
10		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 124,370.94
11		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 123,766.14
12		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 123,161.34
13		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 122,556.54
14		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 121,951.74
15		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 121,346.94
16		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 120,742.14
17		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 120,137.34
18		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 119,532.54
19		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 118,927.74
20		\$ 604.80	\$ 604.80	-\$ 118,322.94

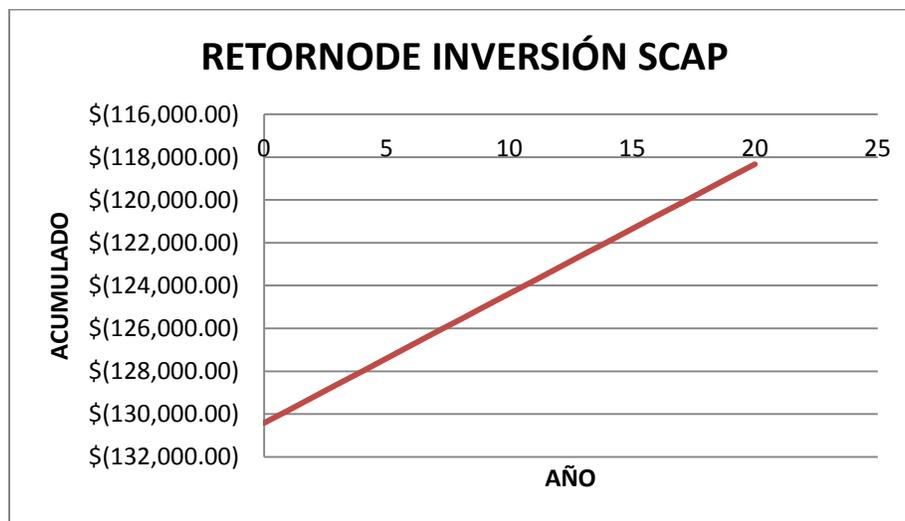
Tabla 53 - Retorno de inversión del SCAP

Como se puede ver en la tabla anterior, en un período de 20 años aún no es posible recuperar la inversión por el SCAP; sin embargo, el ahorro en agua es considerable.

En la siguiente gráfica se muestra el ahorro en m³ de agua así como su equivalente en costo, para períodos de 5 años.



Gráfica 3 - Ahorro acumulado del SCAP



Gráfica 4 - Retorno de inversión del SCAP

Si transformamos estos ahorros en garrafones de agua y/o maíz cultivable tenemos:

EQUIVALENTE A	106,105.26	GARRAFONES
Ó EL AGUA PARA CULTIVAR	2,222.22	Kg DE MAIZ

Tabla 54 - Equivalencias del ahorro de agua por SCAP

i.3 Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

Los ahorros anuales gracias a la PTAR tanto en m³ de agua como en pesos mexicanos se muestran en la siguiente tabla

AHORRO EN CONSUMO DE LA RED DE AGUA		
MES	4.20	m3
AÑO	50.40	m3
COSTO PROMEDIO	6.00	\$/m3
AHORRO AL AÑO	302.40	\$

Tabla 55 - Ahorro en agua por PTAR

Realizando el ahorro acumulado en un período de 20 años, tanto económico como en m³ de agua, tenemos:

AÑO	1	5	10	15	20
AGUA, m ³	50.40	252.00	504.00	756.00	1,008.00
ECONÓMICO	\$ 302.40	\$ 1,512.00	\$ 3,024.00	\$ 4,536.00	\$ 6,048.00

Tabla 56 - Ahorro acumulado a 20 años por PTAR

En la siguiente tabla se muestra el retorno de inversión para la PTAR, aunque nuevamente no es posible recuperar la inversión en un período de 20 años.

PERIODO	INVERSIÓN	AHORRO	INVERSIÓN + AHORRO	ACUMULADO
0	-\$ 153,497.31	\$ -	-\$ 153,497.31	-\$ 153,497.31
1		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 153,194.91
2		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 152,892.51
3		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 152,590.11
4		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 152,287.71
5		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 151,985.31
6		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 151,682.91
7		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 151,380.51
8		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 151,078.11
9		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 150,775.71
10		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 150,473.31
11		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 150,170.91

Continúa Tabla 57...

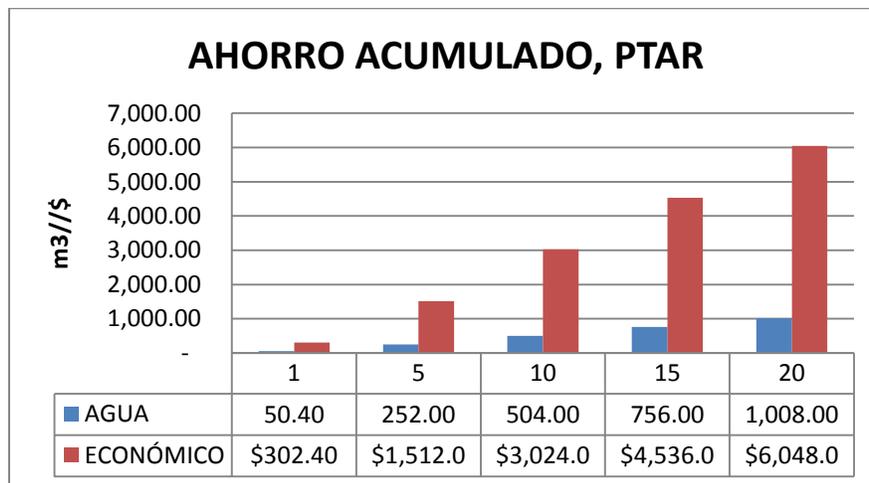
...Continuación Tabla 57

PERIODO	INVERSIÓN	AHORRO	INVERSIÓN + AHORRO	ACUMULADO
12		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 149,868.51
13		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 149,566.11
14		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 149,263.71
15		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 148,961.31
16		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 148,658.91
17		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 148,356.51
18		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 148,054.11
19		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 147,751.71
20		\$ 302.40	\$ 302.40	-\$ 147,449.31

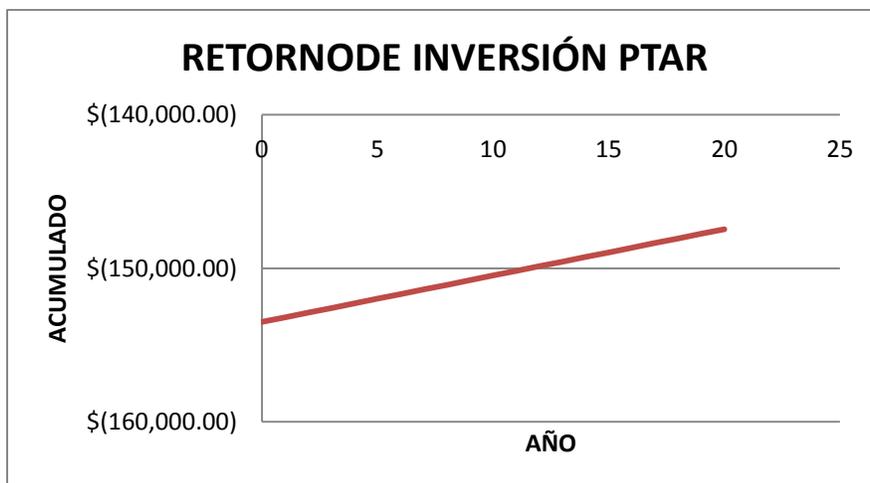
Tabla 57 - Retorno de inversión de la PTAR

Los ahorros económicos proporcionados por la PTAR no son suficientes para recuperar la inversión del sistema a lo largo de la vida útil del inmueble; sin embargo, el ahorro de agua es significativo.

En la siguiente gráfica se muestran los ahorros de agua y su equivalente en costo, para períodos de 5 años.



Gráfica 5 - Ahorro acumulado por PTAR



Gráfica 6 - Retorno de inversión de la PTAR

Comparando el ahorro de agua gracias a la PTAR con garrafones y el maíz que se podría cultivar, tenemos:

EQUIVALENTE A	53,052.63	GARRAFONES
Ó EL AGUA PARA CULTIVAR	1,111.11	Kg DE MAIZ

Gráfica 7 - Equivalencias del ahorro de agua por PTAR

i.4 Calentador solar

Para obtener el análisis costo-beneficio del calentador solar es necesario conocer la cantidad tanques de gas requeridos para una vivienda con y sin el sistema:

TANQUES AL AÑO	
SIN INSTALACIÓN	24.00
CON INSTALACIÓN	7.20

Tabla 58- Tanques de gas para una vivienda con y sin calentador solar

De la tabla anterior podemos obtener, que gracias al calentador solar, se tiene un ahorro anual del 70%.

Obteniendo el ahorro en pesos mexicanos⁷⁴.

AHORRO		
AHORRO AL AÑO	16.80	TANQUES
COSTO PROMEDIO POR TANQUE	329.76	\$/TANQUE
AHORRO AL AÑO	5,539.97	\$

Tabla 59 - Ahorro anual por Calentador Solar

Obteniendo el ahorro acumulado para una proyección de 20 años:

AÑO	1	5	10	15	20
TANQUES DE GAS	16.80	84.00	168.00	252.00	336.00
ECONÓMICO	\$ 5,539.97	\$ 27,699.84	\$ 55,399.68	\$ 83,099.52	\$ 110,799.36

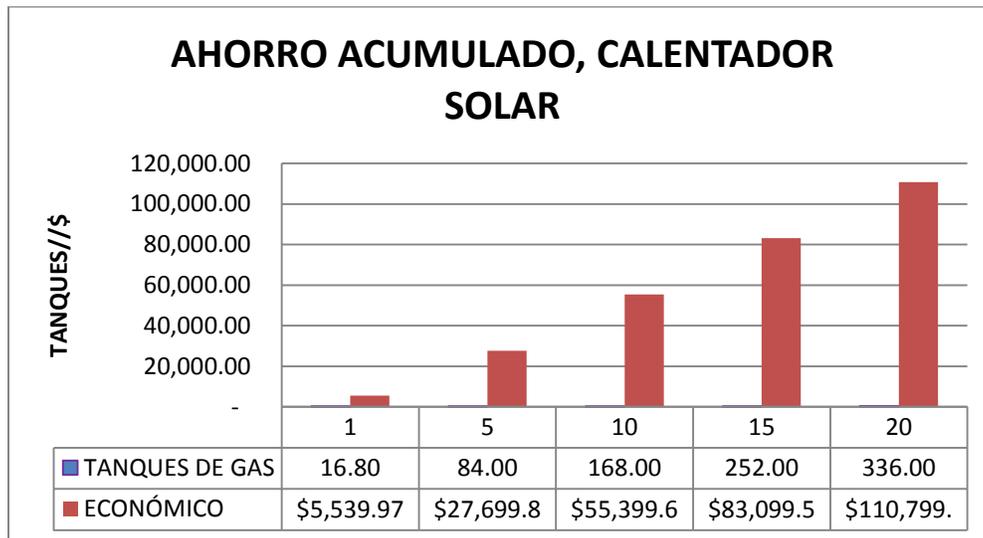
En la siguiente tabla se muestra el análisis de retorno de inversión:

PERIODO	INVERSIÓN	AHORRO	INVERSIÓN + AHORRO	ACUMULADO
0	-\$ 21,898.89	\$ -	-\$ 21,898.89	-\$ 21,898.89
1		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	-\$ 16,358.93
2		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	-\$ 10,818.96
3		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	-\$ 5,278.99
4		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 260.98
5		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 5,800.95
6		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 11,340.91
7		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 16,880.88
8		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 22,420.85
9		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 27,960.82
10		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 33,500.79
11		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 39,040.75
12		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 44,580.72
13		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 50,120.69
14		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 55,660.66
15		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 61,200.63
16		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 66,740.59
17		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 72,280.56
18		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 77,820.53
19		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 83,360.50
20		\$ 5,539.97	\$ 5,539.97	\$ 88,900.47

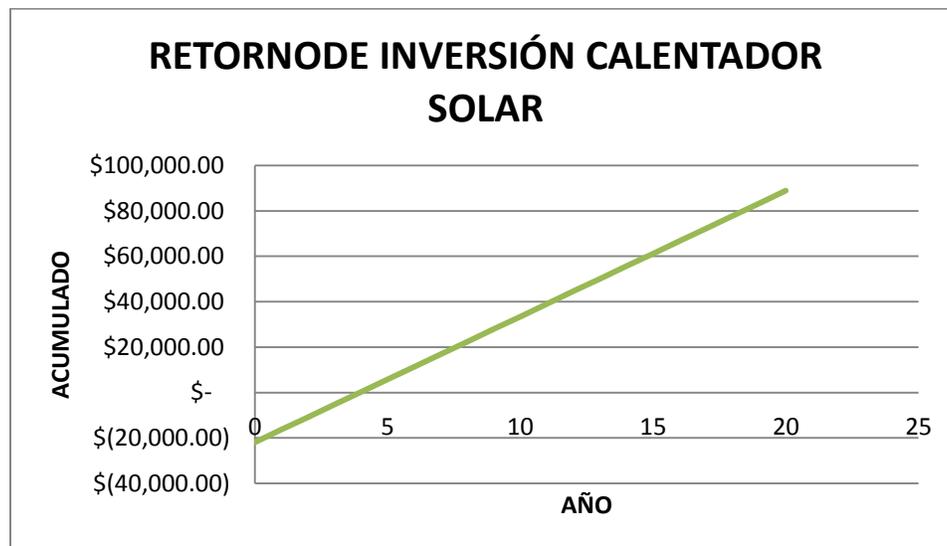
Tabla 60 - Retorno de inversión del Calentador Solar

De la tabla anterior podemos ver que para el caso del Calentador Solar, la inversión se recupera en un corto período y a partir del cuarto año sólo se cuenta con ganancias.

En la siguiente gráfica se muestra el ahorro acumulado por períodos de 5 años de tanques de gas y su equivalente en costo.



Gráfica 8 - Ahorro acumulado por Calentador Solar



Gráfica 9 - Retorno de inversión del Calentador Solar

Los beneficios del calentador de gas pueden ser comparados con árboles salvados y toneladas de CO2.

EQUIVALENTE A	77 ÁRBOLES
Y	25.00 TONELADAS DE CO2

Tabla 61 - Equivalencias del ahorro del Calentador Solar

i.5 Paneles fotovoltaicos

En el caso de los paneles fotovoltaicos se obtiene el consumo con y sin el sistema; sin embargo, el consumo con el sistema será 0 kw ya que es capaz de abastecer por completo las necesidades de la vivienda.

