



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
**COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA**



Alcaldía de Medellín

MEMORIAS SEMANA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA

6a Muestra de producciones académicas e investigativas de los programas de
Construcciones Civiles, Ingeniería Ambiental, Arquitectura y Tecnología en
Delineantes de Arquitectura e Ingeniería Y Construcción Sostenible
03 al 09 de Noviembre de 2015

Costos y tiempo de retorno de un sistema de aprovechamiento de aguas lluvia

Estudio de caso en un apartamento de 56,3 m², estrato 3, en Itagüí

Estudiante: Juliana Andrea Fernández Valencia

Asesores metodológicos: Ivan sylvia Sánchez,
Olga Nallive Yepes Gaviria

Asesor temático: Edgar Cano

Resumen

La disminución de área construible en el Valle de Aburrá, debido a la construcción de proyectos de vivienda, encarece el m²; por ello los constructores buscan optimizar espacios y costos. El aprovechamiento de aguas lluvia implica más costos, ya que requiere de un sistema adicional; pero: ¿en cuánto se incrementa el costo de una vivienda? Y ¿en cuánto tiempo se amortizan esos costos?

Estudio de caso

El estudio de caso es el proyecto de vivienda de interés social: Colina Verde, de 240 apartamentos, distribuidos en 6 torres de 40 apartamentos cada una; a su vez, cada torre tiene 10 pisos y 4 apartamentos por piso, de 56,3 m² cada uno.



