

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**



**Trabajo de Grado**

**ANÁLISIS TÉCNICO-FINANCIERO PARA LA VIABILIDAD DE PROYECTOS DE  
VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL CON TECNOLOGÍA DOMÓTICA PARA  
POBLACIONES CON DIFICULTADES PSICOMOTRICES EN BOGOTÁ, COLOMBIA.**

**PRESENTADO POR**

Ing. Hernán David Castañeda Roncancio  
Ing. Cesar Augusto Ramírez Caviedes

**DIRECTORES**

Ing. Msc. PhD. Yezid A. Alvarado Vargas  
Ing. Msc. PMP, Prince2. Rodrigo Misle Rodríguez

**BOGOTÁ D.C.  
Enero de 2018**

## RESUMEN

En el presente trabajo de grado, se busca determinar la viabilidad técnica y financiera del empleo de sistemas automatizados de domótica en vivienda de interés social para personas de la tercera edad con dificultades psicomotrices en Bogotá, Colombia, ya que se evidencia que esta población cada día tiene mayores dificultades para acceder a un sistema de salud adecuado, además de las limitantes socioeconómicas y físicas que presentan.

Para poder cumplir con el desarrollo del proyecto, se llevó a cabo un proceso metodológico, que se fundamenta en 5 fases (Fase 1. Revisión del estado del arte, Fase 2. Diagnóstico, Fase 3. Propositiva, Fase 4. Visita de campo y Fase 5. Viabilidad), basándonos en un método hipotético-deductivo, que a través de un razonamiento deductivo intenta validar la hipótesis empíricamente ayudando a cumplir los objetivos del trabajo de grado.

Inicialmente se realizó un diagnóstico en paralelo entre las enfermedades que sufre una persona de la tercera edad y las tecnologías domóticas que podrían ser usadas para la prevención y control de dichas enfermedades. Posteriormente se realizaron dos salidas de campo en las cuales se encontró el acople adecuado entre las tecnologías seleccionadas y las viviendas de interés social.

Finalmente se evaluaron alternativas técnicas y financieras que permitieron responder la pregunta de investigación referente a la viabilidad del proyecto.

El presente trabajo de grado da como principal resultado, que es viable técnica y financieramente la construcción de viviendas de interés social con tecnologías domóticas para ayudar a poblaciones con dificultades psicomotrices debido a que la TIR E.A es de 35,44% y el VPN \$29.928.962, para el escenario más crítico evaluado, permitiendo el fortalecimiento de proyectos concebidos desde su origen, mejorando la calidad de vida de las personas.

## **ABSTRACT**

In the present thesis, it is sought to determine the technical and financial feasibility of the use of automated domotic systems in housing of social interest for seniors with psychomotor difficulties in Bogotá, Colombia, since it is evident that this population is every day has greater difficulties in accessing an adequate health system, in addition to the socio-economic and physical limitations they present.

In order to comply with the development of the project, a methodological process was carried out, which was based on 5 phases (Phase 1. Review of the state of the art, Phase 2. Diagnosis, Phase 3. Propositive, Phase 4. Field visit and Phase 5. Viability), based on a hypothetico-deductive method, which through a deductive reasoning tries to validate the hypothesis empirically helping to meet the objectives of the thesis.

Initially, a parallel diagnosis was made between the diseases suffered by an elderly person and domotic technologies that could be used for the prevention and control of these diseases. Subsequently, two field trips were carried out, in which the appropriate link between the selected technologies and the housing of social interest was found.

Finally, technical and financial alternatives were evaluated to answer the research question concerning the viability of the project.

The present thesis as the main result, which is viable, technical and financial, the construction of social housing of social interest with domotic technologies to help with populations with psychomotor difficulties, because the TIR E.A. is 35.44% and the VPN \$ 29,928. 962, for the necessary more critical evaluation, allow the strengthening of projects conceived from their origin, improve the quality of life of people.

## ÍNDICE

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	1
1.1. Objetivos .....	5
1.1.1. <i>Objetivo general</i> .....	5
1.1.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	5
1.2 Contenido del trabajo de grado .....	5
2. MARCOS DE REFERENCIA .....	7
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	7
2.1.1. <i>Vivienda</i> .....	7
2.1.2. <i>Domótica</i> .....	7
2.2. MARCO LEGAL .....	10
2.3. MARCO TEÓRICO.....	11
2.3.1. <i>Evaluación técnica</i> .....	11
2.3.2. <i>Evaluación Financiera</i> .....	12
2.4. MARCO DE ANTECEDENTES.....	15
2.4.1. <i>Viviendas de interés social</i> .....	15
2.4.2. <i>Domótica y Salud</i> .....	19
3. METODOLOGÍA, RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	24
3.1. FASE 1: REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE.....	24
3.2. FASE 2: DIAGNÓSTICO.....	27
3.2.1. <i>Información suministrada</i> .....	27
3.2.2 <i>Número de pacientes y costos del tratamiento de las enfermedades</i> .....	27
3.2.3 <i>Tecnologías disponibles</i> .....	35
3.3. FASE 3: PROPOSITIVA.....	43
3.3.1 <i>Tecnologías disponibles vs. Necesidades</i> .....	43
3.4. FASE 4: VISITA DE CAMPO .....	46
3.5. FASE 5. VIABILIDAD.....	49
3.5.1 <i>Análisis técnico</i> .....	49
3.5.2 <i>Análisis financiero</i> .....	55
4. DISCUSIÓN .....	74
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LIMITACIONES.....	77
6. REFERENCIAS .....	79
7. ANEXOS .....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Marco legal del trabajo de grado .....	10
Tabla 2.2. Comparación de diferentes tecnologías y sus usos en casa inteligentes. BLE, Bluetooth Low Energy.....	15
Tabla 2.3. Elementos de políticas públicas de viviendas para algunos países de América Latina	16
Tabla 3.1. Estadística de los costos de las enfermedades en el año 2015 del Hospital San Ignacio .....	29
Tabla 3.2. Datos de pacientes atendidos en el hospital San Ignacio discriminado por enfermedad y EPS.....	29
Tabla 3.3. Tecnologías disponibles con costo Vs Enfermedades .....	44
Tabla 3.4. Convenciones tecnológicas.....	54
Tabla 3.5. Costos de atención en el servicio de urgencias, de las enfermedades identificadas en el estudio.....	56
Tabla 3.6. Costos asociados a la persona para poder ser atendido en una EPS.....	57
Tabla 3.7. Ingresos totales .....	58
Tabla 3.8. Egresos constructivos opción 1 Análisis técnico.....	61
Tabla 3.9. Egresos constructivos opción 2 análisis técnico .....	62
Tabla 3.10. Costos de la tecnología. ....	63
Tabla 3.11. Costos de Devaluación y mantenimiento.....	64
Tabla 3.12. Costos indirectos asociados al escenario 1 del análisis técnico.....	64
Tabla 3.13. Costos indirectos asociados al escenario 2 análisis técnico.....	65
Tabla 3.14. Indicadores financieros de los flujos de caja libre para las 4 combinaciones analizadas .....	72
Tabla 3.15. Indicadores financieros de los flujos de caja del inversionista para las 4 combinaciones analizadas.....	72
Tabla 7.1. Flujo de caja libre opción 1 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero .....	93
Tabla 7.2. Indicadores financieros del flujo de caja libre opción 1 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero .....	93
Tabla 7.3. Flujo de caja libre opción 1 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero .....	93
Tabla 7.4. Indicadores financieros del flujo de caja libre opción 1 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero .....	93
Tabla 7.5. Flujo de caja libre escenario 2 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero....	94
Tabla 7.6. Indicadores financieros del flujo de caja libre opción 2 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero .....	94
Tabla 7.7. Flujo de caja libre opción 2 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero .....	94
Tabla 7.8. Indicadores financieros del flujo de caja libre opción 2 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero .....	94

Tabla 7.9. Flujo de caja del inversionista opción 1 técnica con escenario 1 financiero .....	95
Tabla 7.10. Indicadores financieros del flujo de caja del inversionista para escenario 1 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero .....	95
Tabla 7.11. Flujo de caja del inversionista opción 1 técnica con escenario 2 financiero .....	96
Tabla 7.12. Indicadores financieros del flujo de caja del inversionista para escenario 1 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero .....	96
Tabla 7.13. Flujo de caja del inversionista opción 2 técnica con escenario 1 financiero .....	97
Tabla 7.14. Indicadores financieros del flujo de caja del inversionista para escenario 2 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero .....	97
Tabla 7.15. Flujo de caja del inversionista opción 2 técnica con escenario 2 financiero .....	98
Tabla 7.16. Indicadores financieros del flujo de caja del inversionista para escenario 2 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero .....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Tiempo de espera (promedio en minutos) de los usuarios de Bogotá desde que acudieron a servicios de CONSULTA EXTERNA hasta ser atendidos de acuerdo al régimen de afiliación declarado.....	2
Figura 1.2. Tiempo de espera (promedio en minutos) de los usuarios de Bogotá que acudieron a servicios de URGENCIAS hasta ser atendidos de acuerdo al régimen de afiliación declarado.....	2
Figura 2.1. Reloj M400 Polar .....	8
Figura 3.1. Metodología esquemática del trabajo de grado.....	24
Figura 3.2. Artículos leídos por área de interés .....	25
Figura 3.3. Cuartiles de las revistas consultadas.....	26
Figura 3.4. Origen de los artículos consultados.....	26
Figura 3.5. Identificación de principales enfermedades posibles a tratar .....	28
Figura 3.6. Número de pacientes con diagnóstico de hipertensión en el 2015 de la tercera edad en el Hospital San Ignacio por EPS asociada a la construcción de viviendas.....	32
Figura 3.7. Número de pacientes con diagnóstico de caídas en el 2015 de la tercera edad en el Hospital San Ignacio por EPS asociada a la construcción de viviendas.....	32
Figura 3.8. Número de pacientes con diagnóstico de úlceras en el 2015 de la tercera edad en el Hospital San Ignacio por EPS asociada a la construcción de viviendas.....	33
Figura 3.9. Número de pacientes con diagnóstico de cefalea en el 2015 de la tercera edad en el Hospital San Ignacio por EPS asociada a la construcción de viviendas.....	33
Figura 3.10. Número de pacientes con diagnóstico de asma en el 2015 de la tercera edad en el Hospital San Ignacio por EPS asociada a la construcción de viviendas.....	34
Figura 3.11. Número de pacientes con diagnóstico de Parkinson en el 2015 de la tercera edad en el Hospital San Ignacio por EPS asociada a la construcción de viviendas.....	34
Figura 3.12. Número de pacientes con diagnóstico de Alzheimer en el 2015 de la tercera edad en el hospital San Ignacio por EPS asociada a la construcción de viviendas.....	35
Figura 3.13. Banda de monitoreo BAM.....	37
Figura 3.14. Monitoreo por medio de la cámara de Philips.....	38
Figura 3.15. Detector de carbono Ozom.....	39
Figura 3.16. Detector de temperatura y humedad Ozom.....	39
Figura 3.17. Sensor de movimiento .....	40
Figura 3.18. Brazalete reporte de emergencia .....	40
Figura 3.19. Alarma Vibralarm.....	41
Figura 3.20. Deshumificador .....	42
Figura 3.21. Smart pone apps .....	42
Figura 3.22. Ubicación geoespacial de Hogares Soacha .....	46

Figura 3.23. Vías de acceso invadidas por vendedores ambulantes en Hogares Soacha por la calle 7.....	47
Figura 3.24. Andenes sin pavimentar en acceso a Hogares Soacha .....	47
Figura 3.25. Acceso al baño.....	48
Figura 3.26. Baño.....	48
Figura 3.27. Corredor.....	48
Figura 3.28. Muro construido por los propietarios .....	48
Figura 3.29. Cocina.....	49
Figura 3.30. Sala y comedor .....	49
Figura 3.31. Apartamento tipo hogares Soacha VIS.....	51
Figura 3.32. Apartamento VIS redistribución de espacios .....	52
Figura 3.33. Apartamento VIS adecuación de un espacio totalmente nuevo para el baño .....	53
Figura 3.34. Posibles ubicaciones de tecnologías en apartamento tipo VIS.....	55
Figura 3.35. Frecuencia de asistencia anual de un mismo paciente a consulta .....	58
Figura 3.36. Proyección de los ingresos por enfermedades.....	59
Figura 3.37. Proyección de los ingresos por enfermedad teniendo en cuenta la frecuencia.....	60
Figura 3.38. Egresos de las combinaciones evaluadas .....	66
Figura 3.39. Flujo dinero del proyecto escenario 1 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero .....	68
Figura 3.40. Flujo dinero del proyecto escenario 1 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero .....	69
Figura 3.41. Flujo dinero del proyecto escenario 2 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero .....	70
Figura 3.42. Flujo dinero del proyecto escenario 2 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero .....	71
Figura 7.1. Rangos de alcance sensor de movimiento .....	88
Figura 7.2. Rangos de alcance cámara Philips.....	89
Figura 7.3. Alcance sensor de temperatura y humedad .....	90
Figura 7.4. Alcance detector de monóxido de carbono .....	91

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo A. Matriz de comparación de tecnologías

Anexo B. Planos de alcances de las tecnologías

Anexo C. Flujos de caja

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Según la Alcaldía Mayor de Bogotá en el año 2017, existía un déficit de vivienda de un 28,36% equivalente a 267.447 hogares. Mediante la Secretaria del hábitat, a través de la política de vivienda y hábitat humanos, se han impulsado proyectos enfocados a la construcción. A julio de 2015 se han acompañado proyectos que incluyen 27.709 viviendas de interés prioritario, 18.293 viviendas de interés social y 22.607 no VIS, proyectos enfocados como solución a dicha problemática. De igual manera el gobierno nacional, genera ayudas a familias de bajos recursos para que puedan obtener una vivienda propia basada en la adquisición de subsidios.