CONSUMO	kW AL AÑO
SIN INSTALACIÓN	4,200.00
CON INSTALACIÓN	-

Tabla 62 - Consumo con y sin paneles fotovoltaicos

Obteniendo el costo promedio, podemos obtener el ahorro anual gracias al sistema de paneles fotovoltaicos:

AHORRO AL AÑO		
CONSUMO	4,200.00	KW
COSTO PROMEDIO	\$ 18,799.24	\$, CFE TARIFA DAC
AHORRO ECONÓMICO	\$ 18,799.24	

Tabla 63 - Ahorro anual por paneles fotovoltaicos

En la siguiente tabla se muestra el ahorro acumulado para una proyección de 20 años:

AÑO	1	5	10	15	20
KW	4,200.00	21,000.00	42,000.00	63,000.00	84,000.00
ECONÓMICO	18,799.24	93,996.19	187,992.38	281,988.58	375,984.77

Tabla 64 - Ahorro acumulado a 20 años de paneles fotovoltaicos

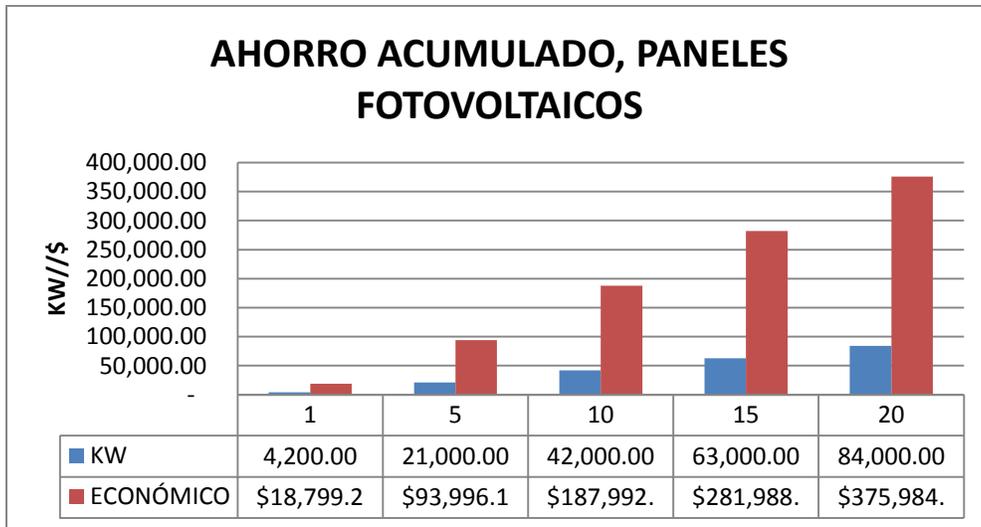
En la siguiente tabla se muestra el análisis para el retorno de inversión:

PERIODO	INVERSIÓN	AHORRO	INVERSIÓN + AHORRO	ACUMULADO
0	-\$ 136,235.26	\$ -	-\$ 136,235.26	-\$ 136,235.26
1		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	-\$ 117,436.02
2		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	-\$ 98,636.78
3		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	-\$ 79,837.54
4		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	-\$ 61,038.30
5		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	-\$ 42,239.06
6		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	-\$ 23,439.83
7		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	-\$ 4,640.59
8		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	\$ 14,158.65
9		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	\$ 32,957.89
10		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	\$ 51,757.13
11		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	\$ 70,556.37
12		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	\$ 89,355.60
13		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	\$ 108,154.84
14		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	\$ 126,954.08
15		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	\$ 145,753.32
16		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	\$ 164,552.56
17		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	\$ 183,351.80
18		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	\$ 202,151.03
19		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	\$ 220,950.27
20		\$ 18,799.24	\$ 18,799.24	\$ 239,749.51

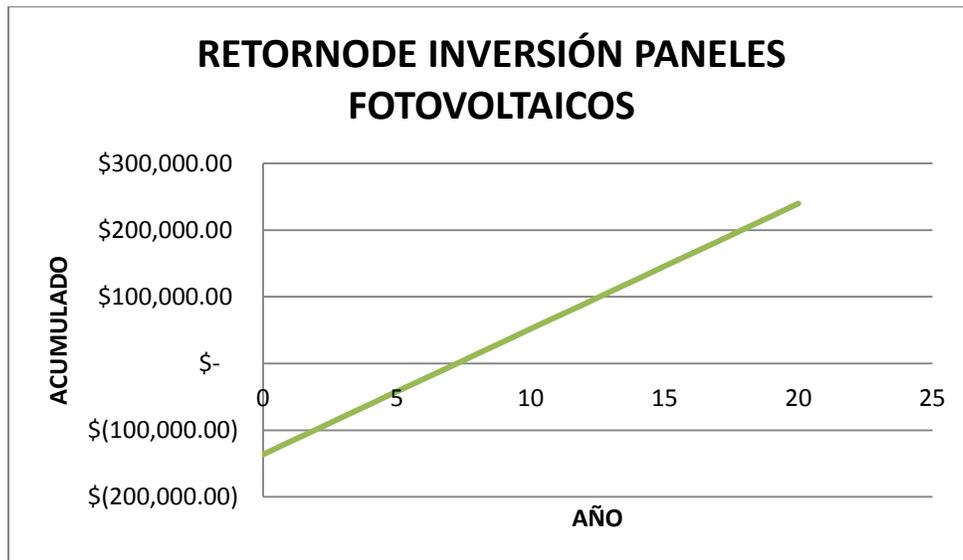
Tabla 65 - Retorno de inversión para Paneles Fotovoltaicos

De la tabla anterior podemos ver que la inversión se recupera en un período de 7 años y a partir del 8° año serán ahorros.

En la siguiente gráfica se muestran los ahorros en KW y su equivalente en pesos mexicanos, para períodos de 5 años.



Gráfica 10 - Ahorro acumulado por paneles fotovoltaicos



Gráfica 11 - Retorno de inversión de paneles fotovoltaicos

El ahorro obtenido por paneles fotovoltaicos es posible compararlo con árboles salvados y toneladas de CO₂.

EQUIVALENTE A	781	ÁRBOLES
Y	277	TONELADAS DE CO ₂

Tabla 66 - Equivalencias de ahorros para paneles fotovoltaicos

i.6 Resumen de ahorros

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los ahorros económicos y ambientales que proporcionan

Equipo	Costo extra	Porcentajes de instalación	Ahorro económico	Ahorro ambiental	¿Rentable económicamente?	¿Rentable ambientalmente?
MUEBLES	\$ -	0%	\$ 12,165.12	2027.52 m ³	SÍ	SÍ
SCAP	\$ 130,418.94	20%	\$ 12,096.00	2016 m ³	NO	SÍ
PTAR	\$ 153,497.31	24%	\$ 6,048.00	1008 m ³	NO	SÍ
CALENTADOR	\$ 21,898.89	3%	\$ 110,799.36	77 Árboles	SÍ	SÍ
PANELES	\$ 136,235.26	21%	\$ 375,984.77	781 Árboles	SÍ	SÍ
CISTERNA	\$ 204,607.17	32%	\$ -		NO	SÍ

Tabla 67 - Resumen de ahorros de instalaciones sustentables

El porcentaje de instalación corresponde al porcentaje que le corresponde a cada instalación con respecto al monto total de las instalaciones.

En la siguiente tabla se muestra los ahorros totales de agua, gas y electricidad:

AHORRO DEL INMUEBLE		
INSTALACIÓN	CANTIDAD AHORRADA	UNIDAD
AGUA	5,051.52	m3
GAS	336.00	TANQUES
ELECTRICIDAD	84,000.00	kW

Tabla 68 - Ahorros totales de agua, gas y electricidad

Como se vio anteriormente no todos los sistemas logran recuperar su inversión; sin embargo, los beneficios no son únicamente económicos. A continuación se muestra un análisis de los ahorros que proporcionan estos sistemas para el medio ambiente y la sociedad en general.

A continuación se muestra el análisis para el caso del agua:

ANÁLISIS DE AGUA		
PERDIDAS DEL AGUA EN LA RED	50%	
AHORRO DEL INMUEBLE	5,051.52	m3
AHORRO DE LA RED	10,103.04	m3
COSTO m3, SIN SUBSIDIO	37.74	\$/m3
AHORRO	\$ 381,288.73	
AHORRO ENERGÉTICO POR ELEVACIÓN	94,252.94	KW
AHORRO ECONÓMICO POR ELEVACIÓN	\$ 122,528.83	PESOS
AHORRO ENRGÉTICO	310	TONELADAS DE CO2
EQUIVALENTE A	877	ÁRBOLES

Tabla 69 - Análisis de agua

Tomando en cuenta que bombear el agua del suelo o la superficie a tierras más elevadas requiere de mucha energía eléctrica: elevar 480 metros cúbicos de agua a 100 metros requiere de 200 kilowatts por hora. A un precio de 10 centavos de dólar por kilowatt-hora, el costo asciende a 20 dólares sin contar el costo de la bomba, el pozo y las tuberías⁷⁵.

El Distrito Federal se encuentra a una elevación de 2 239 m.

Con respecto al análisis de gas, tenemos:

ANÁLISIS DE GAS		
GAS	336	TANQUES
AHORRO ENRGÉTICO	25	TONELADAS DE CO2
EQUIVALENTE A	77	ÁRBOLES

Tabla 70 - Análisis de gas

Y por último el análisis eléctrico:

ANÁLISIS ELÉCTRICO		
ELECTRICIDAD	84,000.00	kW
AHORRO ECONÓMICO	\$ 375,984.77	PESOS
AHORRO ENRGÉTICO	277	TONELADAS DE CO2
EQUIVALENTE A	781	ÁRBOLES

Tabla 71 - Análisis eléctrico

En la siguiente tabla se muestra el resumen de ahorros que representan para la sociedad la implementación de estos sistemas:

AHORRO	AHORRO	UNIDAD
AGUA	10,103.04	m3
GAS	336.00	TANQUES
ELECTRICIDAD	178,252.94	KW
AHORRO ECONÓMICO	\$ 757,273.50	PESOS
AHORRO AMBIENTAL		
EMISIONES DE CO2	612	TONELADAS CO2
ÁRBOLES	1,735	ÁRBOL

Tabla 72 - Resumen de ahorro para la sociedad por los sistemas

En la siguiente tabla podemos apreciar el costo-beneficio que representan estas instalaciones para la vivienda, teniendo así el costo que implica la implementación de los sistemas para el ahorro de agua, gas y electricidad; el dinero ahorrado en cada uno de estos rubros, así como el ahorro en emisiones de CO2, árboles y litros de agua:

			AHORRO			
	EQUIPO	COSTO	DINERO	EMISIONES CO2, TON	ÁRBOLES	LITROS DE AGUA
AGUA	MUEBLES+SCAP+PTAR	\$ 488,523.42	\$ 30,309.12	310.30	876.77	10,103,040.00
GAS	CALENTADOR SOLAR	\$ 21,898.89	\$ 110,799.36	25.00	76.95	
ELECTRICIDAD	PANELES FOTOVOLTAICOS	\$ 136,235.26	\$ 375,984.77	277.00	781.00	
	TOTAL	\$ 646,657.57	\$ 517,093.25	612.30	1,734.72	10,103,040

Tabla 73 - Ahorros totales para la vivienda

En la siguiente tabla se muestra el costo-beneficio que representan las instalaciones propuestas para la sociedad en general, teniendo así el costo que implica la implementación de los sistemas (que en el caso de la sociedad no implica ninguno), el dinero ahorrado en agua, gas y electricidad, así como el ahorro en emisiones de CO2, árboles y litros de agua:

			AHORRO			
	EQUIPO	COSTO	DINERO	EMISIONES CO2	ÁRBOLES	LITROS DE AGUA
AGUA	MUEBLES+SCAP+PTAR		\$ 381,288.73	310.30	876.77	10,103,040.00
GAS	CALENTADOR SOLAR		\$ 110,799.36	25.00	76.95	
ELECTRICIDAD	PANELES FOTOVOLTAICOS		\$ 375,984.77	76.95	781.40	
	TOTAL	\$ -	\$ 868,072.86	412	1,735	10,103,040

Tabla 74 - Ahorros totales para la sociedad

Con la finalidad de poder interpretar estos datos como un ahorro económico meramente, se representaran los ahorros de árboles y agua como ahorro económico tomando en cuenta los costos de árboles de navidad y de agua embotellada.

Transformando el ahorro de Árboles en Dinero, a través de Árboles de Navidad de 1.83 m

Costo por árbol	\$	649.00	Precio en HomeDepot
Árboles ahorrados		1,735.11	
Ahorro en dinero	\$	1,126,088.65	

Transformando el Ahorro en Agua en dinero a través de Garrafones de 19 Litros con un precio conservador

Costo por garrafón	\$	35.00
Garrafones ahorrados		531,738.95
Ahorro en dinero	\$	18,610,863.16

Transformando el Ahorro en Agua en dinero a través de botella de 1 litro con un precio medio

Costo por botella	\$	10.00
Garrafones ahorrados		103,040.00
Ahorro en dinero	\$	101,030,400.00

Transformando el Ahorro en Agua en dinero a través de botellas de 0.5 litros con un precio elevado

Costo por botella	\$	22.00
Garrafones ahorrados		206,080.00
Ahorro en dinero	\$	444,533,760.00

Comparando los tres criterios para obtener el ahorro económico por agua (costo bajo, medio y elevado), podemos observar que en cualquiera de los casos, el ahorro económico es muy grande.

Ahorro económico para la sociedad		
Garrafrones	\$	18,610,863.16
Botellas de 1 Litro	\$	101,030,400.00
Agua 0.5 Litros, SB	\$	444,533,760.00

Tabla 75 - Ahorro económico para la sociedad en agua

Obteniendo el costo-beneficio total para la sociedad:

	EQUIPO	COSTO	AHORRO DINERO
AGUA	MUEBLES+SCAP+PTAR		\$ 101,411,688.73
GAS	CALENTADOR SOLAR		\$ 110,799.36
ELECTRICIDAD	PANELES FOTOVOLTAICOS		\$ 375,984.77
AMBIENTAL	ÁRBOLES		\$ 1,126,088.65
	TOTAL	\$	- \$ 101,898,472.86

NOTA: para la equivalencia en dinero del ahorro por muebles ahorradores + SCAP + PTAR se usó el precio para botellas de litro.

EL IMPACTO DEL AGUA EN LA VIDA

¿QUÉ IMPACTO PUEDE TENER EL AGUA EN LA VIDA?

Esperanza de vida del mexicano 75 años

Suponiendo que una persona al día debe tomar 3 litros de agua y que si no se bebe esta por un periodo mayor a 7 días puede causar la muerte

AGUA QUE SE BEBERÍA UNA PERSONA EN TODA SU VIDA=	82,125.00	LITROS/PERSONA
AHORRO DE AGUA CON EL USO DE INSTALACIONES SUSTENTABLES=	10,103,040.00	LITROS
ABASTO PARA=	123.02	PERSONAS

j. Análisis de resultados

1. El precio del inmueble incrementa un 16.3% con las instalaciones propuestas, de \$3'968,420.73 se eleva a \$4'615,078.30.
2. El retorno de inversión y ahorros por equipo, del propietario de la casa,
 - a. Muebles Ahorradores,
 - i. Tienen un retorno de inversión desde el momento de la instalación, esto, debido a que es una cuestión de decidirse por un mueble ahorrador en lugar de un mueble convencional ya que en precio es el mismo.
 - ii. La proyección de ahorro económico debido a no pagar el suministro por parte de la red de agua pública es de \$12,165.12 debido a dejar de consumir 2,027.52 m³ de agua.
 - b. Sistema de Captación de Agua Pluvial,
 - i. Con una inversión inicial de \$130,418.93 no se amortiza en el periodo proyectado.
 - ii. La proyección de ahorro en agua es de 2,016 m³, lo que implica que el inmueble deja de pagar \$12,096.00 por el concepto de abastecimiento de agua a la red pública.
 - c. Plata de Tratamiento de Agua Residual,
 - i. Con una inversión inicial de \$ 153,497.31 no se amortiza en el periodo proyectado.
 - ii. La proyección de ahorro en agua es de 1,008 m³, lo que implica que el inmueble deja de pagar \$6,048.00 por el concepto de abastecimiento de agua a la red pública.
 - d. Calentador Solar,
 - i. Con una inversión inicial de \$ 21,898.89 se amortiza antes de terminar el IV año de la proyección.
 - ii. Este equipo tiene presenta un ahorro de 336 tanques de Gas LP de 30 Kg, \$110,799.36 y 25 toneladas de CO₂ (equivalente a 77 árboles).
 - e. Paneles Fotovoltaicos,
 - i. Con una inversión inicial de \$ 136,235.25 se amortiza a los 7.25 años de ser instalados.
 - ii. Este equipo tiene presenta un ahorro de 4,200 KW \$ 375,984.76 y 277 toneladas de CO₂ (equivalente a 781 árboles).