Fuente: Constructora CAPITAL

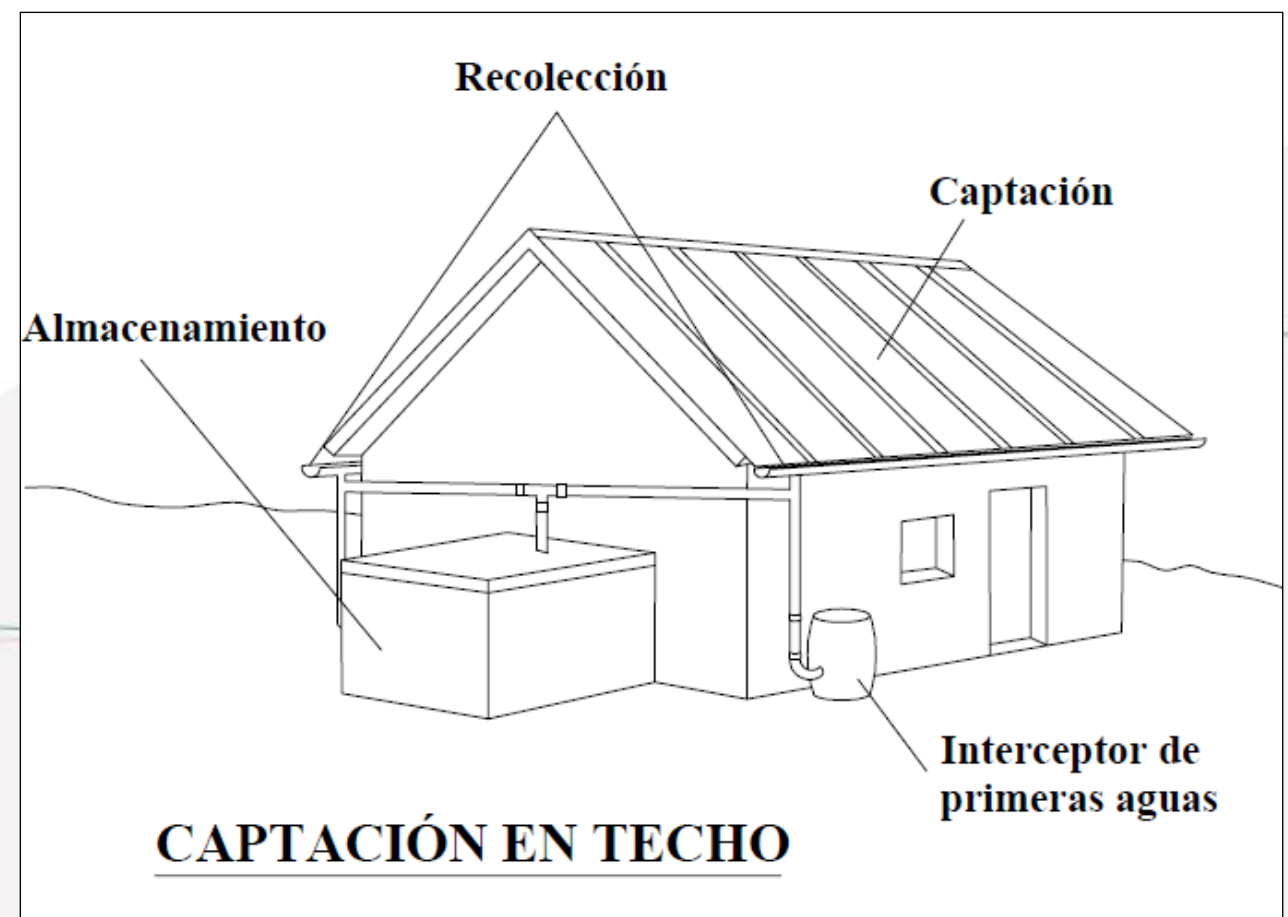
Objeto de disertación

El tiempo de amortización de los costos derivados del aprovechamiento de aguas lluvia en un apartamento de estrato 3, de 56,3 m².



Conceptos clave

- Sistema de captación de agua lluvia
- Área de captación
- Tanque de almacenamiento
- Amortización



Fuente: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/cd47/lluvia.pdf>

Antecedentes

El aprovechamiento de aguas lluvia en edificaciones urbanas ha sido ampliamente abordado alrededor del mundo.

Google presenta 88 300 resultados en menos de un segundo, entre los cuales hay tesis de grado de pregrado y postgrado: informes de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, propuestas económicas, ejemplos de construcción, proyecciones de ahorro...

En el Valle de Aburrá no es común encontrar proyectos de vivienda que hagan aprovechamiento de esas aguas.

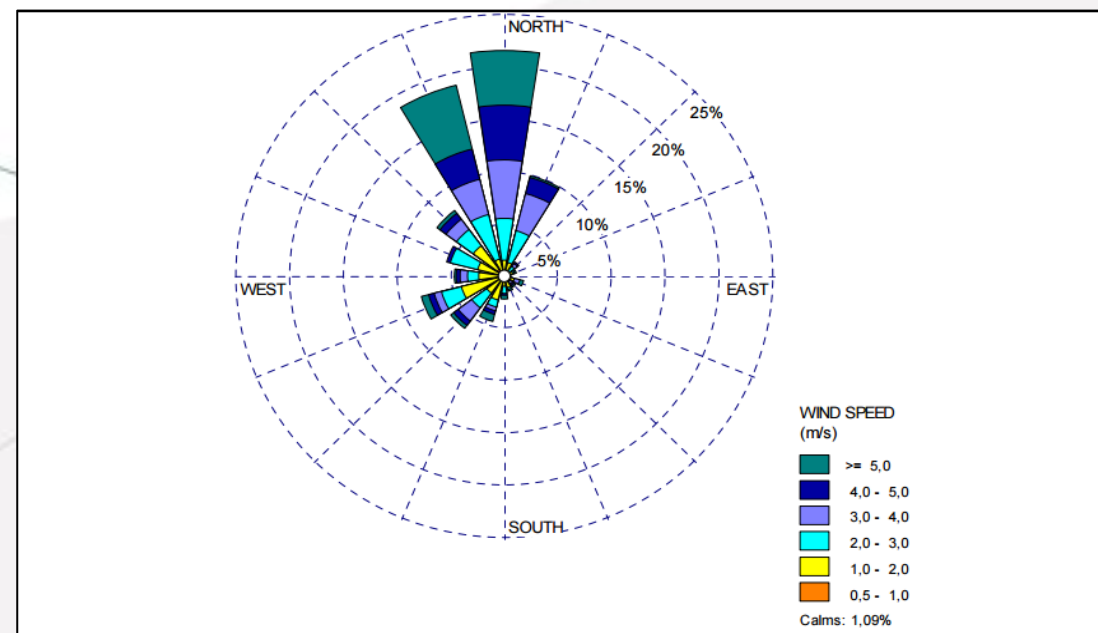
Razones que sustentan la afirmación o tesis del escrito

- En la búsqueda de apartamentos con algún sistema de aprovechamiento de aguas lluvia durante 2015 (entre 50 y 150 millones de pesos) no se encontró oferta.
- Falta de normas técnicas que indiquen parámetros de diseño para estos sistemas en Colombia.
- La población del Valle de Aburrá vive en una zona con cantidad, calidad y continuidad, las 24 horas del día, del servicio de agua potable, garantizado por Empresas Públicas de Medellín, lo que hace que no sea común emplear otras formas de abastecimiento.
- Desconocimiento de los beneficios económicos y ambientales de la implementación de esos sistemas por parte de la sociedad en general.