Según Ceballos & Caquimbo (2014), con el aumento en la vivienda de interés social con acceso al servicio de agua y saneamiento, se contribuyó a que el porcentaje de personas en pobreza multidimensional disminuyera del 30,4% en 2010 al 27% en 2012, lo que significa que en dos años, 1,27 millones de personas salieron de dicha condición.

Paralelamente al déficit de vivienda, se evidencia que los espacios de las viviendas de los proyectos construidos bajo la modalidad de VIS presentan condiciones de espacio reducido, lo que dificulta la movilidad de las personas con dificultades psicomotrices. Es tal el caso que para Ceballos & Caquimbo (2014) no hay consideraciones de calidad en términos de garantizar la salud física y mental de los residentes en las viviendas de interés social, debido a que temas como la localización, las condiciones de movilidad, el espacio público y los riesgos a los que se enfrentan la población con dificultades psicomotrices, han quedado relegadas a la disponibilidad de un suelo económico.

Por otro lado, Amaya & Osorio (2010) identificaron que las normas colombianas referente a áreas mínimas en viviendas de interés social, permiten lotes unifamiliares de 57 m<sup>2</sup>, cuyas tipologías presentan una baja potencialidad para el desarrollo progresivo con una reducción considerable en las áreas de los espacios, que dificulta el desempeño adecuado de las actividades cotidianas y productivas en la vivienda.

En la actualidad, el papel del estado se limita a facilitar la financiación de vivienda, la adquisición de la misma se restringe a las escasas posibilidades que el sector de la construcción ofrece. Las soluciones de la empresa privada enfocadas a mejorar la construcción de VIS son muy precarias, en busca de una máxima rentabilidad, no se proponen proyectos de alta calidad que lleven a los residentes a tener mejores condiciones habitacionales (Amaya & Osorio, 2010). La política pública, tiene una explicación, y es que el interés primordial no es resolver el problema de la vivienda de las poblaciones de escasos recursos económicos, sino lograr superar los ciclos negativos de oferta y demanda del sector de la construcción mediante la producción de vivienda de interés social (Ceballos & Caquimbo, 2014).

Otro aspecto importante a considerar, son los inconvenientes que tienen las personas que presentan alguna enfermedad psicomotriz para acceder a un servicio médico básico, en gran medida se debe a la atención en las EPS e IPS, puesto que, son cada vez más comunes las filas prolongadas y tiempos de espera elevados, para una cita médica o una simple valoración. Según la última encuesta de salud pública realizada por el Ministerio de Salud en el 2017 los tiempos de espera en la atención de consulta externa pueden oscilar entre 25 min y 55 min como se aprecia en la Figura 1.1.

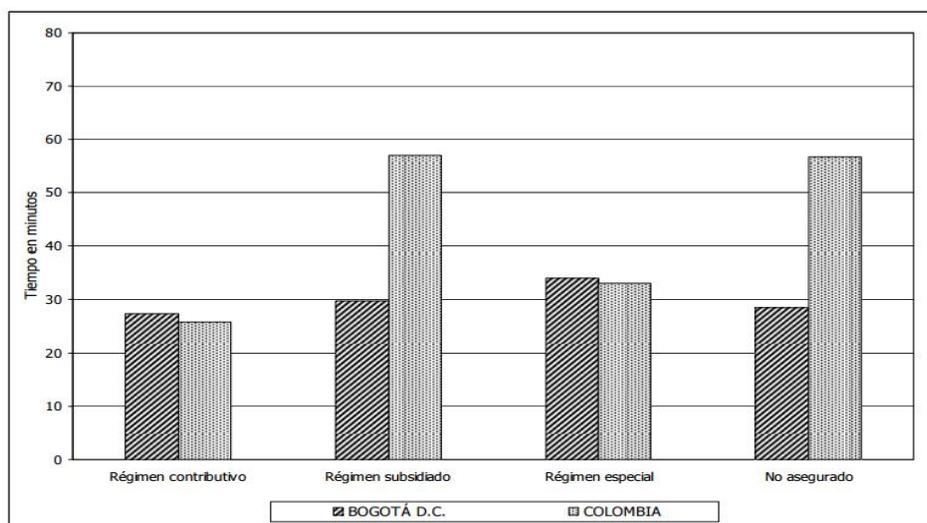


Figura 1.1. Tiempo de espera (promedio en minutos) de los usuarios de Bogotá desde que acudieron a servicios de CONSULTA EXTERNA hasta ser atendidos de acuerdo al régimen de afiliación declarado.

Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social, 2017.

En este mismo estudio se muestra que el tiempo de espera en el servicio de urgencias oscila entre 38 min y 65 min dependiendo el régimen de afiliación ver Figura 1.2.

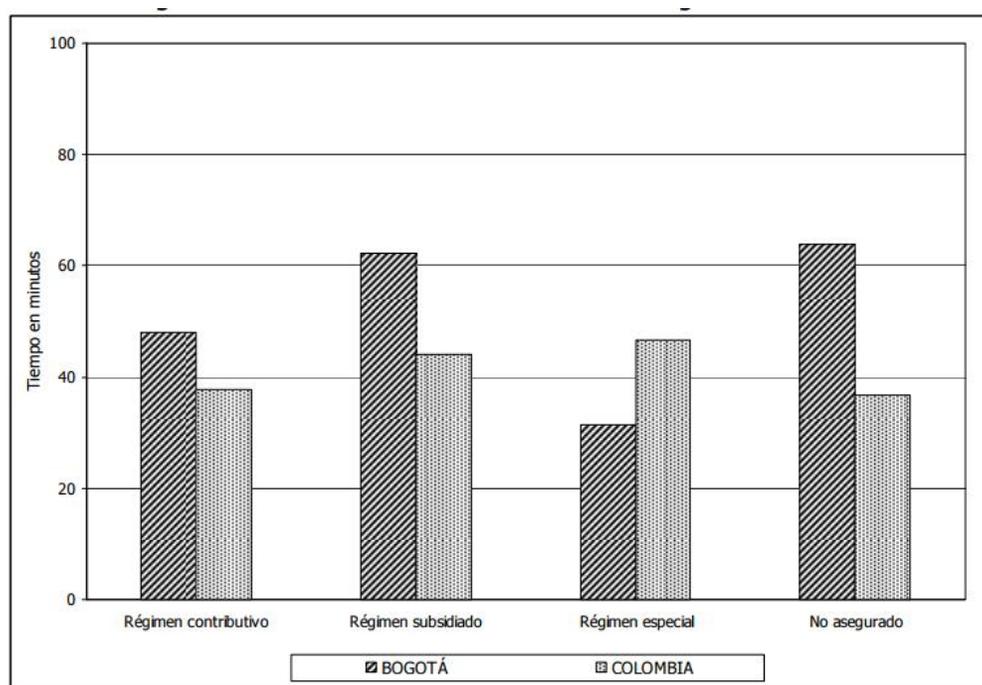


Figura 1.2. Tiempo de espera (promedio en minutos) de los usuarios de Bogotá que acudieron a servicios de URGENCIAS hasta ser atendidos de acuerdo al régimen de afiliación declarado

Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social, 2017

Según la Organización Mundial de la Salud, OMS (2016), las cifras de esperanza de vida en Colombia siguen en aumento y han llegado a 76 años para hombres y 83 años para mujeres, lo que significa así que los colombianos han llegado a una edad promedio de 71 años y que hemos ganado 8.5 años de vida en 22 años. Este fenómeno se da en todo el mundo. “La expectativa de vida ha aumentado tanto que, en el 2050, por primera vez, la pirámide poblacional se va a invertir: va a haber más viejos que jóvenes”.

El estudio nacional de salud, bienestar y envejecimiento realizado por el ministerio de salud de Colombia en el 2015 con base en la población encuestada arroja resultados tales como:

- La medición de la prevalencia de hipertensión arterial en adultos de 60 años y más, en promedio para el país es del 60.7%, también encontraron que el 18.5% de la población adulta mayor encuestada sufre de diabetes.
- El 67.0% sufre de deterioro visual.
- El 27.2% de la población encuestada reporto deterioro auditivo.
- El 41.0% reporto síntomas depresivos.
- El 31.9% sufrió caídas en la vivienda.

Los programas de VIS se han concentrado en los "ladrillos y mortero", es decir en la construcción y mantenimiento de estructuras físicas sin abordar las necesidades de servicio de los residentes (U. S. Select Committee on Aging, 1987). Por otro lado, Struyk, R. J., Turner, M. A., & Ueno, M. (1988) afirman que los proyectos de vivienda ocupados exclusivamente por los ancianos son buenos "objetivos de oportunidad" para los proveedores de apoyo y servicios de salud.

En Estados Unidos, han sido casi 40 años desde que los primeros residentes se trasladaron a las primeras comunidades de retiro con personal especializado en atender a adultos mayores. Sin embargo, los problemas de vivienda siguen siendo un componente importante de las discusiones gerontológicas. Una parte de la razón es que, si bien se ha avanzado mucho, todavía no se tienen en Estados Unidos políticas de vivienda coherentes. Los lugares particularmente diseñados para atender a personas adultas mayores con personal especializado son entre muchas, diferentes alternativas habitacionales que podrían proporcionar orientación en la formulación de una política de este tipo (Folts & Muir, 2002). En el caso colombiano estas políticas son restrictivas.

Algunos autores ven en la domótica una alternativa para mejorar las condiciones de vida de las personas mayores, encaminadas a ofrecer un buen ambiente donde vivir, trabajar, visitar o descansar, advertir de los posibles problemas y dar soluciones a estos problemas. Ofrece posibilidades en comunicación interior entre todos sus habitantes y de estos con el exterior y viceversa (Alaudell, 2009). Desde hace tiempo se conocen las “viviendas inteligentes”, pero muchas veces se asocian a edificios de gran lujo y se hace referencia a grandes inversiones para poder acceder a este tipo de tecnologías, motivo por el cual la gente ofrece gran resistencia a usar este tipo de dispositivos en sus hogares. Sin embargo, hoy en día existen alternativas económicas al alcance de cualquiera, tomando como base un autómata programable y un PC como complemento. Con este equipamiento se pueden automatizar todo tipo de viviendas y locales (Loboguerrero, J. C. S., 2011).

Ahora bien, para evidenciar los sobre costos que puede llegar a tener un edificio inteligente con respecto a uno convencional Loboguerrero, J. C. S., (2011), muestra la siguiente información:

- Según IBI (USA) Instituto de edificios inteligentes:

1. Sobre costo: intervalo entre 2 y 15%.
2. Sobre costo: 30 a 100 dólares más por m<sup>2</sup>.
3. Costo global de la construcción: 5 al 10% más.

- Según consultora inglesa:

1. Sobre costo: intervalo entre 8 y 10%.
2. 1 al 1,5% de ahorro anual de mantenimiento respecto al costo del edificio.

- Valoración en el ahorro energético

1. Reducción del 17,5% en los costos energéticos, gracias al uso de un sistema de gestión.
2. Ahorro del 60% en iluminación.
3. Ahorro medio del 20% en sistemas de climatización.

Se evidencia que la domótica en la actualidad se usa principalmente para tratar temas referentes a ahorros energéticos, confort y temas que poco o nada son aplicados a personas con discapacidad. Pero la verdad es que los dispositivos de domótica se han convertido en todo un avance en la calidad de vida de las personas con discapacidad. Por ejemplo, algunas aplicaciones facilitan el acceso a la vivienda de personas con discapacidad, como los teléfonos con sensores visuales y vibración para personas con discapacidad auditiva o visual, los interfaces inalámbricos que permiten controlar aparatos solo con un movimiento de cabeza o los productos para comunicar a través del iris, son tecnologías con las que tenemos que estar acostumbrados (Méndez, 2010).

De esta manera, se evidencia que los dispositivos de domótica pueden estar al alcance de todos y puede ser usada para ayudar a personas con dificultades psicomotrices. Se puede afirmar que la construcción VIS con tecnología domótica, enfocada a ayudar a personas con dificultades psicomotrices, van a tener un rol importante, debido a que la población adulta mayor crecerá y los problemas de salud que se presentan en esas edades serán necesarios de monitorear, prevenir, mitigar y controlar.