- f. En conjunto,
 - i. Con una inversión inicial de \$ 646,657.57 no se amortiza en el periodo proyectado.
 - ii. Se alcanza un ahorro de 5,051.52 m³ de agua, 336 tanques de Gas LP, 4,200 KW, 302 Toneladas de CO₂ (equivalente a 858 árboles) y una amortización de \$517,093.24.
3. El impacto de las instalaciones en la sociedad, Agua, Gas y Electricidad:
- a. Agua,
 - i. Ahorro de 10,103.04 m³, \$ 381,288.73, 310.3 Toneladas de CO₂ (equivalente a 876.77 árboles).
 - b. Gas,
 - i. Ahorro de 336 tanques de Gas LP de 30 Kg, \$ 110,799.36, 25 Toneladas de CO₂ (equivalente a 76.95 árboles).
 - c. Electricidad,
 - i. Ahorro de 178,252.94 KW, \$ 375,984.76, 76.95 Toneladas de CO₂ (equivalente a 781.4 árboles).
 - d. En conjunto, calculando equivalencias a dinero con árboles de navidad de 1.8 m de alto con un precio de \$649.00 y precio medio en el agua con botellas de 1 litro de capacidad de \$10.00, se alcanza un ahorro de \$ 101'898,472.85.
4. El impacto del agua en la vida,
- a. Al considerar la esperanza de vida del mexicano es de 75 años y el agua necesaria por persona al día es de 3 litros, el ahorro de 10,103.04 m³ equivale al agua que beberían 123 personas a lo largo de su vida.

*“Por mi raza hablará
el espíritu”*

José Vasconcelos

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo a la definición de sustentabilidad y el objetivo del presente, al tomar en cuenta parámetros de carácter ambiental, económico y social para el análisis de costo-beneficio, se concluye que, si bien el dueño del inmueble no alcanza el retorno de inversión en la proyección realizada, la sociedad y el ambiente se ven impactados con un ahorro de agua y emisiones de CO₂, que al inicio de este documento no se pensaban alcanzables. Como se menciona antes, el ahorro en agua puede ser utilizado para abastecer la demanda de consumo humano alcanzando a beneficiar a 123 personas en los lugares que hoy tienen un déficit de abastecimiento de agua potable, por otro lado el dejar de emitir 302 toneladas de CO₂ disminuye la contaminación en el ambiente mejorando así la calidad de vida del ciudadano.

Siempre, la elección de muebles ahorradores, al no representar variación en costos, comparados con los convencionales, proporcionan un beneficio económico, ambiental y social.

El sistema de captación de agua pluvial si bien no es rentable económicamente, el beneficio ambiental y social que representa sí lo es, ya que hay un ahorro en agua y emisiones de CO₂ derivadas del abastecimiento de esta.

El sistema de tratamiento de aguas residuales si bien no es rentable económicamente, el beneficio ambiental y social que representa sí lo es, ya que hay un ahorro en agua y emisiones de CO₂ derivadas del abastecimiento de esta.

La instalación del calentador solar, al tener un período de retorno de menos de cuatro años, beneficia económica, social y ambientalmente al reducir el consumo de gas y emisiones de CO₂.

La instalación de paneles fotovoltaicos encuentra un período de retorno en 7.25 años, lo que beneficia económica, social y ambientalmente al reducir las emisiones de CO₂ por la generación de energía eléctrica.

Todos los sistemas deberán estar respaldados, dependiendo de su naturaleza, con gas, luz y agua debido a que no tenemos la certeza de:

1. La precipitación se comporte de la misma forma durante los próximos 20 años.
2. La radiación solar promedio disponible en el ambiente se mantenga durante los próximos 20 años.

Al realizar el análisis de resultados se encontró que la construcción de la cisterna de concreto reforzado con cuarto de máquinas eleva en gran medida el costo de las instalaciones ya que dicha cisterna representa un 32% del costo total de las instalaciones propuestas, de no ser por ésta, el retorno de inversión se podría alcanzar, con lo que representaría en términos económicos la rentabilidad de las instalaciones propuestas. Cabe mencionar que esta cisterna puede estar ubicada y/o ser analizada de las siguientes formas:

1. Puede encontrarse en el cajón de cimentación, si es que este existiera en el proyecto estructural del inmueble y que las condiciones de diseño del proyecto lo permitieran, lo que reduciría en gran medida el costo por la ubicación.
2. Puede utilizarse un arreglo de cisternas prefabricadas de polietileno, que pueden o no ser enterradas (dependiendo de la elección que se tenga variara el costo).
3. La construcción del cuarto de máquinas se podría omitir, ya que el patio de lavado puede cumplir con la función de proteger el equipo.

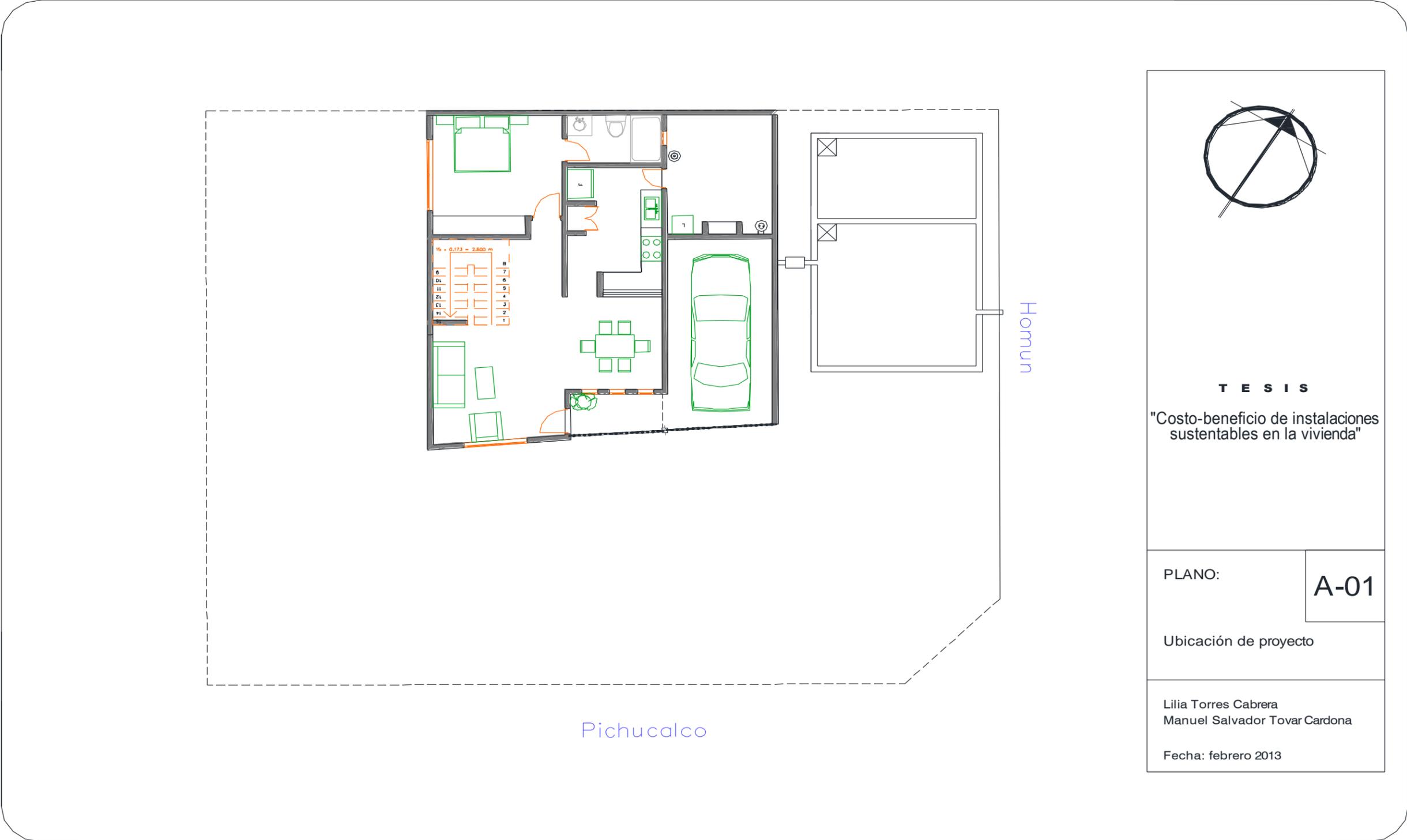
Además se debe tomar en cuenta que en el análisis de costo-beneficio no sólo se debe considerar el ahorro económico, es importante sumar las ventajas ambientales y sociales que los sistemas puedan proporcionar; basándonos en la definición de sustentabilidad y el objetivo de este proyecto de tesis, el costo-beneficio debe estar en equilibrio con la interacción entre lo económico-social-ambiental.

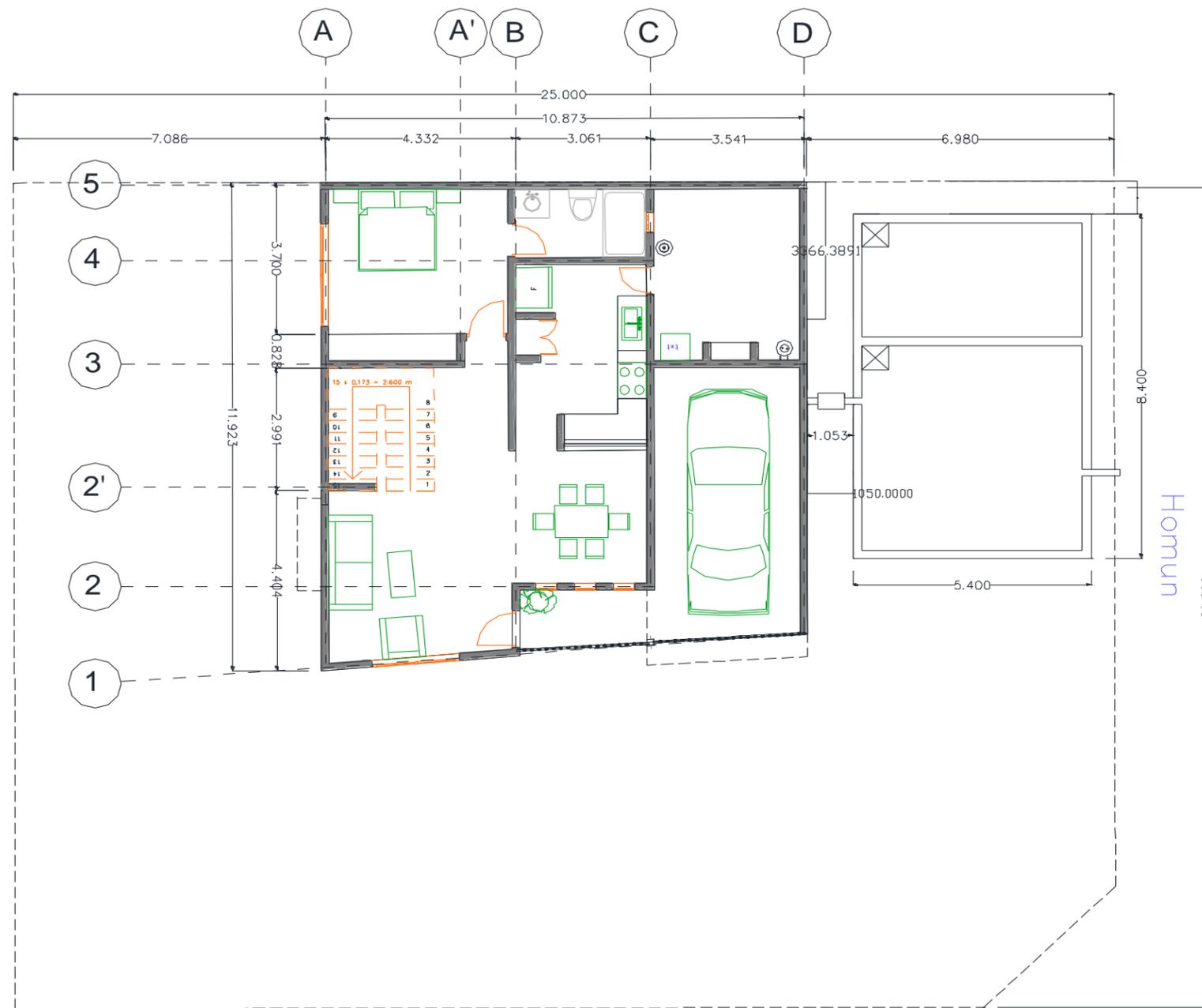
En lo general, de querer detallar algunos puntos de esta tesis en el futuro recomendamos:

- Analizar el impacto ambiental de la generación de las instalaciones aquí propuestas dado que en el presente documento se tomó como nulo.
- Se podrá proyectar un costo-beneficio tomando en cuenta proyecciones financieras.
- Analizar el impacto en la red de drenaje pública al descargar aguas residuales tratadas cumpliendo con la NOM-003 SEMARNAT.
- Estudiar el proyecto utilizando electrodomésticos ahorradores.
- Analizar el arreglo eléctrico.
- Se podría comparar el uso de un biodigestor contra la planta de tratamiento.
- Analizar el impacto de un mejor hábito de consumo de agua, luz y gas sumado o no a este proyecto.
- Analizar los beneficios que tiene una constructora que se dedica a realizar este tipo de proyectos (apoyos económicos, planes de desarrollo, convenios con el gobierno, etc.)
- Analizar los efectos de los sistemas propuestos, sumado con técnicas pasivas (diseño bioclimático).

- Analizar el uso real que le puede dar la sociedad al agua ahorrada proyectada en este documento (ejemplo: riego, uso y consumo humano, industria, etc.)
- Analizar otro tipo de tecnologías: energía eólica, cogeneración, etc.
- Ubicar el proyecto en otro sitio y analizar cómo responden las instalaciones.
- Analizar la oferta y demanda de la industria de instalaciones sustentables.
- Identificar las certificaciones en sustentabilidad y así poder determinar en dónde se encuentra ubicado este proyecto en cuanto a sustentabilidad.