METODOLOGÍA: Cálculo del volumen del tanque de almacenamiento, propuesto por la Organización Panamericana de la Salud

PARÁMETROS DE DISEÑO

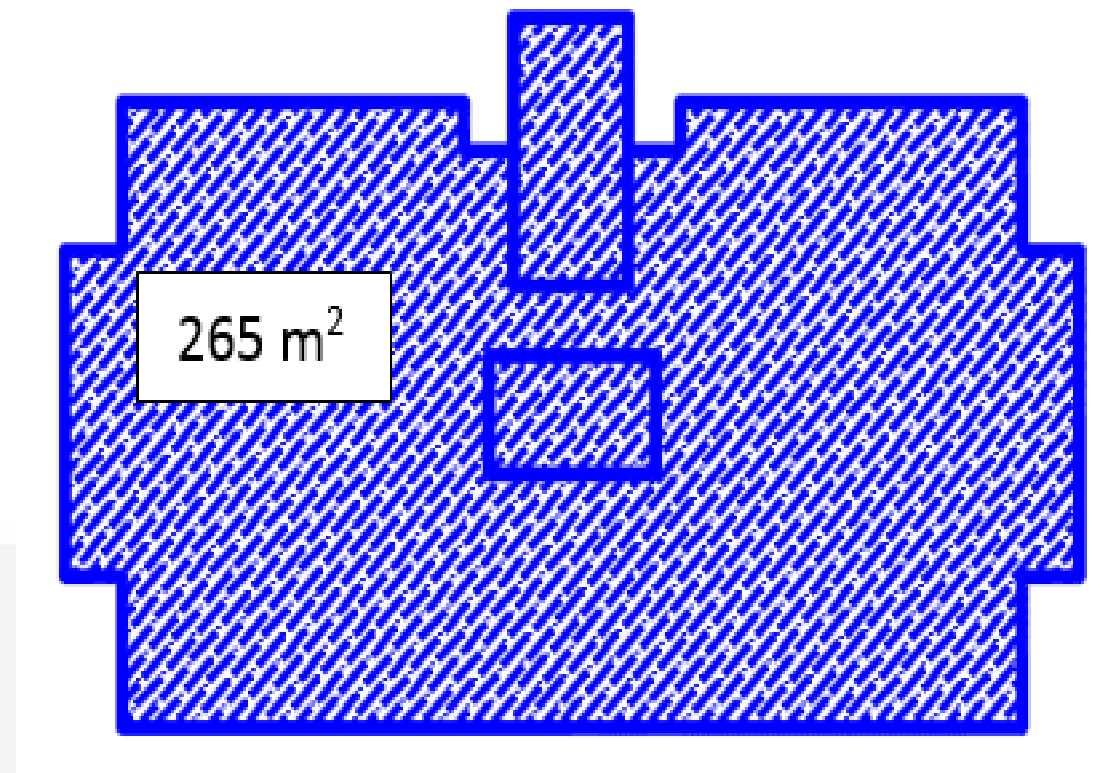
- Dirección de los vientos predominantes en la zona de estudio.



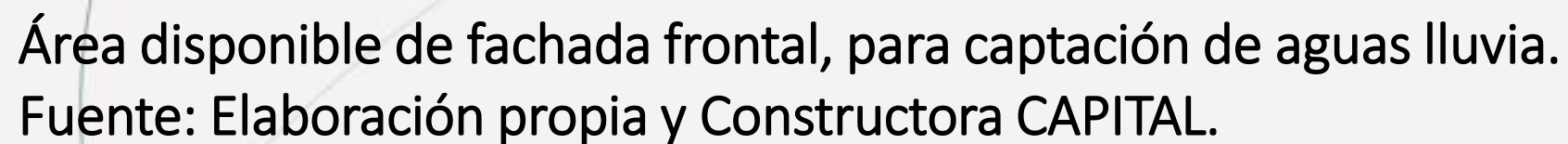
Rosa de los vientos de la estación Itagüí Casa de la Justicia

Fuente: Documento “EVALUAR Y MONITOREAR LA CALIDAD DEL AIRE EN EL VALLE DE ABURRÁ”, autor Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.

- Áreas de captación de las torres: Losas superiores



Área disponible en losa superior, para captación de aguas lluvias.
Fuente: Elaboración propia y Constructora CAPITAL.