Por las problemáticas anteriormente expuestas, se realizó el presente trabajo de grado, que consiste en viabilizar la construcción de viviendas de interés social con diferentes tecnologías que ayuden a la automatización (domótica), lo que permite desarrollar una mejor calidad de vida a las personas con dificultades psicomotrices, generando una alerta temprana desde la comodidad de la casa, en donde pueden ser brindados servicios médicos, hospitalarios básicos, para crear un espacio adecuado que garantice un bienestar apropiado para esta población y que es de escasos recursos económicos. De esta manera se da soporte a la idea que usando tecnologías, y la interacción entre la información y las comunicaciones, se ayuda a los seres humanos a mejorar la prestación de servicios de salud (Viloria Núñez, 2009).

Debido a que los problemas psicomotrices son un campo de estudio muy amplio y en el país no se cuenta con una base de datos específica para este tipo de población, en donde se encuentre toda la información especializada que se necesitaba, se decidió hacer énfasis en la población de la

tercera edad, la que en su gran mayoría presentan algún tipo de deficiencia psicomotriz y encaja con los objetivos de estudio.

Se hizo énfasis en las enfermedades que se puedan atender desde la vivienda con ayuda de tecnologías domóticas, además de analizar las mayores limitantes que presenta la población de tercera edad, tomando como base la ciudad de Bogotá. Se trabajó en un proyecto VIS que sirve como guía para futuras replicas, debido a las características reproducibles de este tipo de proyectos.

Con la información expuesta, se buscó dar respuesta a la pregunta de investigación ¿Es factible técnica y financieramente la construcción de viviendas de interés social en Bogotá Colombia, con uso de tecnología domótica para mejorar la calidad de vida de la población con dificultades psicomotrices?

## 1.1. Objetivos

### 1.1.1. *Objetivo general*

- Determinar la viabilidad técnica y financiera del empleo de sistemas automatizados de domótica en viviendas de interés de social para personas con dificultades psicomotrices en Bogotá, Colombia.

### 1.1.2. *Objetivos específicos*

- Identificar cuáles son las necesidades básicas insatisfechas de vivienda y atención en salud de la población con problemas psicomotrices a los que se enfrenta esta población en Bogotá, Colombia.
- Seleccionar cuáles son las tecnologías disponibles en nuestro contexto que cumplan con los requisitos técnicos y económicos para la automatización en viviendas de interés social.
- Analizar la viabilidad técnica del uso de tecnologías domóticas para viviendas de interés social (VIS) en Bogotá, Colombia.
- Analizar la viabilidad financiera del uso de tecnologías domóticas para viviendas de interés social (VIS) en Bogotá, Colombia.

## 1.2 Contenido del trabajo de grado

En este trabajo de grado se desarrollaron los siguientes capitulos:

**Capítulo 1. Planteamiento del problema y justificación:** en esta sección se realizó la introducción, el planteamiento del problema, la hipótesis, la justificación, los objetivos general y específicos y se contextualizo al lector sobre la idea general del trabajo de grado.

**Capítulo 2. Marcos de referencia:** Esté capitulo contiene un marco conceptual, que busca aclarar la terminología necesaria para poder entender los temas principales del trabajo de grado. El marco Legal explica las principales leyes, decretos y normas que se establecen para las disposiciones técnicas en la construcción de VIS y se expone un marco teórico en el que se

desarrollan los conceptos teóricos para realizar las evaluaciones técnicas y financieras, además de la identificación de las variables que intervienen en dichos procesos.

**Capítulo 3. Metodología, resultados y análisis de resultados:** Se explica el desarrollo de las cinco fases que componen el desarrollo del trabajo de grado. Se presenta de forma detallada el proceso de recolección y procesamiento de la información, la recopilación de las tecnologías, la identificación de las necesidades de la población adulto mayor, además de las propuestas generadas para la relación entre las tecnologías y las enfermedades identificadas. Posteriormente a la recolección y análisis de toda la información, se presenta un análisis técnico y financiero para ver si es viable o no la propuesta del trabajo de grado, y se consideran los datos e información recolectada con el fin de evidenciar de una manera clara y argumentativa los resultados encontrados en la investigación, generando apreciaciones fundamentadas en bases teóricas sólidas y que lleven posteriormente a generar conclusiones de la investigación.

**Capítulo 4. Discusión:** Con base en la revisión bibliográfica y a los resultados obtenidos se hace una discrepancia de otras investigaciones y analizando similitudes.

**Capítulo 5. Conclusiones, Recomendaciones y Limitaciones del trabajo de grado:** Se da respuesta a los objetivos planteados en el trabajo de grado. Se describen los inconvenientes que se tuvieron durante el desarrollo del trabajo de grado y en donde se vieron reflejados, para que en futuras investigaciones no se vuelvan a cometer. Además de impulsar el desarrollo de futuras investigaciones y por último se hace un recuento de la información con la que no se pudo contar y los motivos que llevaron a no obtenerla.

**Capítulo 6. Referencias:** Se relaciona toda la bibliografía utilizada en el trabajo de grado.

**Capítulo 7. Anexos:** Se presenta la información que no se pudo mostrar en el contenido del trabajo de grado.

## 2. MARCOS DE REFERENCIA

### 2.1. MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se abordan los diferentes conceptos necesarios para entender el trabajo de grado, para ello el marco conceptual fue dividido en apartados de los siguientes temas: la vivienda, la tecnología domótica y la salud.

#### 2.1.1. Vivienda

La Real Academia Española, define la vivienda como un lugar cerrado o abierto construido para ser habitado por personas, este ofrece refugio a los seres humanos y les protege de las condiciones climáticas adversas.

Las viviendas se pueden dividir dependiendo del número de ocupantes, tales como unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares, y a su vez este tipo de vivienda, también se pueden subdividir dependiendo de su valor económico en el mercado en: vivienda de interés prioritario (VIP), vivienda de interés social (VIS) y vivienda de promoción privada (No VIS).

Se entiende por viviendas de interés social, aquellas que se desarrollen para garantizar el derecho a la vivienda de los hogares de menores ingresos” (Diario oficial N°43.091, 1997). Otra definición complementaria se establece en el artículo 90 en el Plan Nacional de Desarrollo actual, contenido en la Ley 1753 de 2015, el que define la Vivienda de Interés Social como " la unidad habitacional que cumple con los estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción y cuyo valor no exceda ciento treinta y cinco salarios mínimos mensuales legales vigentes (135 smmlv; \$ 99`591.795 al 2017)".

Existe una salvedad en los precios de VIS, ya que estos pueden variar: “en el caso de programas y/o proyectos de renovación urbana, el Gobierno Nacional podrá definir tipos de vivienda de interés social y de interés prioritario. La vivienda de interés social podrá tener un precio superior a los ciento treinta y cinco salarios mínimos mensuales legales vigentes (135 smmlv), sin que éste exceda los ciento setenta y cinco salarios mínimos mensuales legales vigentes (175 smmlv).

#### 2.1.2. Domótica

La CEDOM - Asociación Española de Domótica e Inmótica define la domótica como el “conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite una gestión eficiente del uso de la energía, que aporta seguridad y confort, además de comunicación entre el usuario y el sistema” (CEDOM, 2016).

Una casa inteligente es una vivienda residencial equipada con sensores y posiblemente actuadores para recoger datos y enviarlos a los controles, de acuerdo con las actividades y expectativas de los ocupantes (Collotta & Pau, 2015).

Para el procesamiento y recolección de la información adquirida por los sensores se hace uso de redes inalámbricas como: Bluetooth Low Energy (BLE) (Bluetooth Specification Versión 4.0, 2010), IEEE 802.15.4 / ZigBee (IEEE, 2006) e IEEE 802.11 / Wi-Fi (IEEE, 2007). Las redes inalámbricas son útiles para recopilar datos ambientales, también pueden ser una solución válida

para el control de los aparatos electrodomésticos. Una red inalámbrica no está limitada por la existencia ni la calidad de la infraestructura de cableado existente (Collotta & Pau, 2015).

La expresión de internet de las cosas (IoT), vincula objetos inteligentes a internet como su nombre lo dice; permite un intercambio de datos nunca antes disponibles, y lleva la información a los usuarios de una manera más segura (Evans, 2011). Cisco estima que el IoT constará de 50 mil millones de dispositivos conectados a internet en 2020, estas tecnologías desarrollan entornos que son controlables y que se pueden monitorear para establecer una automatización a un entorno específico (Gómez, 2001). La automatización se ha utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semi-independiente del control humano.

En la actualidad, existen dispositivos electrónicos que son usados propiamente en el cuerpo para realizar un monitoreo, conteo o control de algún parámetro específico de las actividades del cuerpo humano. Para estas tecnologías se acuña el concepto de la palabra en inglés *Wearable*, esta tiene una raíz inglesa *wear*, cuya traducción significa "llevable" o "vestible" y hace referencia al conjunto de aparatos y dispositivos electrónicos que se incorporan en alguna parte del cuerpo, lo que lleva a interactuar continuamente con el usuario y con otros dispositivos con la finalidad de realizar un monitoreo continuo del estado de salud de la persona. En este tipo de tecnología se encuentran los relojes inteligentes, zapatillas de deportes con GPS incorporado y pulseras que monitorizan el estado de salud (Borja, 2014) el ejemplo más claro son los dispositivos de la marca Polar por ejemplo el dispositivo M400 ver Figura 2.1, el cual tiene las siguientes funcionalidades:



Figura 2.1. Reloj M400 Polar

Fuente: <http://www.polar.com/>

- El GPS incorporado del M400 realiza un seguimiento de tu ritmo, distancia y altitud.
- Hace seguimiento de tus pasos, actividad, sueño y calorías las 24 horas del día, los 7 días de la semana.
- Sensor de frecuencia cardíaca.
- Las notificaciones inteligentes permiten ver notificaciones del teléfono directamente en la pantalla del M400.

Cuando se interconectan todas las tecnologías disponibles y se disponen en un conjunto residencial o de apartamentos nace el concepto de *inteligencia ambiental (AmI)*, la idea básica detrás de la AmI es que al enriquecer un ambiente con la tecnología (principalmente sensores y dispositivos interconectados a través de una red), un sistema puede ser construido para tomar decisiones en beneficio de los usuarios de ese entorno, basado en los datos obtenidos en tiempo real y en la acumulación de datos históricos. (Augusto & Cook, 2007).

La incorporación de nuevas formas de transmitir información de control, busca siempre la implementación en tecnologías de uso masivo y ha permitido el fortalecimiento de la domótica.

En la actualidad, la utilización de teléfonos móviles, podría facilitar el control remoto de electrodomésticos, gracias a la existencia de un protocolo de comunicación (WAP Wireless Application Protocol) que le permite al usuario acceder a los servicios de la Internet desde su teléfono móvil. Para enviar las señales de control a través de la red eléctrica, se requiere de un sistema inteligente que reciba los mandos del usuario y los analice con el fin de conocer su destino. Esta labor es efectuada por un computador, que se encuentra en permanente contacto con los diferentes usuarios por medio de la Internet (Alarcón et al., 2011).

### **Salud**

La organización mundial de la salud, OMS (2016) define atención primaria de salud como la asistencia sanitaria esencial accesible a todos los individuos y familias de la comunidad a través de medios aceptables para ellos, con su plena participación y a un costo asequible para la comunidad y el país. Es el núcleo del sistema de salud del país y forma parte integral del desarrollo socioeconómico general de la comunidad.

Colombia tiene un Plan de Atención Básica, este cuenta con tres componentes esenciales y se describen en el artículo 5to de la Resolución 4288 de 996 y son:

a) Promoción de la salud. Busca la integración de las acciones que realizan la población, los servicios de salud, las autoridades sanitarias y los sectores sociales y productivos, con el objeto de garantizar más allá de la ausencia de la enfermedad, mejores condiciones de salud física, psíquicas y sociales para los individuos y las colectividades.

b) Prevención de la enfermedad: se realizan para evitar que el daño en la salud o la enfermedad aparezcan, se prolonguen y ocasionen daños mayores o generen secuelas evitables.

c) De vigilancia en salud pública y control de factores de riesgo. Orientadas a la identificación, seguimiento y control de los principales factores de riesgo biológicos, del comportamiento y del ambiente, así como a la observación y análisis de los eventos en salud que ellos ocasionan.

Por otro lado, la psicomotricidad es la acción del sistema nervioso central, que crea una conciencia en el ser humano sobre los movimientos que realiza, a través de los patrones motores como la velocidad, el espacio y el tiempo. Otros conceptos relacionados con la psicomotricidad son:

**Dominio psicomotriz:** Consiste en destacar alguna habilidad muscular o motriz, alguna manipulación de material y objetivos o algún acto que requiera coordinación neuromuscular.

**Dominio cognitivo:** Trata del recuerdo o reconocimiento de lo sabido y el desarrollo de las habilidades y capacidades intelectuales.