ANEXO A





Pichucalco



T E S I S
 "Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

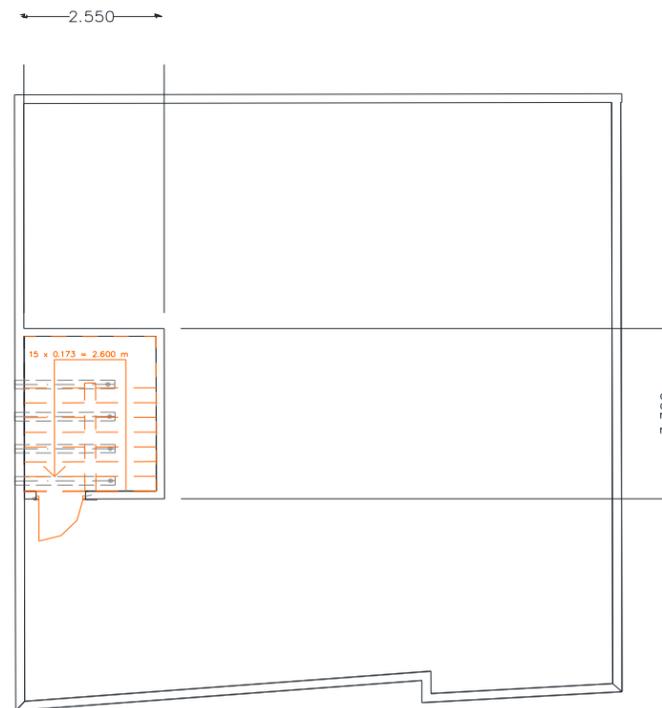
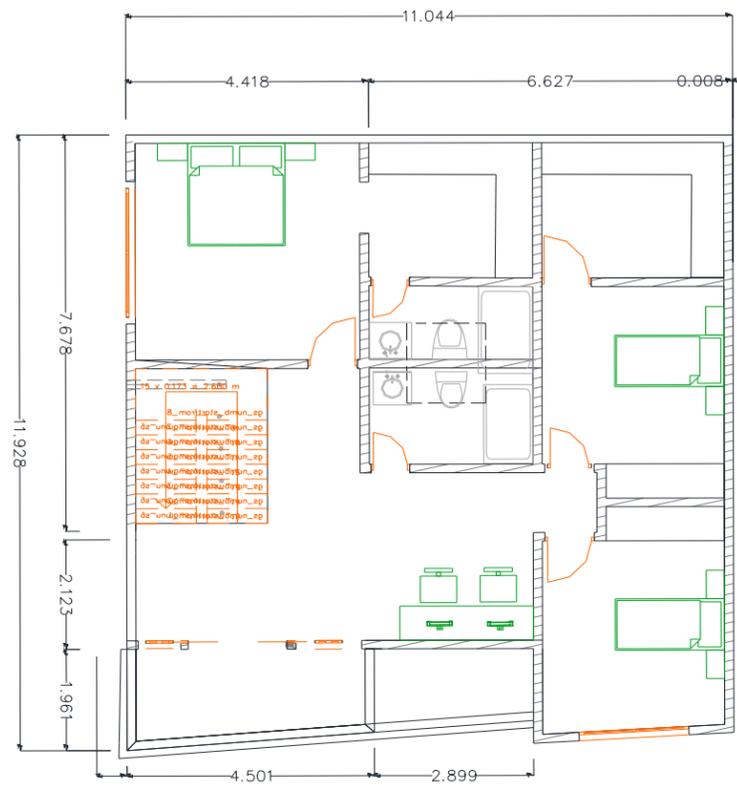
PLANO:

A-02

Plano arquitectónico
 1er Piso

Lilia Torres Cabrera
 Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013



T E S I S
 "Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

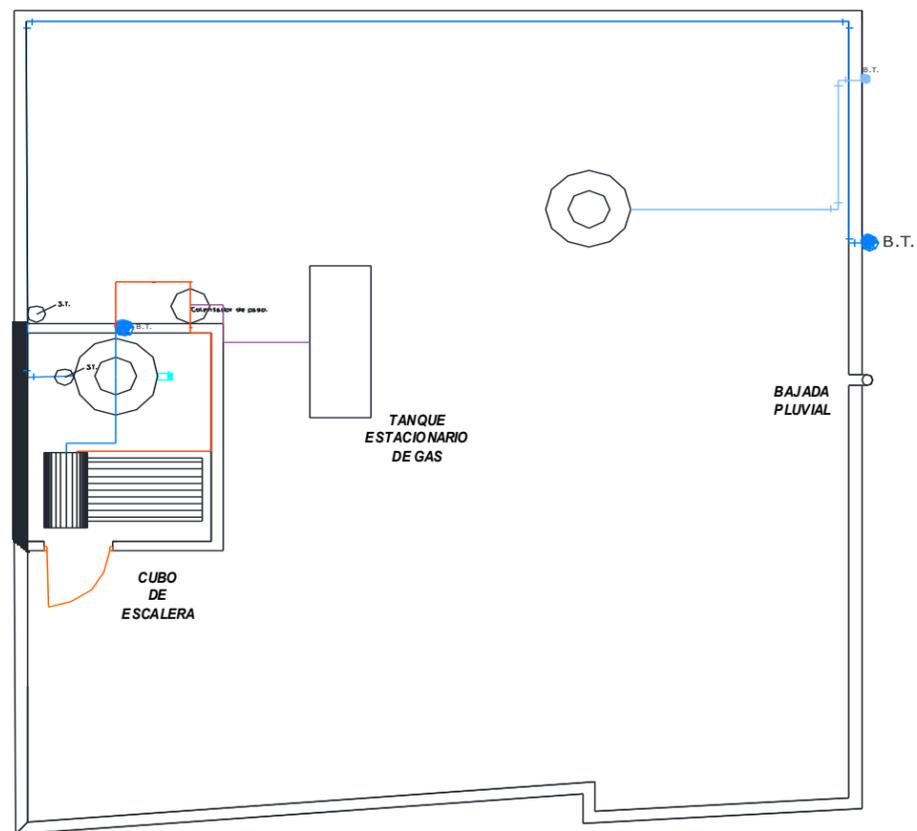
PLANO:

A-03

Plano arquitectónico
 2do Piso y azotea

Lilia Torres Cabrera
 Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013



- Tubería de agua pluvial fría
- Tubería de agua pluvial caliente
- Tubería de agua tratada
- Tubería de gas



T E S I S
 "Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

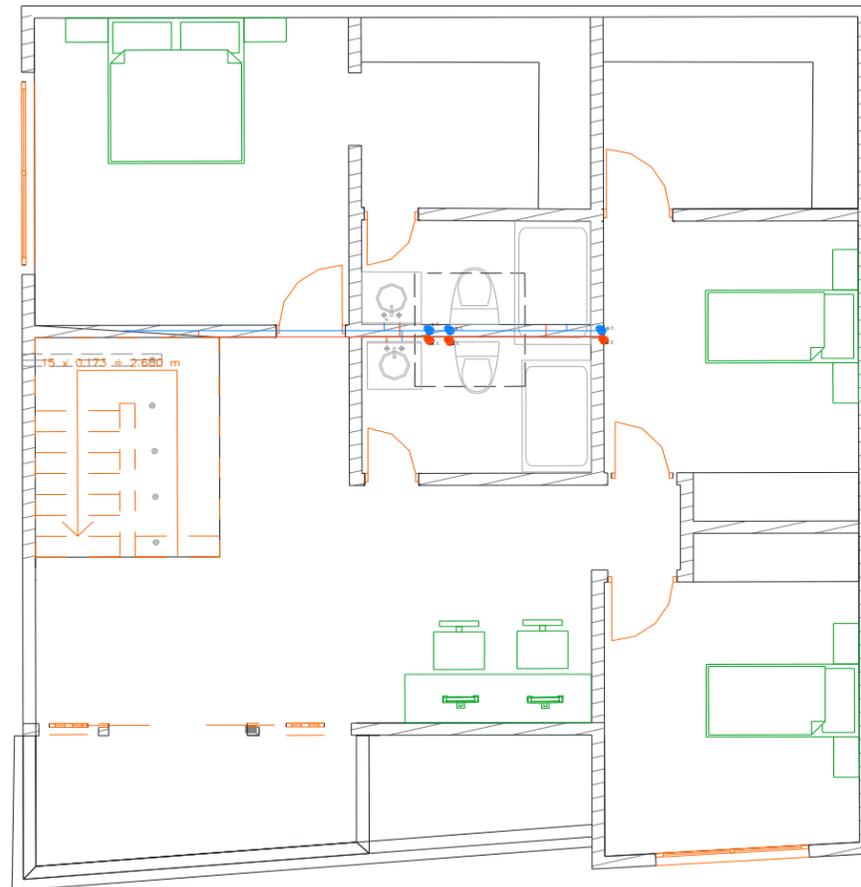
PLANO:

A-04

Plano de instalaciones
 Planta azotea

Lilia Torres Cabrera
 Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013



- Tubería de agua pluvial fría
- Tubería de agua pluvial caliente



T E S I S
 "Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

PLANO:

A-05

Plano de instalaciones de agua pluvial. 2° Piso

Lilia Torres Cabrera
 Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013



T E S I S

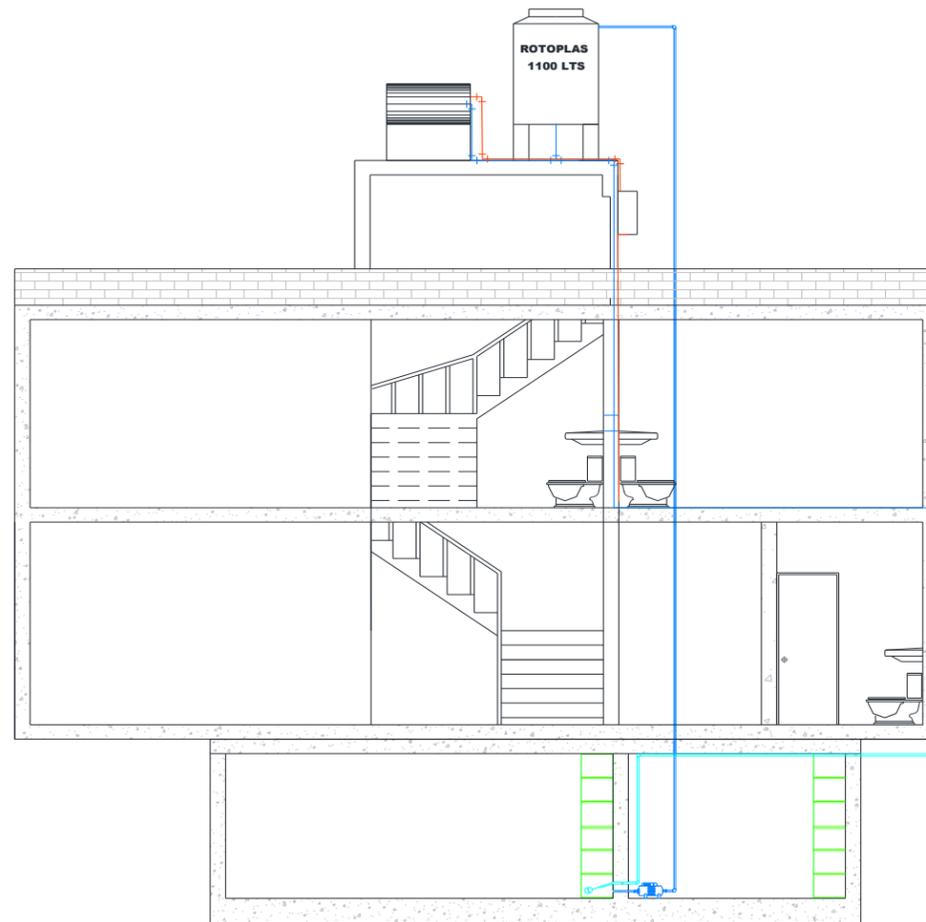
"Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

PLANO: **A-06**

Plano de instalaciones de agua pluvial. Planta baja

Lilia Torres Cabrera
Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013



- Tubería de agua pluvial fría
- Tubería de agua pluvial caliente
- Tubería de red de agua pública



T E S I S
 "Costo-beneficio de instalaciones
 sustentables en la vivienda"

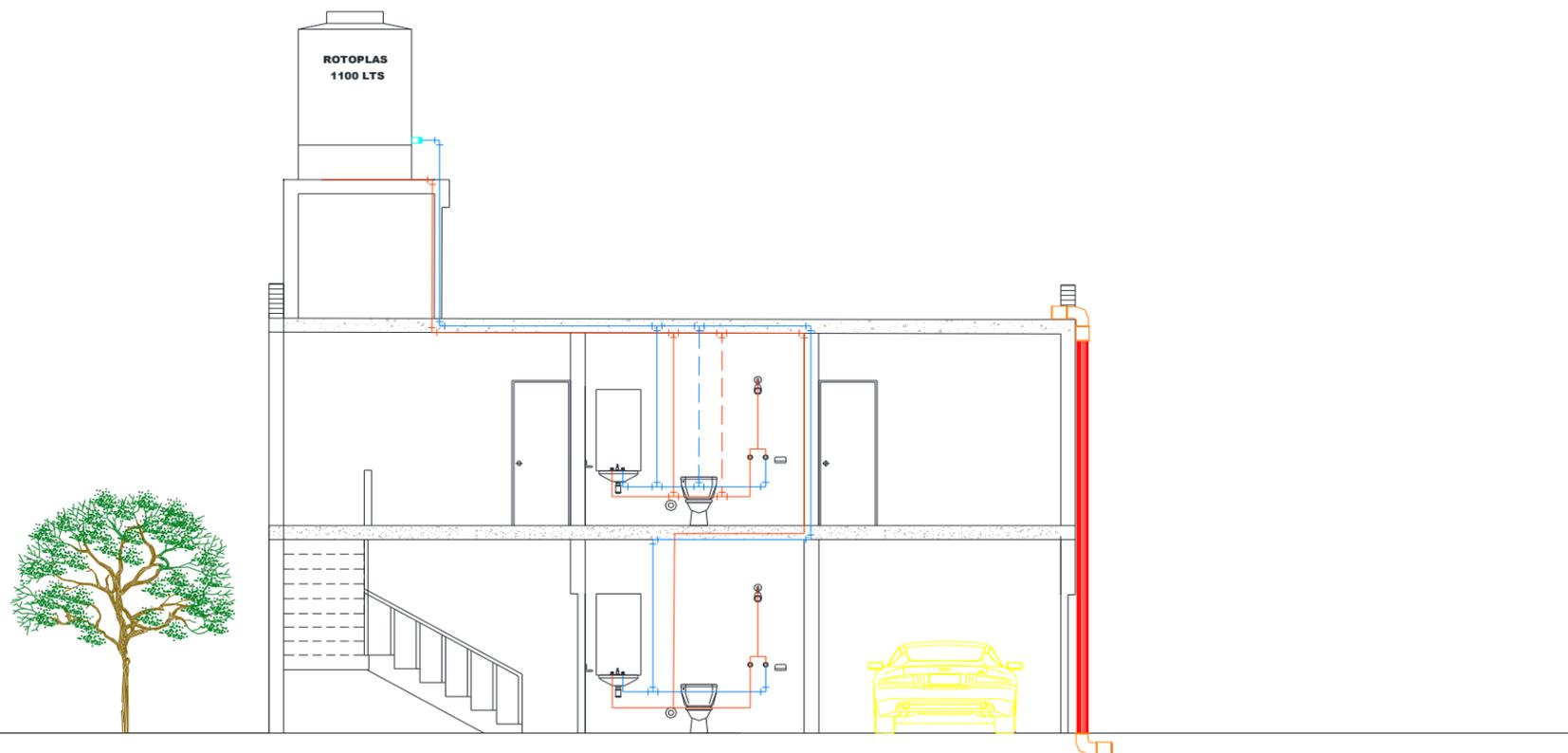
PLANO:

A-07

Plano de instalaciones de agua
 pluvial. Corte 1-5

Lilia Torres Cabrera
 Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013



— Tubería de agua pluvial fría

— Tubería de agua pluvial caliente



T E S I S

"Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

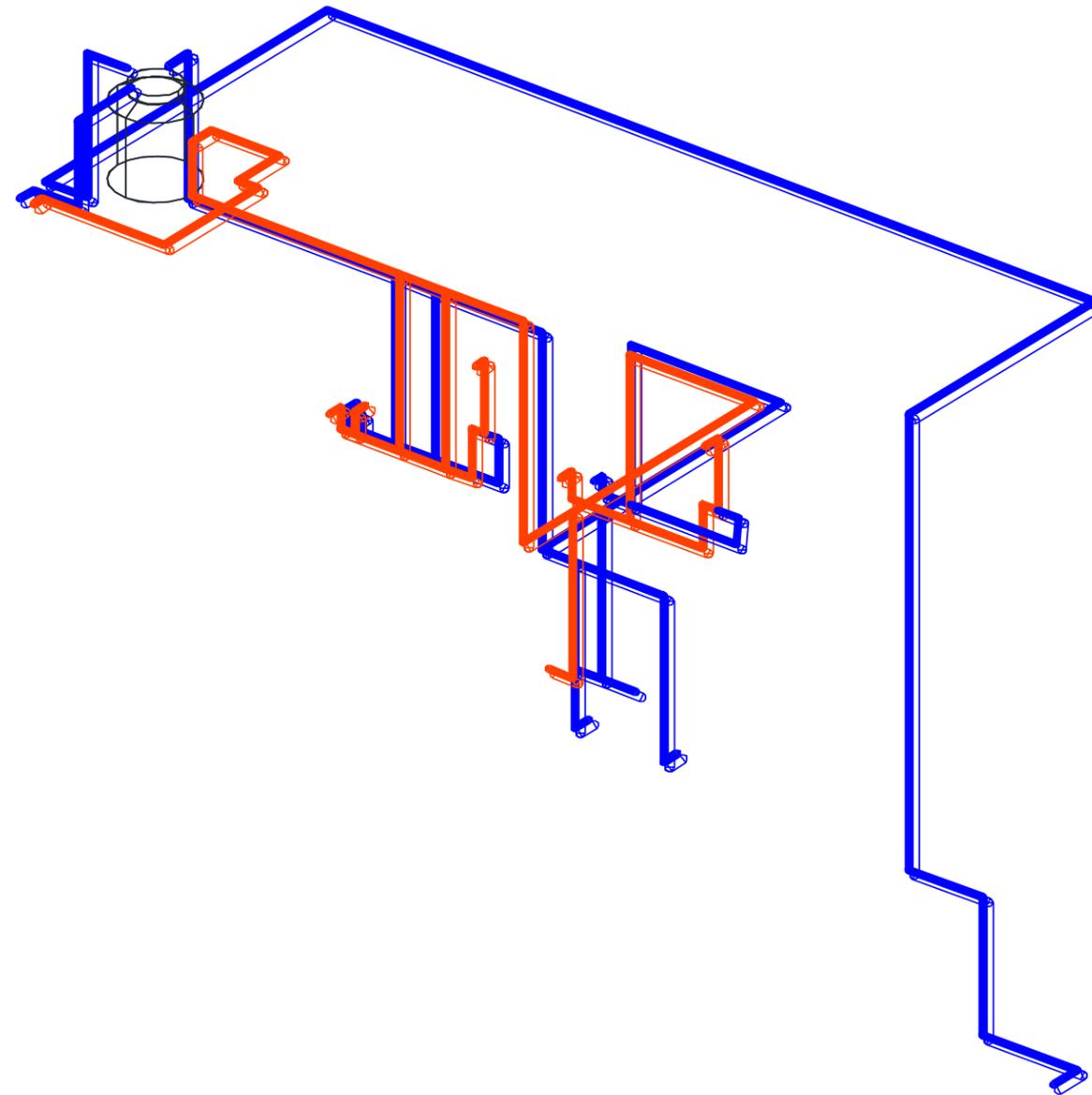
PLANO:

A-08

Plano de instalaciones de agua pluvial. Corte A-D

Lilia Torres Cabrera
Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013



- Tubería de agua pluvial fría
- Tubería de agua pluvial caliente



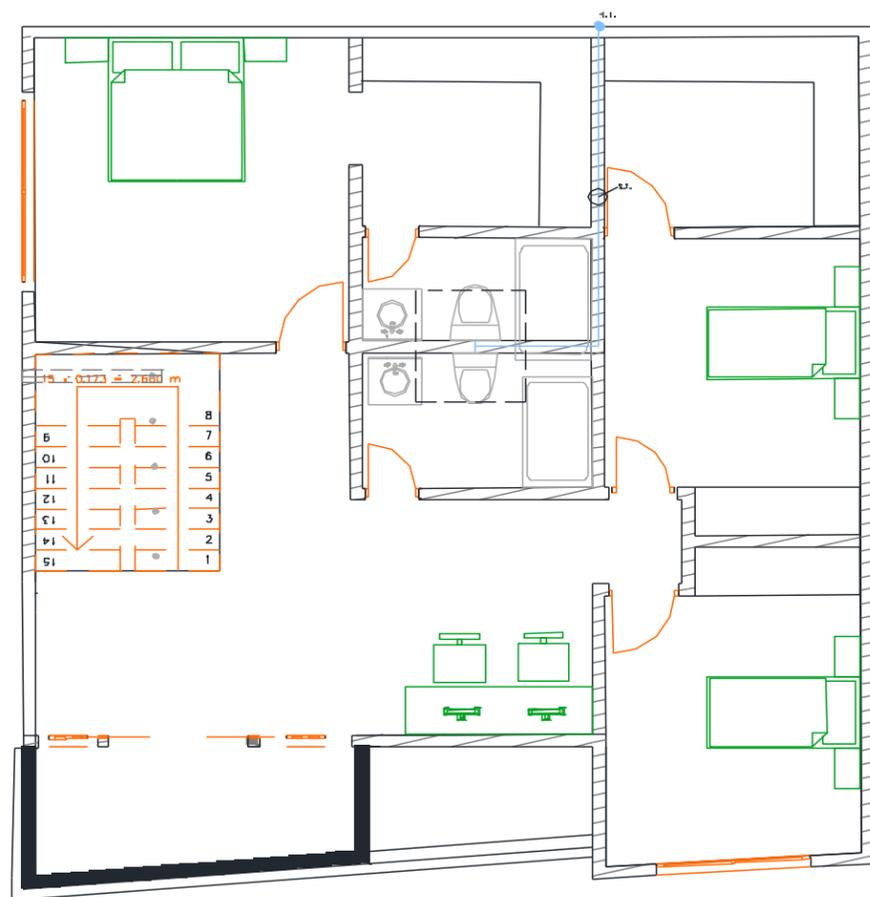
T E S I S
 "Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

PLANO: A-09

Plano de instalaciones de agua pluvial. Isométrico

Lilia Torres Cabrera
 Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013



————— Tubería de agua tratada



T E S I S

"Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

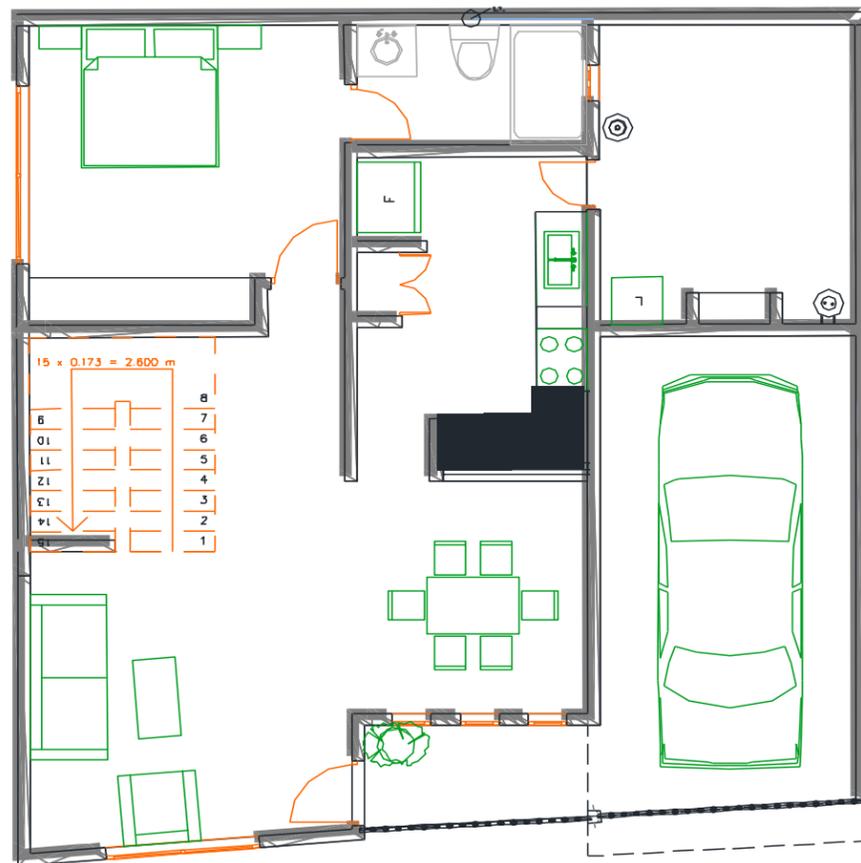
PLANO:

A-10

Plano de instalaciones de agua tratada. 2° Piso

Lilia Torres Cabrera
Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013



————— Tubería de agua tratada



T E S I S

"Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

PLANO:

A-11

Plano de instalaciones de agua tratada. Planta baja

Lilia Torres Cabrera
Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013

_____ Tubería de agua tratada



T E S I S

"Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

PLANO:

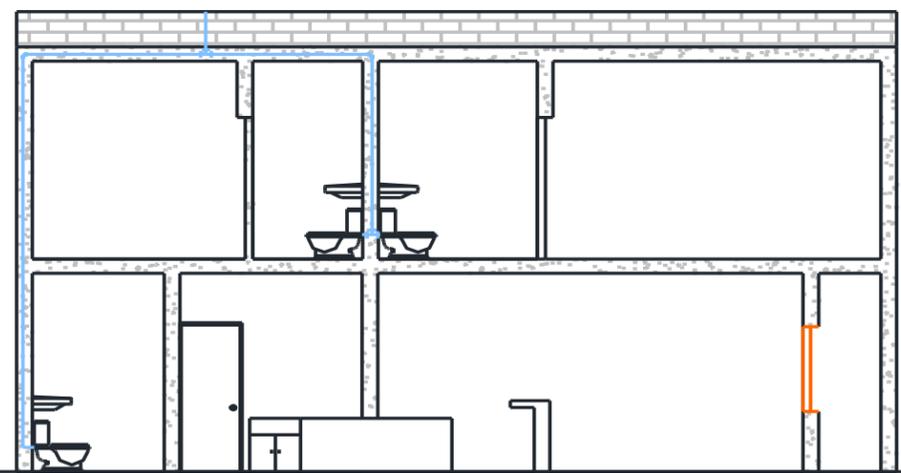
A-12

Plano de instalaciones de agua tratada. Corte A-D

Lilia Torres Cabrera
Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013

_____ Tubería de agua tratada



T E S I S

"Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

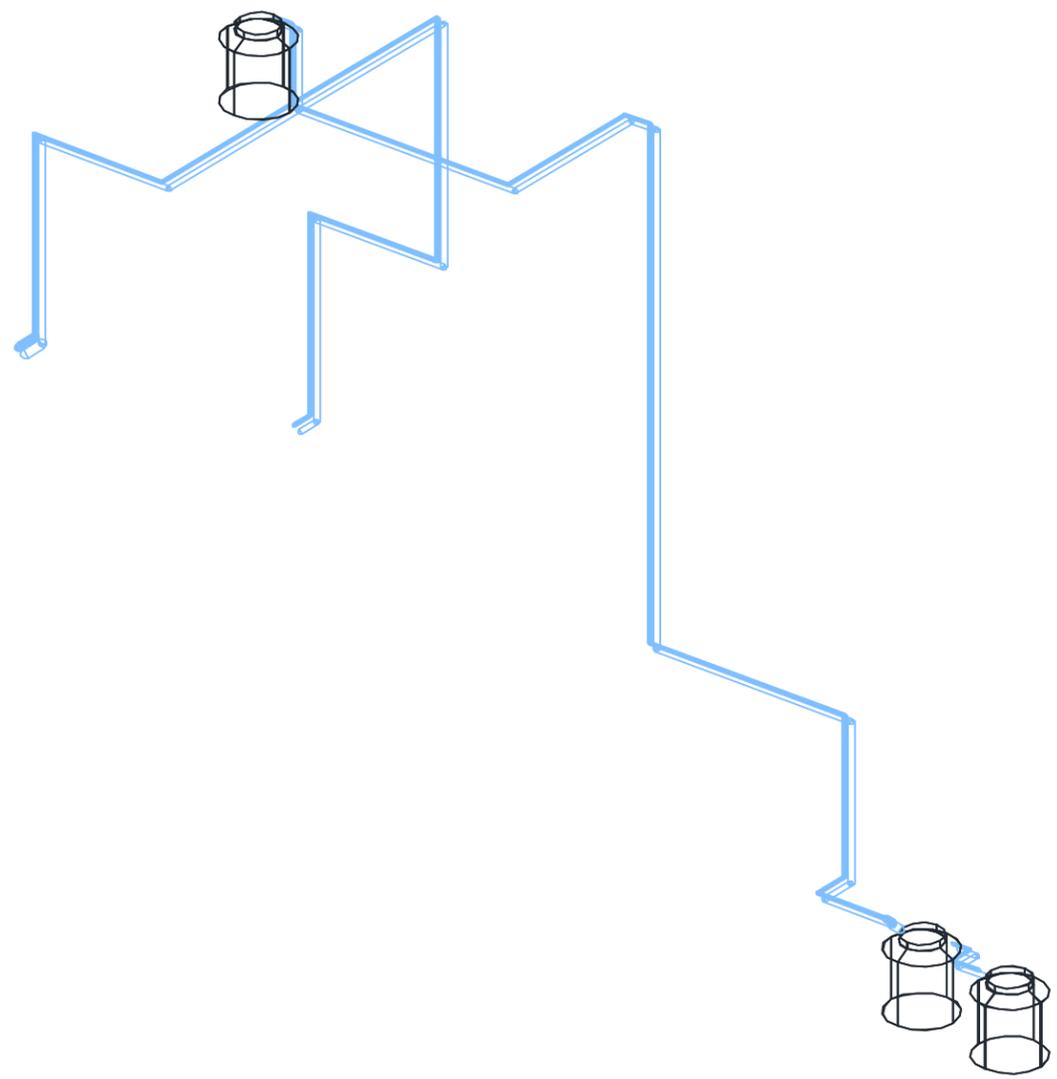
PLANO:

A-13

Plano de instalaciones de agua tratada. Corte 1-5

Lilia Torres Cabrera
Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013



———— Tubería de agua tratada



T E S I S

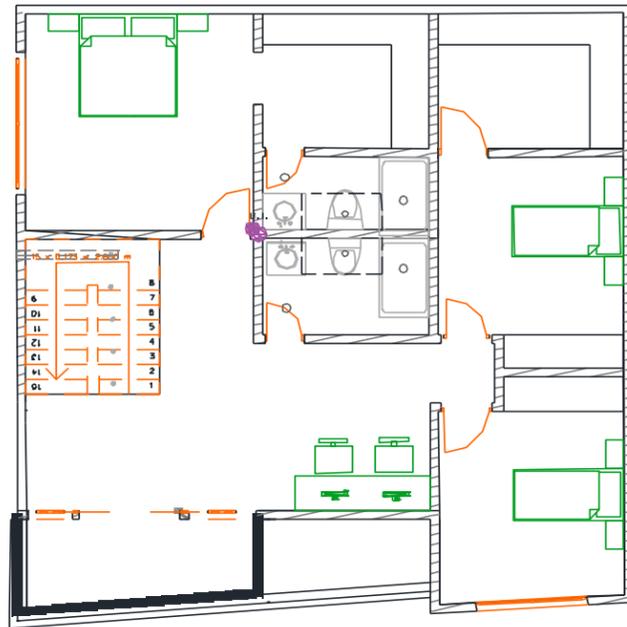
"Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

PLANO: **A-14**

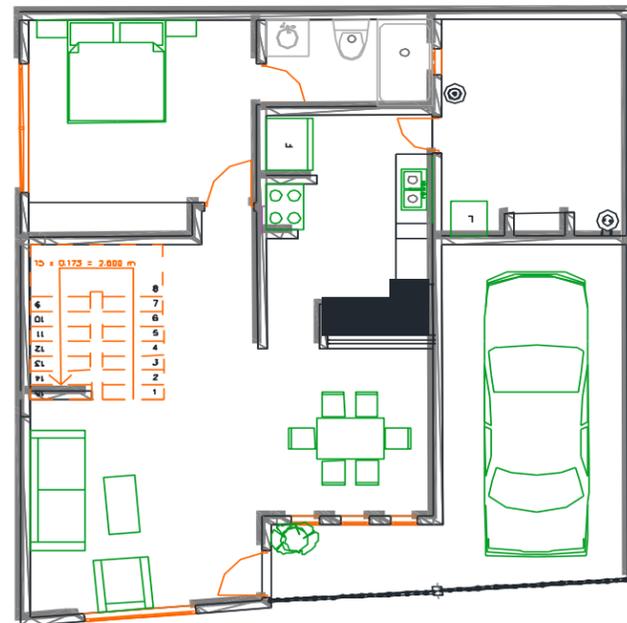
Plano de instalaciones de agua tratada. Isométrico

Lilia Torres Cabrera
Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013



_____ Tubería de gas



T E S I S

"Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

PLANO:

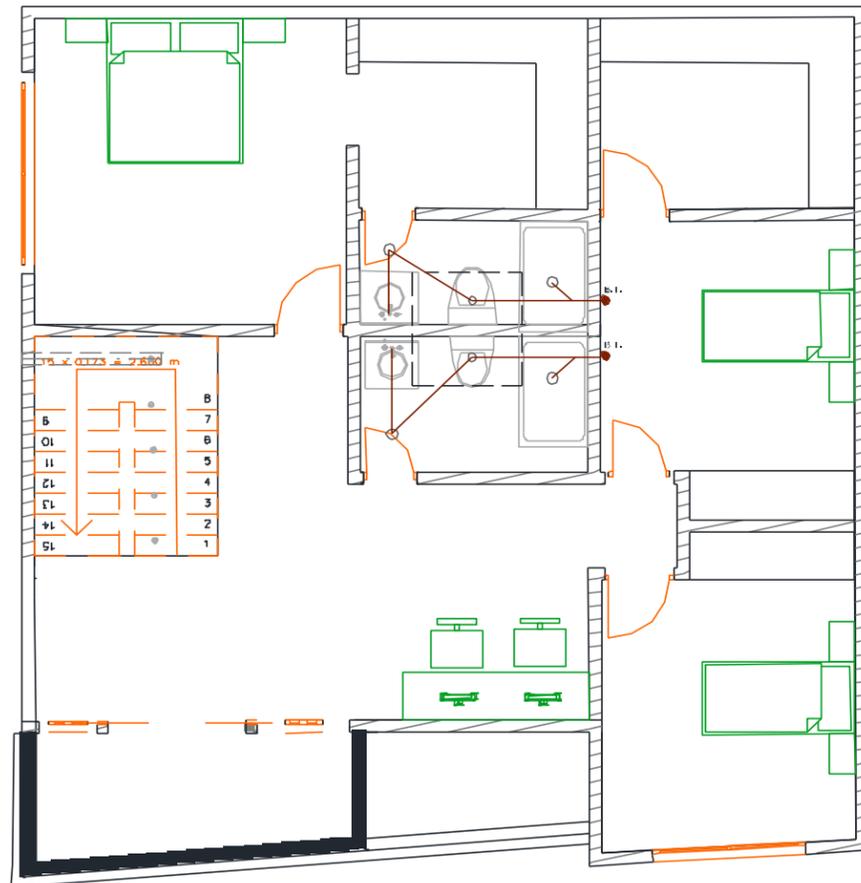
A-15

Plano de instalaciones de gas

Lilia Torres Cabrera
Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013

— Tubería de drenaje



T E S I S

"Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

PLANO:

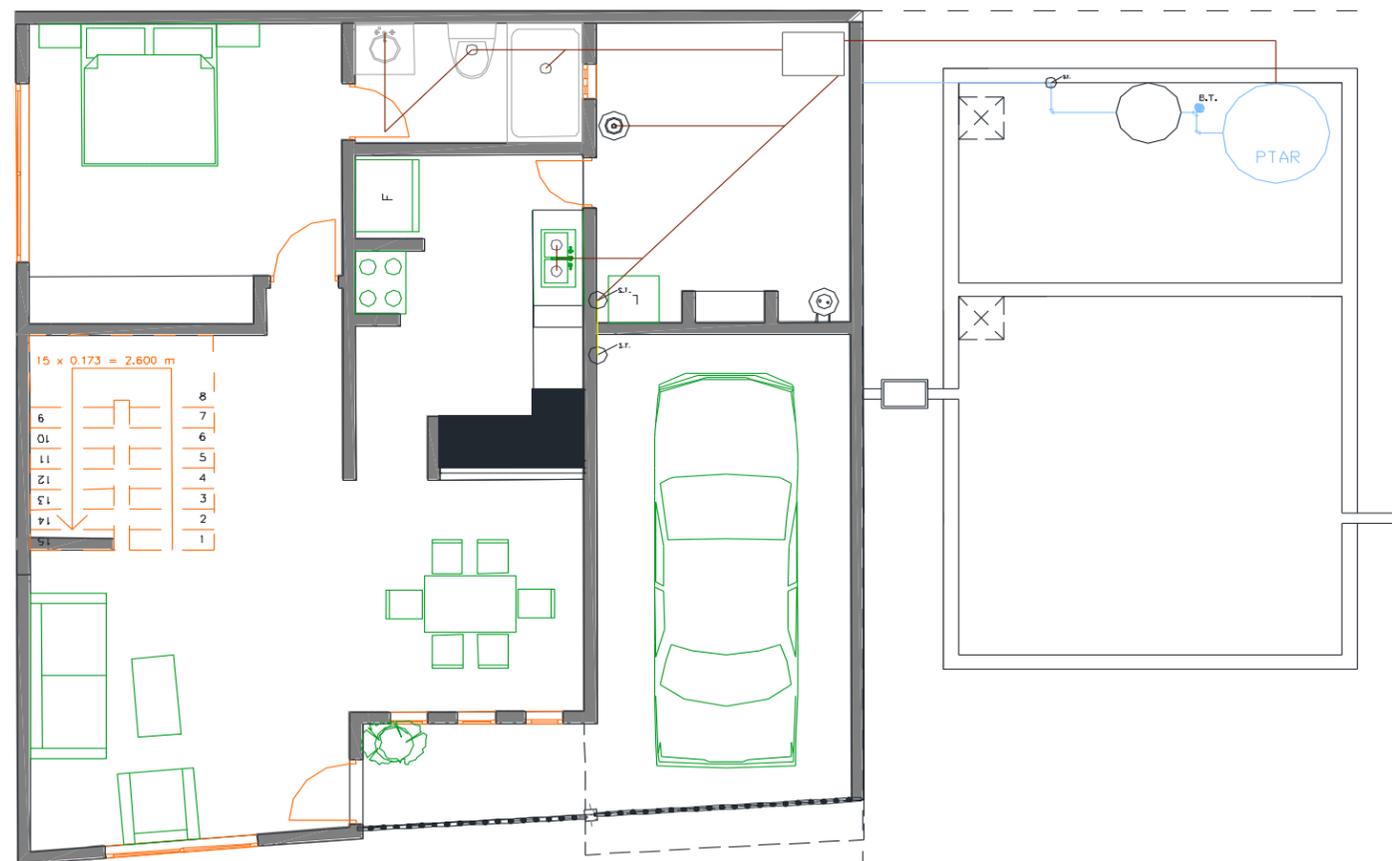
A-16

Plano de instalaciones de drenaje. 2º piso

Lilia Torres Cabrera
Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013

— Tubería de drenaje



T E S I S

"Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

PLANO:

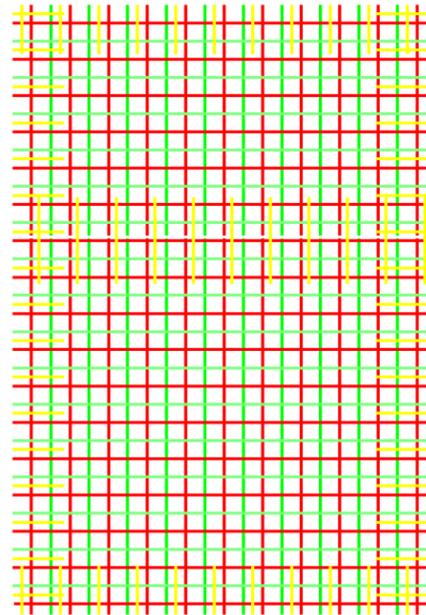
A-17

Plano de instalaciones de drenaje. Planta baja

Lilia Torres Cabrera
Manuel Salvador Tovar Cardona

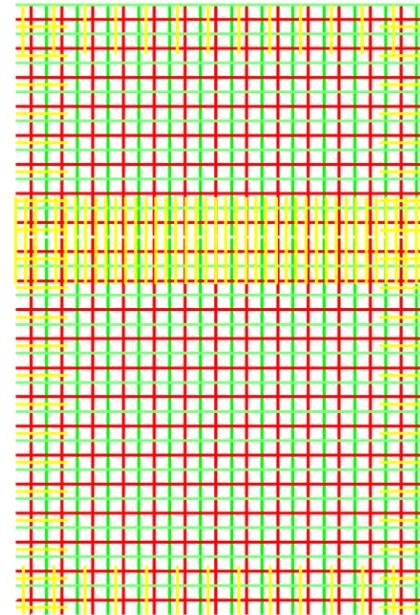
Fecha: febrero 2013

LOSA TAPA



Parrilla V#3 @25 cm
Bastones en bordes discontinuos V#3 @50 cm
Bastones en bordes continuos V#3 @15 cm

LOSA



Parrilla V#5 @20 cm
Bastones en bordes discontinuos V#5 @40 cm
Bastones en bordes continuos V#5 @13 cm



T E S I S

"Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

PLANO:

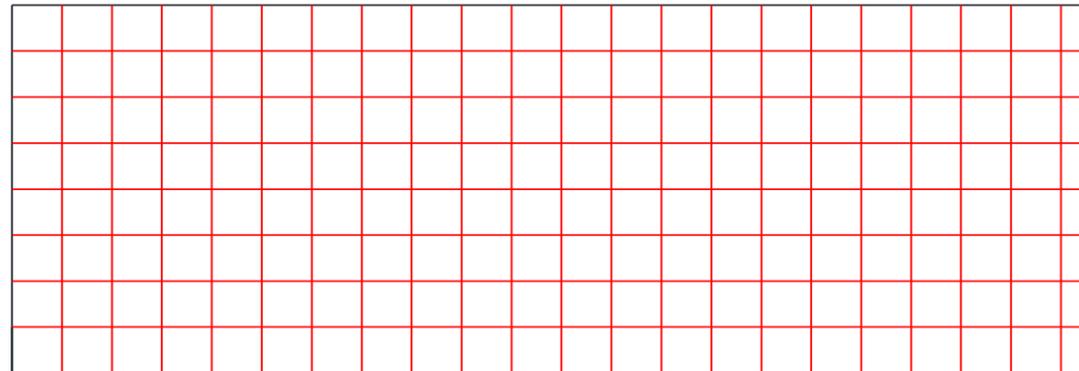
A-18

Plano de armado de losa tapa y losa.

Lilia Torres Cabrera
Manuel Salvador Tovar Cardona

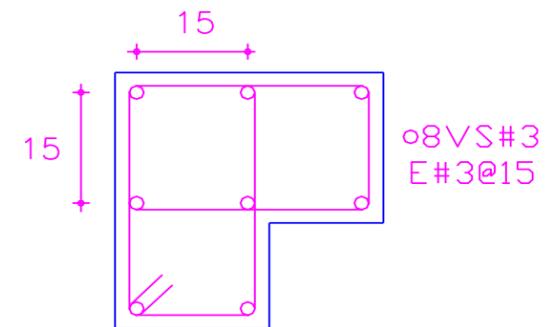
Fecha: febrero 2013

MUROS



Parrilla V#3 @25 cm

CASTILLOS



T E S I S

"Costo-beneficio de instalaciones sustentables en la vivienda"

PLANO:

A-19

Plano de armado de muro y castillos.

Lilia Torres Cabrera
Manuel Salvador Tovar Cardona

Fecha: febrero 2013

ANEXO B

Coefficientes de momentos α_i , para tableros rectangulares, franjas centrales.

Tabla 17.1 Coeficientes de momentos α_i para tableros rectangulares, franjas centrales. Para las franjas extremas multiplíquense los coeficientes por 0.60.