ÁREA TOTAL DE CAPTACIÓN POR TORRE= 683 m²

- Registros de precipitación de los últimos 10 años reportados mes a mes en la Estación pluviográfica del aeropuerto Olaya Herrera.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC	Total Anual
2005	41	18,1	136,1	180,4	402,3	102,8	156,1	94,8	192,4	244	145,3	87,4	1800,7
2006	86,7	92,4	200	264,2	0	172,3	85,3	131,8	146	236,7	222,6	0	1638,0
2007	26,5	30,8	182,9	213,9	253,5	65,4	219	213	209,7	344,6	168,6	0	1927,9
2008	88,2	216,9	188,5	220,6	368,2	259	220,7	315,3	220,4	188,9	206,2	61,3	2554,2
2009	99,8	55,2	188,3	168,8	172,4	158,4	97,7	95,8	49,6	160,1	183,9	73,9	1503,9
2010	31,8	26,5	64,5	206	189	231,9	313,9	147,5	305,1	227,4	301,1	175,5	2220,2
2011	108,4	178	141,9	380	177,8	289,5	179,5	146,5	234,4	224	230,8	227,3	2518,1
2012	92,1	27,8	107	306,5	173,6	105,1	75,9	124,5	51,8	218,8	154,1	51,9	1489,1
2013	36,4	168,4	117,3	123,8	234,8	138	33,8	189,9	123,1	162,6	233,1	126,5	1687,7
2014	79,18	94,54	99,43	172,18	147,51	114,52	32,44	112,98	122,06	282,45	177,14	113	1547,4
Promedio	69,0	90,9	142,6	223,6	211,9	163,7	141,4	157,2	165,5	229,0	202,3	91,7	1888,7

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de precipitación reportados en el Anuario estadístico de Antioquia (años: 2005 al 2013) y del seguimiento de lluvia diaria por ciudades para el año 2014 de la página web: www.ideam.gov.co

Oferta mensual con un tanque de 106 m³

MES	DIAS	PRECIPITACION	ABASTECIMIENTO (m ³)		DEMANDA (m ³)		RESERVA (m ³)
		mm/mes	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	
Octubre	31	229,0	105,7	105,7	104,7	104,7	1,0
Noviembre	30	202,3	105,7	211,4	101,3	206,1	5,4
Diciembre	31	91,7	105,7	317,1	104,7	310,8	6,4
Enero	31	69,0	105,7	422,9	104,7	415,5	7,4
Febrero	28	90,9	105,7	528,6	94,6	510,1	18,5
Marzo	31	142,6	105,7	634,3	104,7	614,8	19,5
Abril	30	223,6	105,7	740,0	101,3	716,1	23,9
Mayo	31	211,9	105,7	845,7	104,7	820,8	24,9
Junio	30	163,7	105,7	951,4	101,3	922,2	29,3
Julio	31	141,4	105,7	1057,2	104,7	1026,9	30,3
Agosto	31	157,2	105,7	1162,9	104,7	1131,6	31,3
Septiembre	30	165,5	105,7	1268,6	101,3	1232,9	35,6

Fuente: Elaboración propia.

Oferta mensual de agua lluvia por apartamento = 2,6 m³

Oferta mensual con un tanque de 60 m³

MES	DIAS	PRECIPITACION	ABASTECIMIENTO (m ³)		DEMANDA (m ³)		RESERVA (m ³)
		mm/mes	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	
Octubre	31	229,0	60,0	60,0	104,7	104,7	-44,7
Noviembre	30	202,3	60,0	120,0	101,3	206,1	-86,1
Diciembre	31	91,7	60,0	180,0	104,7	310,8	-130,8
Enero	31	69,0	60,0	240,0	104,7	415,5	-175,5
Febrero	28	90,9	60,0	300,0	94,6	510,1	-210,1
Marzo	31	142,6	60,0	360,0	104,7	614,8	-254,8
Abril	30	223,6	60,0	420,0	101,3	716,1	-296,1
Mayo	31	211,9	60,0	480,0	104,7	820,8	-340,8
Junio	30	163,7	60,0	540,0	101,3	922,2	-382,2
Julio	31	141,4	60,0	600,0	104,7	1026,9	-426,9
Agosto	31	157,2	60,0	660,0	104,7	1131,6	-471,6
Septiembre	30	165,5	60,0	720,0	101,3	1232,9	-512,9

Fuente: Elaboración propia.

Oferta mensual de agua lluvia por apartamento = 1,5 m³

Limitaciones del trabajo

El método de cálculo empleado para el dimensionamiento del tanque de almacenamiento, parte de un análisis mensual de precipitaciones, lo cual puede sobredimensionar el volumen necesario, que podría ser menor si el análisis fuera diario.