**Dominio afectivo:** Destacan matices de sentimiento de emoción, o grados de aceptación o rechazo (Federación de enseñanza de Andalucía, 2012).

Finalmente, es importante resaltar los avances en telemedicina referente a la consulta virtual ya que se considera como un modelo asistencial alternativo para dar respuesta al incremento de la demanda. El gran avance de la tecnología ha favorecido el desarrollo de este tipo de consulta. Es una forma médica, que se puede realizar por teléfono, vídeo, ordenador, etc., y cada vez son más los países que comienzan a implantar esta forma de consulta dentro de su sistema de salud (Segura & Bustabad, 2016). Las consultas virtuales se pueden realizar a través de un programa informático denominado DRAGO. Este programa está consolidado y aceptado dentro del ámbito sanitario de la Comunidad Autónoma de Canarias (España) y se utiliza en la práctica clínica, tanto en atención primaria como en especializada. El sistema desarrolla una historia clínica centralizada y «Única» por paciente, de carácter longitudinal e interdisciplinar (Segura & Bustabad, 2016)

## 2.2. MARCO LEGAL

En la Tabla 2.1, se muestran las principales normas, decretos y leyes vigentes que se establecen para las disposiciones técnicas en las viviendas de interés social (VIS) y viviendas de interés prioritario (VIP) para el 2016 en Colombia, en esta tabla se nombran la ley y el artículo que tienen relación con el trabajo de grado y en la tercera columna se sintetiza los principales aportes de la ley a la investigación.

*Tabla 2.1. Marco legal del trabajo de grado*

<b>Ley</b>	<b>Artículo</b>	<b>Referencia sobre trabajo de grado</b>
Constitución política de Colombia	Artículo 51	Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda.
Decreto 0075 de 2013	Artículo 1 al artículo 19	Se reglamenta el cumplimiento de los porcentajes de suelo destinado a programas de Vivienda de Interés Social para predios sujetos a los tratamientos urbanísticos de desarrollo y renovación urbana y se dictan otras disposiciones.  “El área construida de la vivienda y la cuota de estacionamientos privados serán las que defina el correspondiente plan parcial.”
Decreto 2083 de 2004	Artículo 1	Disposición de áreas mínimas de lote para VIS y VIP tipo 1 y 2.  Viviendas unifamiliares: 35 m <sup>2</sup> Viviendas bifamiliares: 70 m <sup>2</sup> Vivienda multifamiliar: 120 m <sup>2</sup>

Plan nacional de desarrollo	“Todos por un nuevo país, Juan Manuel Santos 2014-2018”	<p>Estrategias, disposiciones de subsidios, montos de categorización viviendas VIS y VIP, disposiciones generales y conceptuales de VIS.</p> <p>La vivienda de interés social (VIS), cuyo valor no exceda ciento treinta y cinco salarios mínimos mensuales legales vigentes (135 smmlv).</p> <p>La vivienda de interés social prioritario (VIP), cuyo valor máximo será de setenta salarios mínimos mensuales legales vigentes (70 smmlv).</p>
Ley 1753 de 2015	Artículos 90 al 92	Descripción de políticas, definiciones y garantías para el acceso a VIS y VIP. Esta ley contiene el Plan Nacional de Desarrollo que actualmente está vigente en Colombia.
Ley 388 de 1997	Todo el capítulo X	Referente a las definiciones generales de vivienda de interés social, los planes de promoción de éste tipo de viviendas, programas de vivienda de interés social, planes de ordenamiento territorial y otras disposiciones de las viviendas de interés social.
Norma de diseño sismo resistente en Colombia NSR 10	Todos los títulos	Determinantes técnicos en la construcción de viviendas de interés social, y disposiciones generales para su adecuada construcción.
Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico - ras 2000	Todos los títulos	Determinantes técnicos en los sistemas hidrosanitarios de VIS y VIP.
Norma Técnica Colombiana NTC 6047 Accesibilidad al medio físico. Espacios de servicio.	Numeral 24. Cuartos de baño e instalaciones sanitarias	Los requisitos contenidos en este numeral se aplican a edificaciones para uso público y privado, por ejemplo, lugares de trabajo, edificaciones públicas y privadas con funciones públicas. También se deben tener en cuenta los usuarios con colostomía.

### 2.3. MARCO TEÓRICO

A continuación, se definen ¿qué son las evaluaciones técnicas y financieras?, además de la identificación de las variables que intervienen en dichos procesos, los parámetros se contextualizan en proyectos VIS y se les adiciona el componente de tecnología domótica, que permite establecer la viabilidad del proyecto.

#### 2.3.1. Evaluación técnica

El estudio técnico aporta información cualitativa y cuantitativa para la construcción de vivienda de interés social con tecnología domótica. Los principales factores que se evalúan en este tipo de construcciones son: tecnología, procesos constructivos, seguridad, especificaciones técnicas de la vivienda con base en normativas vigentes, características técnicas de la tecnología a instalar, pertinencia y ubicación de la tecnología (Baca, 2001). Los estudios técnicos para un proyecto de inversión deben considerar fundamentalmente cuatro grandes bloques de información:

- ✓ El estudio de materias primas en el caso de estudio son el costo de tecnologías y su disponibilidad
- ✓ Localización general y específica del proyecto, en donde se incluyen: redes de servicio, abastecimiento, vías, servicios públicos
- ✓ Dimensionamiento o tamaño del proyecto; y d. El estudio de ingeniería del proyecto. (Rios & Gonzalo, 2007)

En la evaluación técnica se debe contar con el conjunto de antecedentes que permiten juzgar cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas que presenta la asignación de recursos a una determinada iniciativa; también en contexto se debe generar una propuesta ordenada de acciones que pretende la solución o reducción de la magnitud de un problema que afecta a un individuo o a un grupo, en la que se plantea el tamaño, características, tipos y períodos de los recursos requeridos, dentro de las limitaciones técnicas, sociales, económicas y políticas en las que se desenvolverá. (Institución Universitaria de Envigado, 2012)

El objetivo de una evaluación o estudio técnico es determinar la utilización eficiente de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado. La primera parte del estudio técnico es la determinación de tamaño óptimo del proyecto, y para este caso es mejor considerar por separado toda serie de factores que puedan limitar el tamaño, como el mercado, los recursos monetarios disponibles y la tecnología, además de hacer una serie de aproximaciones como lo hace cualquier método, hasta llegar a un tamaño que se supone óptimo (Baca, 2001)

### **2.3.2. Evaluación Financiera**

Consiste en elaborar flujos de dinero proyectado en una escala de tiempo, para luego descontar los años a una tasa ajustada que permita cuantificar el valor agregado. Mediante este análisis se determina la rentabilidad de la construcción de viviendas de interés social adecuándoles un determinado número de dispositivos tecnológicos domóticas con miras a ayudar a la población adulto mayor. La evaluación financiera tiene como objetivo medir la rentabilidad del capital invertido por él o los promotores (Murcia, 2009)

Pretende a su vez determinar cuál es el monto financiero de los recursos tecnológicos y constructivos necesarios para la construcción VIS con tecnología domótica, y su impacto en el costo total de la operación del mismo, así como otra serie de indicadores que sirven como base para la toma de decisiones frente a la parte final y definitiva del proyecto (Baca, 2001)

#### **- Nivel Macroeconómico:**

*La inflación*, es descrita según el Banco de la Republica como un aumento en el nivel general de precios a través del tiempo, o sea que, en general, gran cantidad de bienes y servicios aumentan su precio (no necesariamente todos aumentan, pues habrá alguno que mantenga su precio constante e, inclusive, puede ser que éste baje). En Colombia, la inflación se mide a través del índice de precios al consumidor (IPC), cuyo cálculo lo realiza el DANE, (2016).

*Índice de Costos de la Construcción de Vivienda (ICCV)*: es un instrumento estadístico que permite conocer el cambio porcentual promedio de los precios de los principales insumos requeridos para la construcción de vivienda, en un periodo de tiempo. En abril de 2016, la variación mensual del Índice de Costos de Construcción de Vivienda –ICCV- fue 0,32%. En el mismo mes del año anterior se ubicó en 0,55%. (DANE, 2016)

Otro concepto a considerar es la *devaluación de la moneda*, ya que es la disminución en el valor de una moneda, en comparación al precio del oro o monedas extranjeras fuertes, para el caso de Colombia la devaluación se hace con respecto al dólar. Es importante considerar esta devaluación ya que las tecnologías que se deban importar pueden cambiar su precio dependiendo de las fluctuaciones del dólar.

#### - Nivel económico:

La evaluación de proyectos, considera la incorporación del riesgo, usando elementos como la tasa de oportunidad o descuento, a partir de modelos derivados de la teoría de gestión de portafolios. Algunos autores proponen una clasificación en tres categorías de los métodos usados para la valoración de proyectos: métodos basados en el retorno esperado, y métodos basados en el riesgo al que se exponen los proyectos (Ye & Tiong, 2000).

Por otro lado, se debe tener en cuenta el *presupuesto de inversión*, esté es la cuantificación de los recursos financieros requeridos y la ubicación en el tiempo de dichas cuantías, que permite a la dirección planear y controlar los objetivos en cuanto a ganancias y servicios. El sistema de presupuestos exige una previsión sistemática basada en la experiencia del pasado y en las condiciones que se prevean en el futuro (Murcia, 2009). El presupuesto de inversión utilizado abarca tres grandes rubros: 1. Activos Fijos, 2. Diferidos, 3. Capital de trabajo.

En el nivel económico también se encuentra terminología que es de utilidad para desarrollar dichos análisis, es el caso del Valor *Presente Neto*, el cual es un procedimiento que permite calcular el valor presente, de un determinado número de flujos de caja futuros. La determinación del Valor Presente Neto de la inversión (VPN), se realiza mediante el descuento o actualización de todos los ingresos y egresos (flujo), con una tasa seleccionada y/o establecida, esencialmente la tasa de rendimiento mínima atractiva (Rios & Gonzalo, 2007). Su expresión matemática es (Fernández, 2000):

$$VPN = -C_0 + \sum_{s=1}^n R_s * (1 + i)^{-s} \quad \text{Ec (1)}$$

Donde:

$C_0$ = Desembolso inicial que genera la inversión

$R_s$ = Con  $s=1,2, 3,\dots, n$ . son los rendimientos que produce la inversión en cada uno de los periodos de maduración

$n$ = es la duración u horizonte económico de inversión.

$i$ = Tasa de oportunidad o descuento

Cuando el VPN es  $>0$  se puede afirmar que la inversión es viable.

Cuando el VPN es  $<0$  se puede descartar la inversión ya que financieramente no es viable.

Otro método común para la medición financiera de los proyectos es haciendo uso de la Tasa Interna de Retorno. Es la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto (V.A.N.) de una inversión sea igual a cero. (V.A.N. =0). Este método considera que una inversión es aconsejable si la T.I.R. resultante es igual o superior a la tasa exigida por el inversor, y entre varias alternativas, la más conveniente será aquella que ofrezca una T.I.R. mayor (Rios & Gonzalo, 2007) su expresión matemática se da en el despeje de la siguiente igualdad (Fernández, 2000):

$$C_0 = \sum_{s=1}^n R_s * (1 + TIR)^{-s} \quad \text{Ec (1)}$$

Donde:

$C_0$ = Desembolso inicial que genera la inversión

$R_s$ = Con  $s=1,2, 3,\dots, n$ . son los rendimientos que produce la inversión en cada uno de los periodos de maduración

$n$ = es la duración u horizonte económico de inversión.

TIR= Tasa interna de retorno

Los dos conceptos de evaluación de proyectos van de la mano con el periodo de recuperación de la inversión. El método periodo de recuperación basa sus fundamentos en la cantidad de tiempo que debe utilizarse, para recuperar la inversión, sin tener en cuenta los intereses (Gómez, 2001).

La relación beneficio/costo según Gómez, (2001) está representada por la relación: B/C, toma valores mayores, menores o iguales a 1 dependiendo de la viabilidad del proyecto.

La palabra costo (C) se puede decir que es un desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado, en el presente, en el futuro o de manera virtual. Existen diferentes tipos de costos como son los costos de producción, costos de mano de obras, costos de servicios en general, mantenimiento, depreciaciones, amortizaciones, costos de administración y los costos de venta estos no solo implican hacer llegar el producto al intermediario o consumidor, sino que también incluye la investigación y desarrollo de nuevos mercados o nuevos productos. (Baca, 2001)

### 2.3.3. Tecnología Domótica

Los diccionarios franceses incorporaron el término *domotique* a partir de 1998. Esta palabra se introdujo en España por los Pirineos como Domótica, que procede del latín *domus* (casa, domicilio) y del griego *αὐτόματος*, automática (aunque existen autores que opinan que deriva de informática, como defiende el Diccionario de la RAE, o incluso de robótica).