Tablero	Momento	Claro	Relación de lados corto a largo, $m = a_1/a_2$													
			0		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1.0	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<u>Interior</u> Tres los bordes continuos	Neg. en bordes interiores	corto	998	1018	553	565	489	498	432	438	381	387	333	338	288	292
		largo	516	544	409	431	391	412	371	388	347	361	320	330	288	292
	positivo	corto	630	668	312	322	268	276	228	236	192	199	158	164	126	130
		largo	175	181	139	144	134	139	130	135	128	133	127	131	126	130
<u>De borde</u> Un lado corto discontinuo	Neg. en bordes interiores	corto	998	1018	568	594	506	533	451	478	403	431	357	388	315	346
		largo	516	544	409	431	391	412	372	392	350	369	326	341	297	311
	Neg. en bordes disc.	corto	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
		largo	630	668	329	356	292	306	240	261	202	219	167	181	133	144
<u>De borde</u> Un lado largo discontinuo	Neg. en bordes interiores	corto	1060	1143	583	624	514	548	453	481	397	420	346	364	297	311
		largo	587	687	465	545	442	513	411	470	379	426	347	384	315	346
	Neg. en borde disc.	corto	651	0	362	0	321	0	283	0	250	0	219	0	190	0
		largo	751	912	334	366	285	312	241	263	202	218	164	175	129	135
<u>Deesquina</u> Los lados adyacentes discontinuos	Neg. en bordes interiores	corto	1060	1143	598	653	530	582	471	520	419	464	371	412	324	364
		largo	600	713	475	564	455	541	429	506	394	457	360	410	324	364
	Neg. bordes disc.	corto	651	0	362	0	321	0	277	0	250	0	219	0	190	0
		largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
<u>Extremo</u> Tres bordes discontinuos un lado largo continuo	Neg. en borde cont.	corto	1060	1143	970	1070	890	1010	810	940	730	870	650	790	570	710
		largo	651	0	370	0	340	0	310	0	280	0	250	0	220	0
	Neg. en bordes disc.	corto	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0
		largo	751	912	730	800	670	760	610	710	550	650	490	600	430	540
<u>Extremo</u> Tres bordes discontinuos un lado cor- to continuo	positivo	corto	185	200	430	520	430	520	430	520	430	520	430	520	430	520
		largo	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710
	Neg. en borde disc.	corto	570	0	480	0	420	0	370	0	310	0	270	0	220	0
		largo	330	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0
<u>Aislado</u> Cuatro lados discontinuos	positivo	corto	1100	1670	960	1060	840	950	730	850	620	740	540	660	430	520
		largo	200	250	430	540	430	540	430	540	430	540	430	540	430	540
	Neg. en borde disc.	corto	570	0	550	0	530	0	470	0	430	0	380	0	330	0
		largo	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0
positivo	corto	1100	1670	830	1380	800	1330	720	1190	640	1070	570	950	500	830	
	largo	200	250	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830	

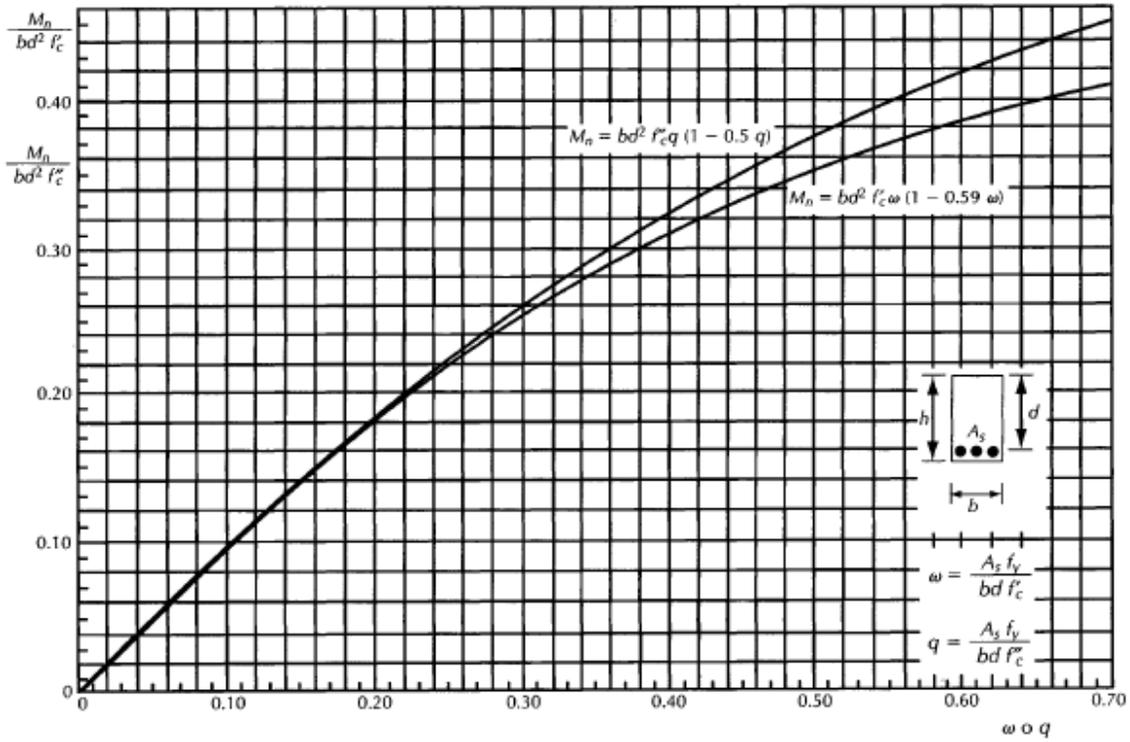
Caso I. Losa colada monolíticamente con sus apoyos.

Caso II. Losa no colada monolíticamente con sus apoyos.

Los coeficientes multiplicados por $10^{-4} w a_1^2$ dan momentos por unidad de ancho.

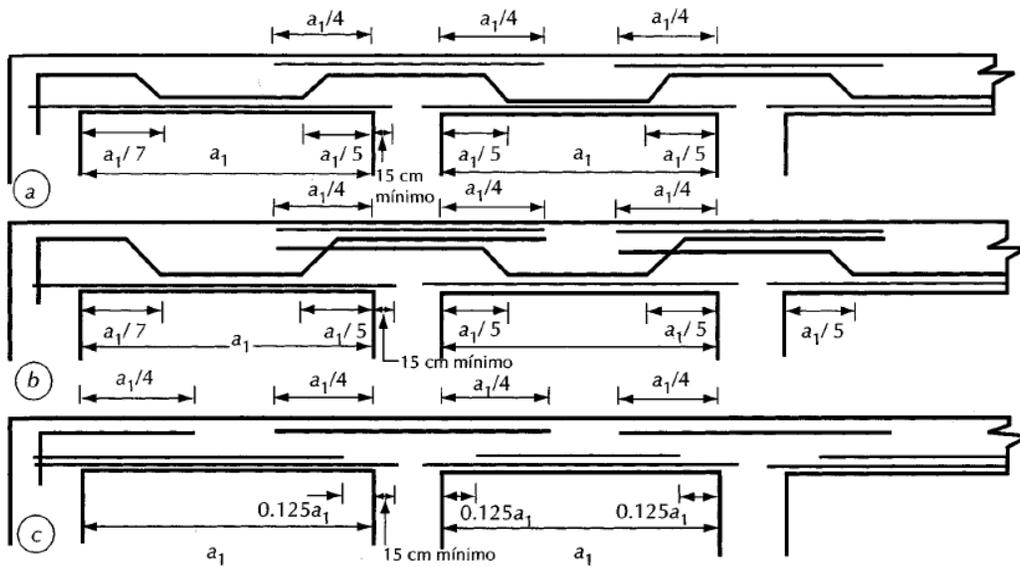
Para el caso I, a_1 y a_2 pueden tomarse como los claros libres entre paños de vigas; para el caso II se tomarán como los claros entre ejes, pero sin exceder el claro libre más dos veces el espesor de la losa.

Gráfica para diseño por flexión



Momentos resistentes nominales secciones rectangulares $\omega \leq \omega_b, q \leq q_b$

Detalles típicos del refuerzo de losas



Notas: a) Los dobleces son a 45° . b) En losas perimetralmente apoyadas, los cortes y dobleces se hacen en función del claro corto para el refuerzo en ambas direcciones. c) En el apoyo extremo debe proporcionarse un anclaje adecuado a partir del paño de apoyo.

Figura 16.4 Detalles típicos del refuerzo de losas.

Tarifas 2012 para el cálculo del Impuesto sobre la Renta de actividades empresariales y profesionales

Periodo: enero - diciembre 2012*

Límite inferior	Límite superior	Cuota fija	Por ciento para aplicarse sobre el excedente del límite inferior
\$	\$	\$	%
0.01	5,952.84	0.00	1.92
5,952.85	50,524.92	114.24	6.40
50,524.93	88,793.04	2,966.76	10.88
88,793.05	103,218.00	7,130.88	16.00
103,218.01	123,580.20	9,438.60	17.92
123,580.21	249,243.48	13,087.44	21.36
249,243.49	392,841.96	39,929.04	23.52
392,841.97	En adelante	73,703.40	30.00

*Fuente: Anexo 8 de la Resolución Miscelánea Fiscal (RMF) publicada el 5 de enero de 2012 en el Diario Oficial de la Federación (DOF)

ANEXO C

Porcentajes de pago al IMSS

Seguro por riesgo de trabajo

De acuerdo a, Reglamento de la Ley del Seguro Social en Materia de Afiliación, Clasificación de Empresas, Recaudación y Fiscalización, en su fracción 411:

Las empresas que se dedican a la construcción, reparación, reformas y reconstrucciones de edificaciones residenciales y no residenciales, excepto cuando se trate de obra pública, formarán parte de Clase V,

Lo que implica que:

En el Art. 73 de la Ley del Seguro Social la prima media de riesgo adquiere un valor de 7.58875 puntos porcentuales sobre el salario base de cotización (SBC).

Seguro por enfermedad y maternidad

Del art. 25 de la Ley del Seguro Social:

Para cubrir las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad de los pensionados y sus beneficiarios, en los seguros de riesgos de trabajo, invalidez y vida, así como retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, los patrones, los trabajadores y el Estado aportarán una cuota de uno punto cinco por ciento sobre el salario base de cotización. De dicha cuota corresponderá al patrón pagar el uno punto cero cinco por ciento, a los trabajadores el cero punto trescientos setenta y cinco por ciento y al Estado el cero punto cero setenta y cinco por ciento.

Del art. 106 de la Ley del Seguro Social:

Las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad, se financiarán en la forma siguiente:

I. Por cada asegurado se pagará mensualmente una cuota diaria patronal equivalente al trece punto nueve por ciento de un salario mínimo general diario para el Distrito Federal;

II. Para los asegurados cuyo salario base de cotización sea mayor a tres veces el salario mínimo general diario para el Distrito Federal; se cubrirá además de la cuota establecida en la fracción anterior, una cuota adicional patronal equivalente al seis por ciento y otra adicional obrera del dos

por ciento, de la cantidad que resulte de la diferencia entre el salario base de cotización y tres veces el salario mínimo.

Del art. 107 de la Ley del Seguro Social:

Las prestaciones en dinero del seguro de enfermedades y maternidad se financiarán con una cuota del uno por ciento sobre el salario base de cotización, que se pagará de la forma siguiente:

- I. A los patrones les corresponderá pagar el setenta por ciento de dicha cuota;
- II. A los trabajadores les corresponderá pagar el veinticinco por ciento de la misma, y
- III. Al Gobierno Federal le corresponderá pagar el cinco por ciento restante.

Transitorio Décimo Noveno de la Ley del Seguro Social

La tasa sobre el salario mínimo general diario del Distrito Federal a que se refiere la fracción I del artículo 106, se incrementará el primero de julio de cada año en sesenta y cinco centésimas de punto porcentual. Estas modificaciones comenzarán en el año de 1998 y terminarán en el año 2007.

Las tasas a que se refiere la fracción II del artículo 106, se reducirán el primero de julio de cada año en cuarenta y nueve centésimas de punto porcentual la que corresponde a los patrones y en dieciséis centésimas de punto porcentual la que corresponde pagar a los trabajadores. Estas modificaciones comenzarán en el año de 1998 y terminarán en el año 2007.

Seguro por invalidez y vida

Del art. 147 de la Ley del Seguro Social:

A los patrones y a los trabajadores les corresponde cubrir, para el seguro de invalidez y vida el uno punto setenta y cinco por ciento y el cero punto seiscientos veinticinco por ciento sobre el salario base de cotización, respectivamente.

Seguro por retiro, cesantía en edad avanzada y vejez

Del art. 168 de la Ley del Seguro Social:

Las cuotas y aportaciones a que se refiere el artículo anterior serán:

- I. En el ramo de retiro, a los patrones les corresponde cubrir el importe equivalente al dos por ciento del salario base de cotización del trabajador.
- II. En los ramos de cesantía en edad avanzada y vejez, a los patrones y a los trabajadores les corresponde cubrir las cuotas del tres punto ciento cincuenta por ciento y uno punto ciento veinticinco por ciento sobre el salario base de cotización, respectivamente.

Seguro por guarderías y prestaciones sociales

Del art. 211 de la Ley del Seguro Social:

El monto de la prima para este seguro será del uno por ciento sobre el salario base de cotización.

Para prestaciones sociales solamente se podrá destinar hasta el veinte por ciento de dicho monto.

LEY FEDERAL DE DERECHOS

Sección Segunda Inspección y Vigilancia

Artículo 191. Por el servicio de vigilancia, inspección y control que las leyes de la materia encomiendan a la Secretaría de la Función Pública, los contratistas con quienes se celebren contratos de obra pública y de servicios relacionados con la misma, pagarán un derecho equivalente al cinco al millar sobre el importe de cada una de las estimaciones de trabajo.

Las oficinas pagadoras de las dependencias de la administración pública federal centralizada y paraestatal, al hacer el pago de las estimaciones de obra, retendrán el importe del derecho a que se refiere el párrafo anterior.

En aquellos casos en que las Entidades Federativas hayan celebrado Convenio de Colaboración Administrativa en esta materia con la Federación, los ingresos que se obtengan por el cobro del derecho antes señalado, se destinarán a la Entidad Federativa que los recaude, para la operación, conservación, mantenimiento e inversión necesarios para la prestación de los servicios a que se refiere este artículo, en los términos que señale dicho convenio y conforme a los lineamientos específicos que emita para tal efecto la Secretaría de la Función Pública.

Los ingresos que se obtengan por la recaudación de este derecho, que no estén destinados a las Entidades Federativas en términos del párrafo anterior, se destinarán a la Secretaría de la Función Pública, para el fortalecimiento del servicio de inspección, vigilancia y control a que se refiere este artículo.