Fuente: <http://www.archiexpo.es/prod/shay-murtagh-precast/product-71734-583132.html>

RESULTADOS

Costos de un m³ de agua potable en Itagüí y tiempo de amortización del sistema de aguas lluvias con tanque de almacenamiento de 60 m³.

Estrato	Consumo promedio por vivienda de 4 personas (m ³)	Costo m ³ de agua (Potable + residual) (\$)	Costo agua mensual (\$)	Costo agua mensual con aguas lluvias (\$)	Ahorro mensual(\$)	Tiempo de amortización estimado (Años)
1	15,4	1620,3	24953,2	22522,7	2430,5	32,7
2	15,4	1915,0	29490,2	26617,8	2872,4	27,6
3	15,4	2798,8	43101,1	38902,9	4198,2	18,9
4	15,4	2946,1	45369,6	40950,5	4419,1	18,0
5	15,4	4419,1	68054,3	61425,6	6628,7	12,0
6	15,4	4713,7	72591,3	65520,7	7070,6	11,2

Fuente: EPM y elaboración propia.

Resultados

- Volumen del tanque de almacenamiento ideal para el área de captación disponible (683 m^2) = 106 m^3
- Volumen del tanque de almacenamiento empleado para el análisis = 60 m^3
- Disponibilidad de agua lluvia por apartamento por mes = $1,5 \text{ m}^3$
- Costos por apartamento del tanque de almacenamiento y del sistema de aprovechamiento de aguas lluvias = **\$952 500**

CONCLUSIONES

- Cuanto más pequeño sea el tanque de almacenamiento, más económico es el sistema; por ende, el tiempo de amortización es más corto.
- Un periodo de retorno de la inversión de 19 años, podría desestimular a los posibles compradores de vivienda.
- Con un tanque de 60 m^3 , se oferta $1,5 \text{ m}^3$ de agua lluvia para cada apartamento en el mes, lo que representa un 10% del consumo total de agua.
- Estos sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias, son menos eficientes, para apartamentos en edificios de gran altura, ya que el área de captación por apartamento es muy reducida y por ende la disponibilidad de agua es mucho menor.

Bibliografía

- Organización Panamericana de la Salud. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud área de desarrollo sostenible y salud mental y Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente. (2004). *Guía de diseño para captación del agua lluvia*. Lima, Perú: COSUDE.
- Gobernación de Antioquia. Departamento Administrativo de Planeación. Anuario Estadístico de Antioquia, 2013 [Recurso electrónico] Medellín : Departamento Administrativo de Planeación, 2014
- Gobernación de Antioquia. Departamento Administrativo de Planeación. Anuario Estadístico de Antioquia, 2012 [Recurso electrónico] Medellín : Departamento Administrativo de Planeación, 2013
- Gobernación de Antioquia. Departamento Administrativo de Planeación. Anuario Estadístico de Antioquia, 2011 [Recurso electrónico] Medellín : Departamento Administrativo de Planeación, 2012
- Gobernación de Antioquia. Departamento Administrativo de Planeación. Anuario Estadístico de Antioquia, 2010 [Recurso electrónico] Medellín : Departamento Administrativo de Planeación, 2011

Bibliografía

- Gobernación de Antioquia. Departamento Administrativo de Planeación. Anuario Estadístico de Antioquia, 2009 [Recurso electrónico] Medellín : Departamento Administrativo de Planeación, 2010
- Gobernación de Antioquia. Departamento Administrativo de Planeación. Anuario Estadístico de Antioquia, 2008 [Recurso electrónico] Medellín : Departamento Administrativo de Planeación, 2009
- Gobernación de Antioquia. Departamento Administrativo de Planeación. Anuario Estadístico de Antioquia, 2007 [Recurso electrónico] Medellín : Departamento Administrativo de Planeación, 2008
- Gobernación de Antioquia. Departamento Administrativo de Planeación. Anuario Estadístico de Antioquia, 2006 [Recurso electrónico] Medellín : Departamento Administrativo de Planeación, 2007
- Gobernación de Antioquia. Departamento Administrativo de Planeación. Anuario Estadístico de Antioquia, 2005 [Recurso electrónico] Medellín : Departamento Administrativo de Planeación, 2006

GRACIAS

Organizadora y Compiladora del Evento
Olgalicia Palmett Plata
Noviembre de 2015



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA



Alcaldía de Medellín