Para Huidobro y Millán (2004), la Domótica se aplica a los sistemas y dispositivos que proporcionan algún nivel de automatización dentro de la casa, puede ser desde un simple temporizador para encender y apagar una luz o aparato a una hora determinada, hasta los más complejos sistemas capaces de interactuar con cualquier elemento eléctrico del hogar. La vivienda domótica es por tanto "aquella que integra un conjunto de automatismos en materia de electricidad, electrónica, robótica, informática y telecomunicaciones, con el objetivo de asegurar al usuario un

aumento del confort, la seguridad, el ahorro energético, las facilidades de comunicación y las posibilidades de entretenimiento".

Una red inalámbrica ofrece buenas velocidades, una mayor previsibilidad y la opción de dispositivos que se mueven a voluntad. La elección del protocolo inalámbrico es crítica, ya que determina el rendimiento de toda la red. Algunas de las características importantes a la hora de seleccionar la tecnología inalámbrica de corto alcance apropiado para casas inteligentes se presentan en la Tabla 2.2. (Collotta & Pau, 2015):

Tabla 2.2. Comparación de diferentes tecnologías y sus usos en casa inteligentes. BLE, Bluetooth Low Energy

	BLE	IEEE802.15.4	IEEE802.11
Costo	✓	✓	✓
Seguridad	✓	✓	✓
Consumo de energía	✓	✓	✗
Ecosistema	✓	✗	✓
Confiabilidad	✓	✓	✓
Facilidad de uso	✓	✓	✓
Rango	✓	✓	✓
Tasa de transmisión	✓	✓	✓

Fuente: Collotta & Pau (2015)

## 2.4. MARCO DE ANTECEDENTES

En el trabajo de grado, no se han encontrado investigaciones que involucren los tres componentes de análisis que pretende el proyecto, estos son: viviendas de interés social, tecnologías domóticas y sus aportes hacia el sistema de salud en Bogotá, Colombia. El marco de antecedentes se desglosará en dichos componentes para tener una visión clara de las brechas y evoluciones en cada aspecto a tratar en la investigación, dichos estudios se incorporaron en un marco internacional y nacional para desglosar la temática con brechas de tiempo del 2000 al 2016.

### 2.4.1. Viviendas de interés social

En este subcapítulo se muestran las tendencias que se tienen en la construcción de viviendas de interés social, desde un punto de vista internacional y otro nacional. De esta manera se puede comprender de mejor manera las limitantes y políticas que se encuentran detrás de las construcciones de vivienda de interés social. Al conocer las restricciones presentes, se puede establecer la pertinencia del proyecto enfocado a la búsqueda de una construcción más sostenible y pensando en el bienestar de los que habitan este tipo de construcciones:

#### - Marco Internacional

En este contexto se revisaron diversos autores y se compararon las políticas de otros países con el contexto colombiano como es el caso de Estados Unidos en donde Hayward et al., (2015) determinaron las relaciones de las afectaciones a la salud de residentes de viviendas de interés

social por condiciones del entorno. A pesar de tener políticas enfocadas a lugares de retiro y atención especializada en las poblaciones adultas, se evidencia que fuera de esas comunidades existen deficiencias en los sistemas usados para viviendas de interés social, tomando como una opción coherente lugares de arriendo temporal con características especiales para ser atendidos (Folts & Muir, 2002; Golant, 2003)

Por otro lado Estrada & Iga, (2012) dan una visión específica de las políticas de vivienda de interés social en México, en donde se encuentran semejanzas con políticas de vivienda de interés social en Colombia, resaltando como principal similitud, viviendas de carácter privado con un papel regulador del gobierno mediante subsidios.

Para evidenciar de mejor manera el contexto nacional cercano a Colombia, en la Tabla 2.3, se presentan elementos de políticas públicas de vivienda para algunos países de América Latina.

*Tabla 2.3. Elementos de políticas públicas de viviendas para algunos países de América Latina*

<b>Países</b>	<b>Responsable</b>	<b>Problemáticas</b>	<b>Orientaciones</b>
Argentina	Subsecretaria de Desarrollo Urbano y Vivienda	La calidad de viviendas insatisfactorias en áreas rurales alcanza un 40% de la población.	Mejorar el acceso a la vivienda, generar la mayor cantidad de empleos, distribuir de mejor forma el ingreso a través del otorgamiento de propiedades de familias pobres y la mejora sustancial en la calidad de vida.
Chile	Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Falta calidad en las soluciones habitacionales, fragmentación socio espacial existente, principalmente, en barrios marginales y gran desigualdad en el ingreso lo que genera inequidad en la población.	Asegurar un acceso equitativo a la vivienda, mejorar la calidad de viviendas y barrios y posibilitar la integración social de todos los chilenos.
México	Comisión Nacional de Vivienda	Poca regularización, crecimiento urbano desordenado, 21,3% de las viviendas no son propias, ineficacia en la provisión de servicios básicos, carencia en la disponibilidad de suelos y problemas de recolección de basura.	Cobertura, calidad y sustentabilidad, integralidad sectorial y apoyos gubernamentales.

Perú	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.	Servicios de saneamiento cubren sólo a un 57% de la población, inmadurez institucional del ministerio, poca coordinación entre los actores, inexistencia de normativa actualizada y articulada, cobertura, desorganización territorial y la construcción informal en zonas rurales.	Ordenamiento territorial, acceso a la vivienda, acceso a servicios de saneamiento, normar y promover la industria de la construcción y fortalecimiento institucional.
Uruguay	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.	Crecimiento de la informalidad y precariedad del sistema habitacional, mercado imperfecto del suelo urbano, segregación territorial, existencia de stock subutilizado y falta de disponibilidad de financiamientos hipotecarios	Dar solución a los requerimientos habitacionales de todos los uruguayos, integración social, participación y descentralización, planificación de la distribución del territorio, orientada a la demanda habitacional y respeto a la diversidad socio – cultural.

*Fuente: Videla (2010).*

#### - Marco Nacional

En Colombia la baja calidad con la que se construye VIS, está envuelta en una serie de procesos que dependen directamente de las políticas públicas. Dichas políticas determinan aspectos físico-espaciales de la vivienda y de su entorno, así como aspectos económicos, sociales y culturales de la población (Ceballos Ramos & Caquimbo Salazar, 2014).

Para comprender un poco mejor los aspectos políticos y la evolución de VIS en Colombia, se tiene que el período comprendido entre 1939 y 1991 se caracterizó por la acción estatal directa en la construcción de vivienda social a través del Instituto de Crédito Territorial ICT, entidad que operó con una variedad de sistemas que facilitaban la adquisición de soluciones de vivienda a personas de bajos ingresos. Posteriormente en 1991 el estado delegó la construcción de la vivienda a la empresa privada y limitó su actuación a la adjudicación de subsidios para vivienda nueva o usada y para el mejoramiento de vivienda. (Amaya & Osorio, 2010).

El modelo político escogido en Colombia para ofrecer vivienda a las familias de menores ingresos involucra al mercado como regulador del acceso efectivo a las unidades de habitación, exclusivamente bajo el paradigma de la propiedad privada. Mientras tanto, constitucionalmente se pretende garantizar el derecho a la vivienda digna como declaración política con dificultades en su materialización. (Falla, 2014).

En el estudio adelantado por Cotte Poveda, Calderón, & Rodríguez, (2015), se tiene que la carencia de ingresos en los hogares, junto con otras variables socioeconómicas y financieras, constituye el principal obstáculo para que la población pueda acceder a una vivienda propia. Dicho estudio tiene como principal propósito analizar los diversos elementos que influyen en la probabilidad que tienen los hogares de bajos ingresos en Colombia de contar con vivienda. De

manera específica, se busca establecer los efectos e incidencia de las variables asociadas a factores económicos, demográficos, sociales y financieros.

En los estudios adelantados por Escallón, (2012) y por Rodríguez, Bohórquez, & Ubaque, (2013) se observan las tendencias que se han visto involucradas en las VIS, los análisis de mercado y los cambios socio-políticos en los que se han visto envueltas este tipo de viviendas. En ambos casos se estiman retos a los que en un futuro se estará expuesto este tipo de sistema de vivienda de interés social.

Para el caso particular los retos que son de interés parten de las crecientes demandas en el tipo de construcción de VIS, además de las políticas gubernamentales que han favorecido este sector específico en la construcción, adicionalmente los cambios de definiciones y conceptos básicos en los análisis de mercado, ya que con políticas como la de 100.000 viviendas gratuitas del gobierno colombiano comprendido del 2014 al 2018, cambian esquemas y tendencias que se han visto en el sector de VIS (Ceballos Ramos & Caquimbo Salazar, 2014)

Existen programas en Colombia que dinamizan el sector y que ampliamente están relacionados con el crecimiento del sector de construcción (CAMACOL, 2016) estos programas son:

*Viviendas gratuitas:* la política representa la continuación del programa de “100 mil viviendas gratis” que, a través de 283 proyectos, entregó y terminó este gran volumen de viviendas. Dentro de su segunda fase se espera la construcción de 30.000 unidades nuevas en municipios con categoría 4, 5 o 6.

*Mi Casa Ya:* el programa “Mi Casa Ya” surge como un incentivo a la demanda de viviendas con un valor entre 70 smmlv (48.3 millones) y 135 smmlv (90.1 millones) para hogares con ingresos de entre 2 y 4 smmlv. Este programa contaba inicialmente con 100 mil cupos a los que le fueron asignados 30 mil más. El programa consta de un subsidio directo y una cobertura de 4 puntos porcentuales (p.p.) a la tasa de interés. El subsidio directo es asignado en función de los ingresos del hogar, este es de 20 smmlv (13.8 millones) para hogares que reciben entre 2 smmlv y 3 smmlv, y de 12 smmlv (8.3 millones) para hogares de entre 3 y 4 smmlv (CAMACOL, 2016).

*FRECH II:* el ministerio de vivienda introdujo subsidios a la tasa de interés para viviendas tipo VIP y VIS. Con este mecanismo, personas no propietarias y con ingresos inferiores a 8 salarios mínimos tienen acceso a un subsidio equivalente a 5 p.p. sobre la tasa de interés al adquirir una vivienda de interés prioritario, o de 4 p.p. en caso de adquirir una Vivienda de Interés Social. A través de este programa se anunciaron 136 mil coberturas para el periodo comprendido entre el año 2015 y el año 2018. De estas, el año pasado se ejecutaron 30.100, de las que 6.500 correspondieron a VIP y 23,600 fueron tipo VIS (CAMACOL, 2016).

Según Córdoba (2010) el caso de Bogotá tiene posiblemente dos fases:

1. La primera se rige por las consideraciones de política nacional y se expresa en los planes de desarrollo municipal
2. Una segunda donde se crea un proceso propio integral desde el hábitat.

Córdoba (2010), destaca los siguientes momentos del proceso de generación de la política pública de vivienda en Bogotá:

*“En el período 1998 – 2000, en cuanto al plan distrital de desarrollo, titulado: “Por la Bogotá que queremos”. Planteó una serie de estrategias para combatir el déficit habitacional de la capital. Entre las principales estrategias, se propició la creación de Metrovivienda. Un organismo adjunto al distrito como empresa industrial y comercial, con la finalidad de ejecutar mega proyectos de VIS que disminuyera el déficit habitacional, en Bogotá, D.C. Además, éste organismo tenía como segunda función, la generación de tierras urbanizadas, para incentivar la producción de VIS por parte de la empresa privada.*

*Con la revisión del POT, en el año 2003, se comenzó a estructurar lo que años después se conocería como política integral de hábitat. Una compilación de diferentes conceptos, no sólo el de vivienda, sino a su alrededor, el impacto que ejerce la existencia o no de una vivienda para el desarrollo individual y colectivo de la población. Lo cual sirvió como antecedente para la reestructuración de la política de vivienda y la generación de la política de hábitat, como un concepto mucho más abierto que incluye diferentes sectores”*

#### **2.4.2. Domótica y Salud**

En este subcapítulo se muestran los avances en el sistema de salud y como se pueden complementar con tecnologías domóticas, a su vez se muestra la pertinencia del uso de estas tecnologías dentro de una vivienda. Para que sea claro el contexto de desarrollo se discriminó en un marco nacional e internacional, que permite realizar comparaciones y tener una visión clara de los temas tratados.

En este subcapítulo se muestran los avances en el sistema de salud y como se pueden complementar con tecnologías domóticas, a su vez se muestra la pertinencia del uso de estas tecnologías dentro de una vivienda. Para que sea claro el contexto de desarrollo se discriminó en un marco nacional e internacional, que permite realizar comparaciones y tener una visión clara de los temas tratados.

##### **- Marco Internacional**

En este contexto se evaluaron varios artículos a nivel internacional que permiten una relación directa entre tecnologías que pueden ser acopladas a una vivienda (domótica) y la prevención de enfermedades. Esta relación se da mediante dispositivos, o modelos que permiten evaluar una serie de parámetros que sirven como alerta para atender un determinado caso asociado a la salud de los pacientes.