REFERENCIAS

1. Pierri Naína. (2001). Historia del concepto de desarrollo sustentable. Capítulo 2. (citado: 19 de mayo de 2012). [En línea]. Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/descargas/pierri01.pdf>
2. T.G. Carpenter. (2001). Sustainable Civil Engineering. Volume 2. (Carpenter) Wiley, England, pp. 311
3. Calvente A. (2007). El concepto moderno de sustentabilidad. [En línea]. Disponible en: <http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/sde/UAIS-SDS-100-002%20-%20Sustentabilidad.pdf>
4. Indicadores de desarrollo sustentable en México. INEGI. [En línea]. Disponible en: <http://www.ecologiaradical.com.mx/VB/Biblioteca/Indicadores%20de%20Desarrollo%20Sustentable%20en%20M%C3%A9xico.pdf>
5. Bárcena A. (2012). Marco de Referencia. La Sostenibilidad del Desarrollo a 20 años de la Cumbre Para la Tierra Avances, brechas y lineamientos estratégicos para América Latina y el Caribe. Organización de Las Naciones Unidas. [en línea]. Disponible en: www.eclac.org/.../xml/7/.../2012-65-RIO+20-ESPANOL-WEB.pdf
6. Martínez R. y Trápaga D. (2012). Construyendo Ciudades Sustentables: experiencias de Pekín y la Ciudad de México. Facultad de Economía-UNAM. 290 p. [en línea]. Disponible en: http://www.economia.unam.mx/cechimex/PUBLICACIONES/Libro_Ciudades_Sustentables/Libro%20Ciudades%20Sustentables.pdf
7. Medio ambiente. En: Centro de Información de las Naciones Unidas. [citado 2012-05-11]. [En línea]. Disponible en: http://www.cinu.org.mx/ninos/html/onu_n5.htm
8. Saber más... Desarrollo sustentable, *Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América*, CICEANA, A. C. Ciudad de México. [citado 2012-05-11] [en línea] Disponible en: <http://www.ciceana.org.mx/recursos/Desarrollo%20sustentable.pdf>
9. Financiamiento del Desarrollo sostenible. En: Centro de Información de las Naciones Unidas. [citado 2012-05-11]. [En línea]. Disponible en: <http://www.cinu.mx/temas/medio-ambiente/financiacion-del-desarrollo-so/>
10. Estrategia en favor del desarrollo sostenible. En: Síntesis de la legislación de la Unión Europea. [citado 2012-05-13]. [En línea]. Disponible en: http://europa.eu/legislation_summaries/environment/sustainable_development/l28117_es.htm
11. Instituto Nacional de Ecología (2010). Vivienda sustentable. [En línea]. Disponible en: <http://vivienda.ine.gob.mx/>
12. Leandro Rodríguez (2007). Vivienda sostenible. [En línea]. Disponible en: http://leandrorodriguez.com/pdf/Casas_Sust.pdf
13. Morales J. Manuel. Hacia la vivienda sustentable. (Citado: 20 de mayo de 2012). [En línea]. Disponible en: http://www.cudi.mx/eventos/2011/Evo_ESNEST.pdf

14. Wolpert J. (2008). Aspectos de sustentabilidad en el diseño de vivienda. [En línea]. Disponible en: http://www.infonavit.org.mx/inf_general/directorio/directorio/ccr/novena/Vivienda_sustentable.pdf
15. Álvarez F. (2012). Criterios e indicadores de la vivienda sustentable. [En línea]. Disponible en: http://webarquitectura.com/wp-content/uploads/2012/01/FAP_Criterios-e-indicadores-de-vivienda-sustentable.pdf
16. Schleifer, K. Simone. Casas Ecosostenibles. Ed. Ilus Bool (2011). Madrid, España.
17. Escobar, Jéssica. El desarrollo sustentable en México (1980-2007) (2007). [En línea]. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.9/num3/art14/art14.pdf>
18. El desarrollo sustentable en México. (Citado: 20 de mayo de 2012). [En línea]. Disponible en: <http://www.ingenieroambiental.com/?pagina=3287>
19. INEGI. Indicadores de Desarrollo Sustentable en México (Citado: 20 de mayo de 2012). [En línea]. Disponible en: http://www.nies.go.jp/db/sdidoc/indicadores_desarrollo_sustentable.pdf
20. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. [En Línea]. Disponible en: <http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/>
21. Programa nacional de vivienda 2007-2012: *hacia un desarrollo habitacional sustentable*. (2007). [En Línea]. Disponible en: <http://www.coparmex.org.mx/upload/comisionesDocs/PROGRAMA%20NACIONAL%20DE%20VIVIENDA%202007-2012%20VERSION%20EJECUTIVA.pdf>
22. Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. (Citado: 06 de junio de 2012). [En línea]. Disponible en: http://www.seduvi.df.gob.mx/portal/files/PGDU_GODF.pdf
23. (2012). Se han construido 600 mil viviendas sustentables en México. En: Radio Formula. [En línea]. Disponible en: <http://www.radioformula.com.mx/notas.asp?Idn=217302>
24. Secretaría del Medio Ambiente Gobierno del Distrito Federal. (2008). Programa de Acción Climática de la Ciudad de México. [En línea]. Disponible en: http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/paccm_documento.pdf
25. SEMARNAT. Vivienda sustentable en México. (citado: 21 de mayo de 2012). [En línea]. Disponible en: http://www.conavi.gob.mx/documentos/publicaciones/2b_Vivienda_Sutentable_en_Mexico.pdf
26. INEGI. (Citado: 24 de mayo de 2012). [En línea]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.aspx?s=est&c=17484>
27. Carla Huerta Ochoa. (Citado: 25 de mayo de 2012). Las normas oficiales mexicanas en el ordenamiento jurídico mexicano. En: Boletín Mexicano de Derecho Comparado. [En Línea]. Disponible en: <http://www.juridicas.unam.mx/publica/rev/boletin/cont/92/art/art4.htm>

28. Normas Oficiales Mexicanas. <http://www.economia-noms.gob.mx/noms/inicio.do>
29. Normas Mexicanas. <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx>
30. Nallely Ortigoza (2011). Norma vivienda sustentable. En: SAIE México. [En línea]. Disponible en: <http://www.saiemexico.com.mx/index.php/noticias-del-dia/229-alistan-nom-para-vivienda-sustentable.html>
31. (Citado: 20 de mayo de 2012). Plan Verde Cd de México. En: Ciudad de México. [En línea]. Disponible en: http://www.ciudadglobal.df.gob.mx/wb/cdg/plan_verde_de_la_ciudad_mexico
32. (Citado: 20 de mayo de 2012). Vivienda sustentable. En: Ciudad de México. [En línea]. Disponible en: http://www.sma.df.gob.mx/saa/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=71
33. (Citado: 20 de mayo de 2012). Vivienda sustentable: En: INFONAVIT. [En línea]. Disponible en: http://portal.infonavit.org.mx/wps/portal/EL%20INSTITUTO/VivirInfonavit/ViviendaSustentable/lut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hvD3cjQ3cLIwsLA0sDA08TS1cLAyMnQxMXE_2CbEdFACAHEC0!/
34. César V. Ingeniería de los Sistemas de Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales (2001). Facultad de Ingeniería, UNAM. México. pp. 418.
35. Fosa séptica II, Principios de funcionamiento. En: Revista sección. [citado 2012-05-24]. [en línea]. Disponible en: <http://www.revistaseccion.com/portada/revista-de-construccion-blog-de-construccion/44-sistemas-constructivos/74-fosas-septicas-ii-principios-de-funcionamiento.html>
36. Bioactivador. En: Activadores Biológicos. [citado 2012-05-24]. [en línea]. Disponible en: <http://activadoresbiologicos.com/>
37. Aprovechamiento de Aguas grises. En: Portal del Instituto Nacional de Ecología (de México) sobre la Vivienda Sustentable. [citado 2012-05-24]. [en línea]. Disponible en: <http://vivienda.ine.gob.mx/index.php/agua/recoleccion-reciclado-y-reuso-de-agua/aguas-grises>
38. Reutilizar el agua en nuestro hogar. En: El Mercado de la Vivienda. [citado 2012-05-24]. [en línea]. Disponible en: <http://www.elmercadodelavivienda.com/como-reutilizar-el-agua.html>
39. Rossi L. María. *Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú*. 2010. [en línea]. Disponible en: http://www.fonamperu.org/general/agua/documentos/Oportunidades_Mejoras_Ambientales.pdf
40. Nuevos Desarrollos [citado 2012-05-19]. [en línea]. Disponible en: <http://www.nuevosdesarrollos.com.mx/fosas.html>

41. *Guía de Diseño Para Captación del Agua de Lluvia (2001)*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, División de Salud y Ambiente Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana - Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, Lima. [en línea]. Disponible en: <http://site.fundacionsodis.org/index.php/biblioteca/category/17-23?...>
42. Adler, Carmona y Bojalil. *Manual de captación de agua de lluvia para centros urbanos*. PNUMA. 2008. [en línea]. Disponible en: <http://www.pnuma.org/recnat/esp/documentos/MANUALDECAPTACION%20oct%202008.pdf>
43. Instituto Politecnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería. *Captación de Agua Pluvial*. [citado 2012-05-20]. [en línea]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/31906751/Captacion-Agua-Pluvial>
44. Sistemas Fotovoltaicos Residenciales Interconectados. En: Grupo Desmex. [citado 2012-05-20]. [en línea]. Disponible en www.desmexsolar.com
45. ¿Qué es un sistema fotovoltaico? En: Información y Negocios Segundo a Segundo [citado 2012-05-20]. [En línea]. Disponible en: <http://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-sistema-fotovoltaico-2638847.htm>
46. Varela F. ¿Cómo funciona un Calentador Solar? En: Morada Un Mejor Hogar [citado 2012-05-22]. [en línea]. Disponible en: <http://morada.mx/blog/%C2%BFque-es-un-calentador-solar/>
47. Materias Primas. Producción y Transformación de la Energía Solar. citado [2012-05-22]. [en línea]. Disponible en: <http://materiasprimass.blogspot.mx/2009/01/energia-solar-termica-y-fotovoltaica.html>
48. Ecotecnologías. Tecnologías ecológicas para el aprovechamiento de energía no contaminante. citado [2012-05-22]. [en línea]. Disponible en: <http://ecotecnologias.wordpress.com>
49. Catálogo de Productos y Dispositivos Ahorradores de Agua, Sistema de Aguas de la Ciudad de México [citado 2012-05-22]. [en línea]. Disponible en: www.sacm.df.gob.mx/sacm/.../catalogo_dispositivos-ahorradores.pdf
50. The Home Depot. [citado 2012-05-22]. [en línea]. Disponible en: www.homedepot.com.mx
51. Helvex. [citado 2012-05-22]. [en línea]. Disponible en: www.helvex.com.mx
52. Metros Cúbicos. Terreno en venta en Jardines Del Ajusco. [Citado 2012-05-28]. [En línea]. Disponible en: http://www.metroscubicos.com/detalle_de_propiedad.m3/distrito_federal/tlalpan/jardin_es_del_ajusco/2000893423/propiedad/Terreno/en_venta/En_Esqina_Pichucalco_Y_Homun?idop=1&idorden=2&numpag=1&tiposprop=13
53. Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Tlalpan. [Citado 2012-05-28]. [En línea]. <http://www.copo.df.gob.mx/publicaciones/tlalpan.pdf>

54. Programa delegacional de desarrollo urbano Tlalpan. (Citado: 05 de junio de 2012). [En línea]. Disponible en: [http://www.sideso.df.gob.mx/documentos/progdelegacionales/tlalpan\[1\].pdf](http://www.sideso.df.gob.mx/documentos/progdelegacionales/tlalpan[1].pdf)
55. INEGI. *Información por entidad*. [Citado 2012-05-27]. [En línea]. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/territorio/clima.aspx?tema=me&e=9>
56. Gaceta Oficial del Distrito Federal. [Citado 2012-05-28]. [En línea]. Disponible en: www.aldf.gob.mx/archivo-14bb34af7e5235c742402c51d750a83f.pdf
57. Energía Solar Disponible. En: Instituto de Geofísica de la UNAM. [Citado 2012-05-28]. [En línea]. Disponible en: www.geofisica.unam.mx/ors/energia_solar1.pdf
58. Energía Solar Disponible. En: Observatorio de Radiación Solar. [Citado 2012-05-28]. [En línea]. Disponible en: <http://www.geofisica.unam.mx/ors/energiaSolarprueb1.php?grafica=hp>
59. César V, Enrique y Vázquez G, Alba. *Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales*. Fundación ICA. 2003. México, D.F.
60. Civil Geeks. *Dotación en sistema de agua potable*. . [Citado 2012-06-20]. [En línea]. Disponible en: <http://civilgeeks.com/2010/10/07/dotacion-sistema-de-agua-potable/>
61. Como cuidar el agua. [Citado 2012-06-20]. [En línea]. Disponible en: <http://comocuidarelagua.com/12/>
62. Microclar. *Solución para tratar aguas residuales*. [Citado 2012-05-28]. [En línea]. Disponible en: <http://www.microclar.com.mx/index2.html>
63. Servicio meteorológico nacional. *Estación Ajusco Tlalpan* [Citado 2012-06-25]. [En línea]. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/normales/estacion/df/NORMAL09002.TXT>
64. Aparicio M. Francisco. *Fundamentos de hidrología de superficie*. Ed. Limusa. 1992. México, D.F.
65. CEMEX. *Manual de autoconstrucción y mejoramiento de la vivienda*.
66. González C y Robles F. *Aspectos fundamentales del concreto reforzado*. Ed. Limusa. 2005. México, D.F. Pp. 569-580
67. Reglamento de Construcciones Para el Distrito Federal (2004). [Citado 2012-06-25]. [En línea]. Disponible en: <http://cgsservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/385.htm>
68. Suárez Salazar. *Costo y tiempo en edificación*. Ed. Limusa. 2006. México, D.F.
69. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Mapa de Precipitación Promedio Anual. [Citado 2012-05-28]. [En línea]. Disponible en: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/df/precipit.cfm?c=444&e=09>
70. José Manuel Vargas Hernández. La legislación mexicana en materia ambiental. *Tlalpan* [Citado 2012-06-25]. [En línea]. Disponible en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/398/vargas.html>

71. Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2010.) *Catálogo de costos directos de espacios educativos*. CMIC.
72. COSTOS DE CONSTRUCCION Y EDIFICACIONES Volumen II: Conceptos Avanzados. Edición Octubre de 2008 “810”
73. Verdeate. Reta tu lado verde [Citado 2012-11-10]. [En Línea]. Disponible en: <http://Verdeate.com>
74. Pemex. Gas y petroquímica básica [Citado 2012-11-10]. [En Línea]. Disponible en: <http://www.gas.pemex.com>
75. Servicios de agua y drenaje de Monterrey [Citado 2012-11-10]. [En Línea]. Disponible en: <http://www.sadm.gob.mx/PortalSadm/jsp/prensa.jsp?id=102>
76. García-Colín L., Bauer M. Energía, ambiente y desarrollo sustentable (El caso de México). UNAM, Programa Universitario de Energía, México, pp. 92
77. García J. (Sin año). El concepto de sustentabilidad de los recursos naturales. [En línea]. Disponible en: http://www.fucema.org.ar/pdf/d_b_el_concepto_de_sustentabilidad.pdf
78. CICENA (sin año.) Saber más... desarrollo sustentable. [En línea]. Disponible en: <http://www.ciceana.org.mx/recursos/Desarrollo%20sustentable.pdf>