En Canadá Hostland, Sadiq, Lovegrove, & Roberts, (2015), evaluaron los niveles de moho y humedad que tienen los hogares, asociándolos a problemas respiratorios. Se evidenció que el impacto económico para la sociedad se aproxima a \$ 40 mil millones de dólares año sólo en América del Norte, evaluando temas como el costo de la atención de la salud y la pérdida de productividad en el lugar de trabajo. Por ese motivo plantearon un sistema de alerta temprana que permita evidenciar las características ambientales que pueden afectar directamente la salud de los

ocupantes de las viviendas. El modelo que se desarrolló en la investigación fue llamado HEALTH2 y es el primer modelo basado en el factor de entorno de la edificación integral que puede ser utilizado como una herramienta para proporcionar resultados empíricos fiables para predecir con precisión el riesgo en la salud con factores como el moho interior y la humedad. Esta herramienta empírica se basa en una visión holística del ambiente interior para apoyar la evaluación de impacto ambiental. Los resultados del modelo del HEALTH2 sugieren que existe una asociación estadísticamente significativa entre los entornos específicos de calidad del aire interior de la casa y las condiciones de vida.

Por su parte Colton et al., (2015), advirtieron la relación y riesgos entre la calidad del aire al interior de la vivienda y la proliferación de problemas respiratorios como el asma. En viviendas de personas de escasos recursos los márgenes de proliferación pueden ser 2 y hasta 4 veces más grandes que en una vivienda convencional. En esta investigación se observó que se han mejorado significativamente los resultados en varios indicadores clave de la salud entre los residentes de bajos ingresos de vivienda pública multifamiliar que vivían en hogares verdes con respecto a residentes de edificios convencionales. Entiéndase por hogares verdes, espacios especialmente diseñados para aprovechar términos energéticos, mejorar calidad de aire, ruido, e intercambios de aire y material particulado entre el interior y el exterior.

Específicamente, se encontró una reducción significativa en la morbilidad del asma entre los niños que viven en hogares verdes. A pesar que los edificios verdes son a menudo considerados un lujo adecuado para poblaciones de medianos o altos ingresos, en entornos de escasos recursos, la construcción verde o actualización pueden representar un valor significativo, con el potencial de reducir simultáneamente las exposiciones interiores dañinas, promover la salud residente, y reducir los costos operativos.

Los hogares verdes van de la mano con las tecnologías domóticas las cuales aprovechan mejor los recursos naturales y artificiales disponibles, para brindar mejores condiciones de vida y calidad de cada habitante de la vivienda en cualquier contexto que se dé.

Dentro de las nuevas tecnologías que pueden emplearse en la intervención psicosocial de las personas mayores se destacan, entre otras: tecnología de ayuda a la vida independiente, tecnologías asistenciales (sanitaria y social), tecnologías para facilitar la comunicación y ocio, tecnologías de ayuda a profesionales de la intervención psicosocial en el anciano. Que en últimas son usadas para mejorar la calidad de vida de las personas mayores a partir del uso de tecnologías y sus diferentes componentes (Martin, Aguado, Díaz, & Loriece, 2000):

- Las tecnologías de ayuda a la vida independiente, permiten a personas mayores a no perder independencia en sus labores, un ejemplo claro de ello es la teleasistencia domiciliaria la cual permite con un llamado acceder a un servicio médico en la casa, estas tecnologías están muy relacionadas con la domótica ya que su objetivo es la aplicación de la tecnología de la automatización al control del hogar y cuya pretensión es mejorar la calidad de vida aumentando la comodidad, la seguridad y el confort. Coughlin (1999) describe como el hogar se convierte en el espacio vital de las personas mayores y como las tecnologías deberán aportar a este espacio todos los adelantos para que los mayores puedan elegir estar en su casa a pesar de los problemas que el envejecimiento pueda acarrearles.
- Las tecnologías asistenciales (sanitaria y social), son productos o servicios que al adaptarse a una persona permite aumentar y mejorar las capacidades funcionales (Cook y Hussey, 1995). En consecuencia, las tecnologías asistenciales cubren un amplio abanico de

posibilidades, desde necesidades basadas en problemas cognitivos hasta la movilidad limitada por trastornos motrices, o necesidades de tratamiento del lenguaje o incluso ceguera.

- Las tecnologías para facilitar la comunicación y ocio están enfocadas a la interacción de una persona con discapacidad con los servicios que se pueden encontrar en la red, utilizando mecanismos externos o plataformas que faciliten el uso del internet bien sea para labores de comunicación con personas externas o para el ocio y entretenimiento.
- Finalmente, las tecnologías de ayuda a profesionales de la intervención psicosocial en el anciano, permiten compartir información entre varios especialistas en temas de la salud gerontológica, además de establecer observatorios de estas comunidades y analizar los cambios que van teniendo, permite establecer procedimientos, tendencias y soluciones a problemas reales de esta población.

Para la parte de domótica que es la que atañe al trabajo de grado, se tiene que en el 2011 Henríquez & Palma, proponen el uso del concepto de computación omnipresente para mejorar las relaciones humano-máquina en entornos automatizados como hogares, oficinas y edificaciones. Se registran los patrones de comportamiento del usuario para luego emplearlos en un sistema consciente del contexto, capaz de reaccionar de forma automática y permite la autoconfiguración de un sistema automatizado en un entorno de oficina. Se utilizan Redes neuronales como clasificador del estado de las luces, calefacción y ventilación. Los resultados muestran que la técnica de redes neuronales es capaz de reconocer satisfactoriamente más de un 90% de los patrones del usuario. Esta investigación concluyó que, mediante las técnicas empleadas, se explota la información registrada de las actividades del usuario, con esto se deducen los patrones en un proceso completamente automático, otorgando la posibilidad de que un entorno cerrado tipo casa, oficina, bodega, etc., puedan ser sensibles al contexto, debido que, al aprender los hábitos de los usuarios en un proceso automático, dota al entorno de la capacidad de ser autónomo y auto configurado. En últimas esto sirve para tener un control de los usuarios analizados en este caso personas adultas y a raíz de sus patrones identificar cambios y avisar si estos cambian o presentan irregularidades.

En la investigación adelantada por Benmansour, Bouchachia, & Feham, (2016), se analiza por medio de redes neuronales no solo el comportamiento de una sola persona sino pueden analizar múltiples ocupantes en un espacio automatizado sin que los resultados se vean influidos por la presencia de un externo como por ejemplo un animal o un visitante ocasional. Este artículo es base para el análisis del paradigma de múltiples ocupantes para no ver la afectación de los datos relacionados y de esta manera no se establezcan falsas alarmas en la hora de informar cambios en el comportamiento habitual de las personas con dificultades psicomotrices.

Mendes, Godina, Rodrigues, Matias, & Catalão, (2015) realizaron avances sobre investigaciones referentes a tecnologías inalámbricas en un ambiente de automatización específicamente en casas inteligentes para optimizar su uso. En esta investigación se concluyó que la aplicación de casas inteligentes (Smart House) con éxito a gran escala puede ayudar a resolver algunos de los principales retos en el siglo XXI, como la mejora de las ganancias de eficiencia en el consumo de energía o de facilitar la expansión de los servicios avanzados para el cuidado de la salud en una población que envejece rápidamente en todo el mundo. Mendes et al., 2015 presentan como las arquitecturas inalámbricas de corto alcance se han considerado como clave para una casa inteligente habilitada por la red inalámbrica. Un elemento clave para el hogar inteligente es la

integración de una mezcla de redes cableadas e inalámbricas que fue lo que se buscó lograr en el presente trabajo de grado.

Los ambientes inteligentes ayudan a mejorar las condiciones de vida de personas en condición de discapacidad o adultos mayores, el apoyo que brindan estas tecnologías incluye, instalaciones para el control ambiental, acceso a la información, comunicación, monitoreo, etc. Sin embargo, los usuarios pueden encontrar barreras de accesibilidad frecuentemente relacionadas con las diversas interfaces dispositivos y procedimientos heterogéneos. Estos problemas incluyen las dificultades físicas para manejar los dispositivos, y las barreras cognitivas para entender los procedimientos de uso y navegación. Por consiguiente, las interfaces unificadas para controlar todos los aparatos y servicios que se necesitan, sólo son posibles si la tecnología de red utilizada es diseñada para soportar la interoperabilidad y los sistemas de integración (Abascal, 2004).

### - Marco Nacional

En el marco nacional se han realizado varias investigaciones que dan una visión general y oportuna de cómo se están usando las tecnologías en el ámbito de la salud, y como se mejoran los mecanismos y herramientas necesarios para la atención de una persona en condición de discapacidad o con edad avanzada gracias a ellas. Por su parte Vitoria en el 2009 realizó una investigación, en donde determinó que las tecnologías de información y comunicaciones brindan numerosas aplicaciones en pro de la educación, investigación y puesta en práctica de las ciencias de la salud. En el artículo se presenta una revisión sobre distintas herramientas ofrecidas por este tipo de tecnologías, desde novedosas páginas Web con fines médicos hasta innovadoras aplicaciones de grandes desarrollos tecnológicos puestos en servicio para el cuidado de la salud. En esta investigación se determinó que no sólo para la práctica de la academia son fundamentales los sitios de Medicina 2.0. A través de estas páginas, los pacientes tienen la posibilidad de realizar preguntas acerca de patologías que presentan, para así enriquecer sus diagnósticos, en donde se analizan los diversos puntos de vista de distintos médicos que han obtenido diferentes experiencias.

Otra práctica en la que las tecnologías de información y comunicaciones brindan un gran apoyo a las ciencias de la salud es la telemedicina. Esta disciplina, conocida como la práctica de los servicios médicos a distancia a través de sistemas de telecomunicaciones, aporta soluciones a problemáticas sanitarias en zonas apartadas como las poblaciones rurales, donde la cobertura en salud es escasa, y ofrece atención especializada a los pacientes y capacitación al personal asistencial.

En el ámbito nacional también se ha trabajado en el componente de domótica es tal el caso que en el año 2015 Agreda, diseñó un modelo de inteligencia ambiental para asistir a personas de tercera edad, se concluyó en esa investigación, que los ambientes inteligentes AmI orientados hacia la salud, constituyen una temática en crecimiento y cada aproximación realizada es abordada mediante objetivos diferentes o condiciones de salud diferentes; pero se observa una fuerte tendencia hacia la creación de una arquitectura global y estandarizada con lo que se puedan proveer todos los servicios de asistencia a cualquier tipo de condición de salud. Esta investigación da una clara mirada de como la domótica se relaciona cada día más con temas específicos en salud. Se determinó que el diseño experimental validó que el modelo de ambientes inteligentes (AmI) propuesto, sí presenta un cambio significativamente positivo en el bienestar del usuario de la

tercera edad; asimismo, valida cada una de las facetas del modelo de inteligencia artificial: la supervisión de eventos mediante reglas, la supervisión de hábitos mediante el procesamiento de las actividades y la unión de las dos como factores determinantes en la asistencia del usuario; lo que significa que tanto la arquitectura del Sistema Multi Agente (SMA) como el modelo Inteligencia Artificial (IA) propuesto son válidos como aproximación para la solución de la problemática.

Finalmente, lo que se busca con las tecnologías domóticas es disminuir el impacto económico que tienen las personas con enfermedades psicomotrices en el sistema de salud, ya que se evidencian deficiencias en los sistemas de salud a nivel nacional como bien lo describen González-Quiñones et al., (2014), los cuales realizaron una investigación referente a la atención prioritaria en Bogotá, de esta manera se determina la carga en las consultas de los pacientes es bastante grande y por lo general deja insatisfechos a los usuarios del sistema de salud, evidenciándose que la problemática se encuentra a nivel general en el país. Se tiene que los tiempos de atención son demasiado grandes, la atención es insuficiente, los espacios reducidos, entre otras características asociadas al confort de los pacientes ya que las actuales no son las adecuadas. Esta investigación pone de manifiesto que lo que un paciente quiere cuando es atendido por el médico es ser escuchado, además rescata la parte de relaciones humanas que le permite al paciente percibir el compromiso por parte del profesional, sin descuidar la parte científica de enfrentarse a las enfermedades. El ser examinado es un indicador de alto valor para los pacientes, y a través de la habilidad de comunicación del médico, ser capaz de permitirle decidir, de esta manera se logra conocer a su paciente a través de un enfoque biopsicosocial y con la posibilidad de mantener esa relación a lo largo del tiempo, condiciones todas que promueve la Atención Primaria en Salud. Esta investigación, además, muestra en esta población cómo cualquier análisis de la prestación debe contemplar la parte relacional humana, la que debe indagarse con la misma insistencia que otros aspectos. Por lo anterior es importante que a pesar de contar con tecnologías domóticas que suplen la labor de los médicos en algunos casos, siempre es importante realizar consultas de control y no perder las relaciones humanas.

En el capítulo en general se abordaron las problemáticas de vivienda de interés social en donde se evidencia que en la mayoría de los casos tanto a nivel nacional como internacional se tienen dificultades y políticas que no garantizan el bienestar de las personas ya que se conciben las viviendas como propiedades privadas y se limitan a la disponibilidad de espacio y precio. A su vez, no se evalúan temas relacionados con el bienestar de las personas que compran una vivienda de interés social, ni mucho menos sus limitantes, para lo cual se quiere con el trabajo de grado ver desde un punto de vista constructivo y financiero que se pueden crear viviendas de interés social sostenibles y que vayan encaminadas a mejorar condiciones de vida de los residentes.

Por otro lado, se tienen los avances que se han tenido en cuestiones tecnológicas en donde se pueden adaptar a la comodidad del hogar para atender condiciones de salud básica y mejorar la interacción de las personas mayores con su entorno dándoles una independencia, dichas tecnologías ya están disponibles y al alcance de todos, caso que lo queremos evidenciar en el trabajo de grado y que como se dio a conocer anteriormente con las investigaciones realizadas se puede disminuir la carga hospitalaria asociada al adulto mayor.

### 3. METODOLOGÍA, RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La metodología se desarrolló en cinco fases (Figura 3.1), las cuales fueron elaboradas de manera separada debido a que cada una arrojaba resultados, los cuales eran necesarios para el desarrollo de las fases posteriores. La única que se desarrolló durante el 90% del tiempo fue la fase de la revisión del estado del arte, para tener la seguridad que no se quedaran estudios importantes por fuera, referentes a los temas de investigación.



Figura 3.1. Metodología esquemática del trabajo de grado.

#### 3.1. FASE 1: REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE

Se realizó una verificación de información en bases de datos, revistas científicas reconocidas y en páginas institucionales de Colombia, como la página del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE, la página del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, la página del Ministerio de Salud y cualquier otra entidad gubernamental que posea estadísticas sobre los temas de salud, vivienda y tecnología. También se empleó la herramienta de la biblioteca de la universidad “*Metabuscador*”, las palabras claves que se usaron para la búsqueda cuentan con las siguientes configuraciones:

- Vivienda de interés social
- Domótica
- Tecnologías en la salud
- Atención prioritaria
- Problemas psicomotrices
- Public housing
- Social housing
- Habitabilidad
- Techonlogy in health
- Health and techonology in older people
  - Social housing and domotic
  - Viviendas inteligentes
  - Smart houses
- Acondicionamiento de vivienda de interés social
  - Conditioning of public housing
  - Dificultades sensomotrices
  - Psychomotor difficulties
  - Sistemas industrializados en construcción
  - Industrial systems in construction
  - Gestión de proyectos vis
  - Project management in public housing

Selección de información: con la información obtenida, se hicieron filtros por factor de impacto y cuartiles en donde se busca que sean de una categoría mínima de cuartil 4 (Q4), se realizó un desglose con las conclusiones y temas tratados en cada artículo para que se pudiesen determinar las incidencias sobre el tema de investigación en los campos de construcción de viviendas de interés social, políticas que sean de relevancia, el uso de domótica como la solución de un sistema de alerta temprano en la salud de las personas con problemas psicomotrices. Esta fase concluyó con el procesamiento de 71 artículos divididos en los diferentes temas de interés como se muestra en la Figura 3.2.

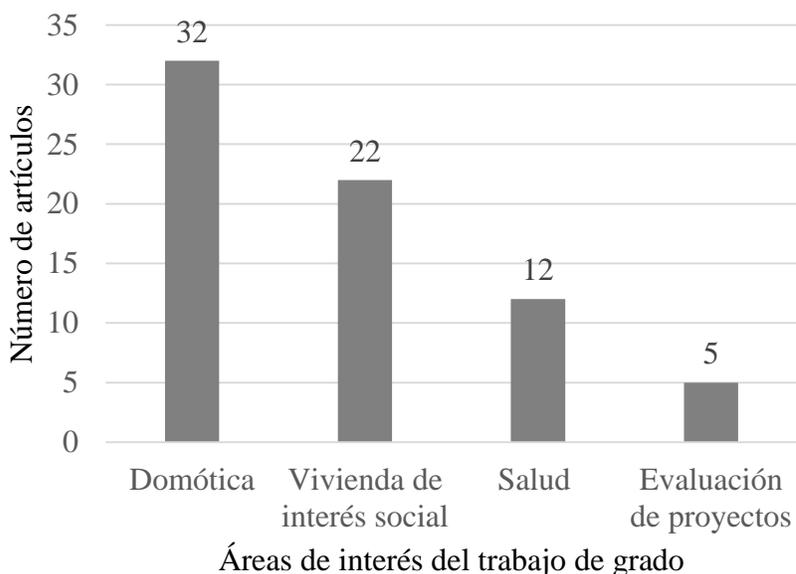


Figura 3.2. Artículos leídos por área de interés

También se muestra el cuartil de las revistas donde se encontraron los artículos revisados, de esta manera se demuestra la calidad y pertinencia de la información recolectada (Figura 3.3).

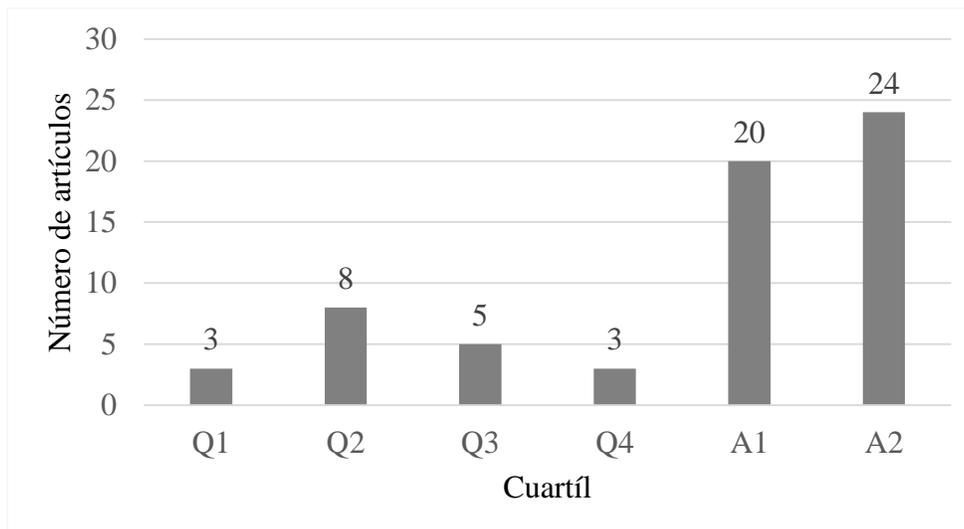


Figura 3.3. Cuartiles de las revistas consultadas

Por otro lado, se presenta en la Figura 3.4 el origen de los artículos para de esta manera constituir los marcos nacionales e internacionales del trabajo de grado.

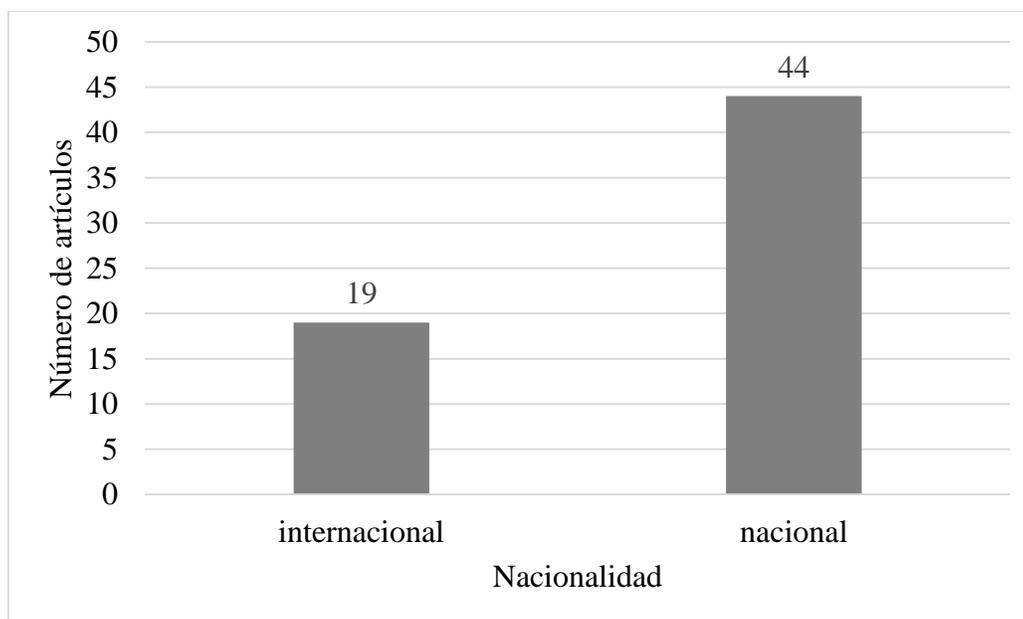


Figura 3.4. Origen de los artículos consultados.

Para cada uno de estos artículos se elaboraron fichas bibliográficas las cuales permitieron condensar la información importante presentada en los artículos e identificar las ideas claves de interés para esta investigación. Permiten además una lectura rápida y organizada de los temas puntuales requeridos, dichas fichas fueron elaboradas con la siguiente información:

- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| - Título                                  | - Conclusiones                        |
| - Autor                                   | - Referencia en formato APA           |
| - Año                                     | - Páginas más importantes de revisión |
| - Tipo de documento                       | - Factor de impacto                   |
| - Idioma                                  | - Cuartil                             |
| - Palabras clave                          | - SJR                                 |
| - Resumen con miras al aporte de la tesis |                                       |

### 3.2. FASE 2: DIAGNÓSTICO

#### 3.2.1. Información suministrada

Para poder identificar las necesidades médicas de la población adulta mayor, se solicitó información al departamento de archivo y estadísticas del Hospital Universitario San Ignacio (HUSI) y a la subred de hospitales de occidente de Bogotá. La información solicitada y entregada, fue la siguiente:

- |                   |                              |
|-------------------|------------------------------|
| • Diagnóstico     | • Grado de urgencia          |
| • Edad,           | • Costos de la atención y    |
| • EPS de ingreso, | • El estrato socioeconómico. |

Esta información se clasificó de la siguiente manera: edad (mayores a 59 años), estrato socioeconómico (estratos 1 y 2) y enfermedades por las que los pacientes acuden a los centros de salud, EPS y urgencias; con el fin de abarcar la población de estudio, siendo está adultos mayores con tenga un nivel socioeconómico bajo y con enfermedades que tengan un potencial para ser atendidas por tecnologías domóticas.

Dicha clasificación se realizó con asesorías del departamento de investigación del HUSI que cuenta con expertos en el tema de salud, para tener la certeza de escoger las enfermedades adecuadas que puedan ser tratadas o prevenidas desde el hogar. Las enfermedades seleccionadas son:

- |             |                       |
|-------------|-----------------------|
| • Alzheimer | • Hipertensión        |
| • Asma      | • Parkinson           |
| • Caídas    | • Ulceras por presión |
| • Cefalea   |                       |

#### 3.2.2 Número de pacientes y costos del tratamiento de las enfermedades

Con base en la información obtenida y clasificada se evidencio el número de personas que pueden llegar a ser beneficiadas con el trabajo de grado. Los principales parámetros de selección

son: número de pacientes mayores a 59 años, estrato socioeconómico uno y dos y enfermedades, dicha selección se hizo respecto a la información suministrada por el HUSI de los años 2013, 2014 y 2015 en la modalidad de urgencias por diagnóstico. Esta población se puede apreciar en la Figura 3.5.

Una vez obtenida la demanda de personas beneficiadas que se pueden atribuir al trabajo de grado, se procedió a relacionar los costos facturados en el 2015 por los pacientes que asistieron al HUSI por cada enfermedad, en la Tabla 3.1 se presenta el número de casos y la media de los costos.

En la Tabla 3.2 se presentan los pacientes atendidos por el HUSI en el año 2015, discriminado por enfermedad y por las entidades prestadoras de servicios de salud (EPS) a las cuales están afiliados los pacientes, adicionalmente se presentan las EPS que también tienen algún tipo de alianza en las construcciones de vivienda y en algunos de sus proyectos involucran viviendas de interés social, estas EPS son: Compensar, Coomeva EPS, Entidad promotora de salud Famisanar LTD, EPS y medicina prepagada Suramericana S.A., caja de compensación familiar CAFAM, Salud Colpatria S.A., entre otras.

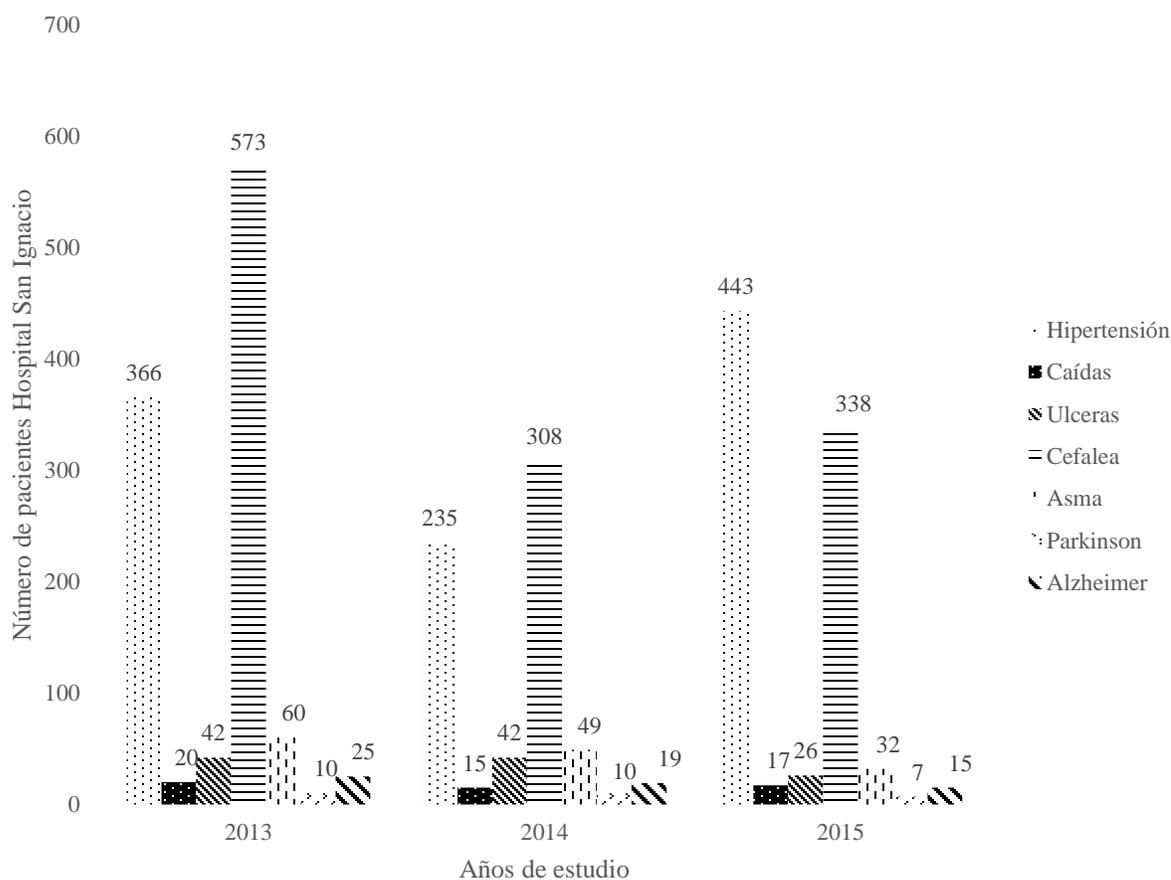


Figura 3.5. Identificación de principales enfermedades posibles a tratar

Tabla 3.1. Estadística de los costos de las enfermedades en el año 2015 del Hospital San Ignacio

<b>DATOS ESTADISTICOS ASOCIADOS A LOS COSTOS POR ENFERMEDAD</b>							
	<b>HIPERTENSIÓN 2015</b>	<b>CAIDAS 2015</b>	<b>ULCERAS 2015</b>	<b>CEFALEAS 2015</b>	<b>ASMA 2015</b>	<b>PARKINSON 2015</b>	<b>ALZHEIMER 2015</b>
Número de Casos	443	17	26	26	32	7	15
Media Costos Facturación	\$745.594,14	\$1.406.646,53	\$1.026.736,77	\$1.026.736,77	\$1.744.875,38	\$241.772,00	\$618.265,87

*Datos de Hospital Universitario San Ignacio, 2016*

Tabla 3.2. Datos de pacientes atendidos en el hospital San Ignacio discriminado por enfermedad y EPS

<b>EPS PERSONAS ATENDIDAS</b>	<b>HIPERTENSIÓN 2015</b>	<b>CAIDAS 2015</b>	<b>ULCERAS 2015</b>	<b>CEFALEAS 2015</b>	<b>ASMA 2015</b>	<b>PARKINSON 2015</b>	<b>ALZHEIMER 2015</b>
ALIANSA SALUD EPS	47	0	3	34	3	0	2
ARS UNICAJAS	6	0	2	0	1	0	
COMFACUNDI							
ASMET SALUD ESS	5	0	0	6	0	0	0
ASOC CABILDOS INDIG CESAR Y GUAJIRA	0	0	0	1	0	0	0
DUSAKAWI EPSI							
CAFESALUD ENTIDAD PROMOTORA DE SALUD (EPS) S A	4	0	0	4	0	0	0
CAPITAL SALUD EPS DEL REGIMEN SUBSIDIADO SAS	10	1	1	7	0	0	0
CAPRECOM	2	0	1	0	0	0	0
CAPRESOCA EPS	1	0	1	0	0	0	0
COLMEDICA MEDICINA PREPAGADA S A	2	0	0	0	0	0	0
COMFABOY EPS S	0	0	0	2	0	0	0
COMPARTA A R S	0	0	0	1	0	0	0
COMPENSAR*	102	4	3	77	8	1	3
CONSORCIO SAYP 2011	0	0	0	1	0	0	0

COOMEVA EPS*	5	0	1	4	0	0	0
COOPERATIVA DE SALUD Y DESARROLLOINTEGRAL COOSALUD	0	0	0	1	0	0	0
CRUZ BLANCA EPS – SA EMSSANAR ESS	5	0	0	1	0	0	0
ENTIDAD PARTICULAR ENTIDAD PROMOTORA DE SALUD FAMISANAR LTD*	5	0	0	2	0	0	0
50	1	5	54	9	2	4	
EPS Y MEDICINA PREPAGADA SURAMERICANA SA*	3	0	0	2	0	0	0
GOLDEN GROUP SA ENTIDAD PROMOTORA DE SALUD	0	0	0	0	0	0	0
HUMANA VIVIR S A E P S	0	0	0	0	0	0	0
MEDICINA INTEGRAL SA	1	0	0	0	0	0	0
MEDICOS ASOCIADOS S A	0	0	0	2	0	0	0
NUEVA EMPRESA PROMOTORA DE SALUD S A	179	11	9	120	11	3	5
SALUD COLPATRIA S A *	0	0	0	0	0	0	0
SALUD TOTAL EPS DEL REGIMEN CONTRIBUTIVO Y DEL REG	1	0	0	1	0	0	0
SALUD TOTAL EPS DEL REGIMEN CONTRIBUTIVO Y DEL REG	0	0	0	1	0	0	0
SALUD TOTAL EPS S A	1	0	0	1	0	0	0

SALUDCOOP EPS	6	0	0	4	0	0	0
SALUDVIDA E P S	1	0	0	2	0	0	0
SANITAS EPS	6	0	0	8	0	0	0
SECCIONAL SANIDAD BOGOTA POLICIA NACIONAL	1	0	0	0	0	0	0
SERVICIO OCCIDENTAL DE SALUD S A	0	0	0	0	0	0	0
UNION TEMPORAL AVANZAR MEDICO	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>443</b>	<b>17</b>	<b>26</b>	<b>337</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>14</b>

*Datos de Hospital Universitario San Ignacio, 2016*

Nota: (\*) EPS con alianzas en la construcción de VIS.

A continuación, se presenta el número total de casos para cada una de las enfermedades dependiendo de la EPS de ingreso al HUSI en el año 2015, las cuales tienen relación en proyectos de vivienda de interés social y pueden tener algún interés en el proyecto ya que se podrían ver beneficiadas a largo plazo con las disposiciones que contempla el proyecto. También se presenta la EPS que más casos de ingreso reporto a pesar de que no tiene negocios de construcción como lo es la nueva empresa promotora de salud S.A. Ver desde la Figura 3.6 hasta la Figura 3.12.

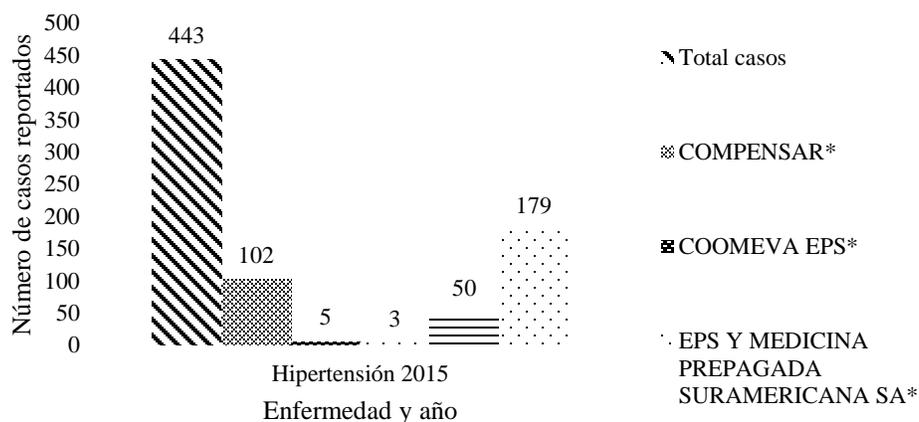


Figura 3.6. Número de pacientes con diagnóstico de hipertensión en el 2015 de la tercera edad en el Hospital San Ignacio por EPS asociada a la construcción de viviendas  
Fuente: Datos de Hospital Universitario San Ignacio, 2016

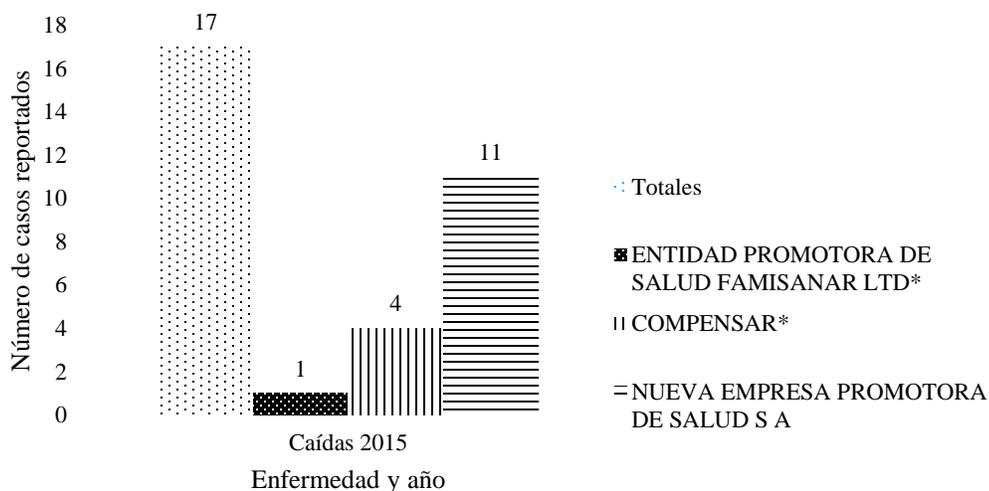


Figura 3.7. Número de pacientes con diagnóstico de caídas en el 2015 de la tercera edad en el Hospital San Ignacio por EPS asociada a la construcción de viviendas  
Fuente: Datos de Hospital Universitario San Ignacio, 2016

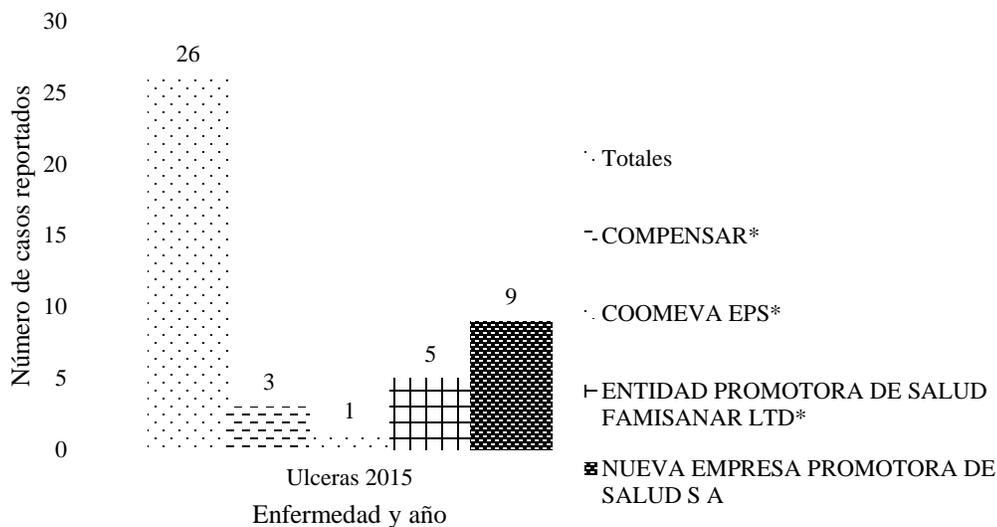


Figura 3.8. Número de pacientes con diagnóstico de úlceras en el 2015 de la tercera edad en el Hospital San Ignacio por EPS asociada a la construcción de viviendas  
Fuente: Datos de Hospital Universitario San Ignacio, 2016

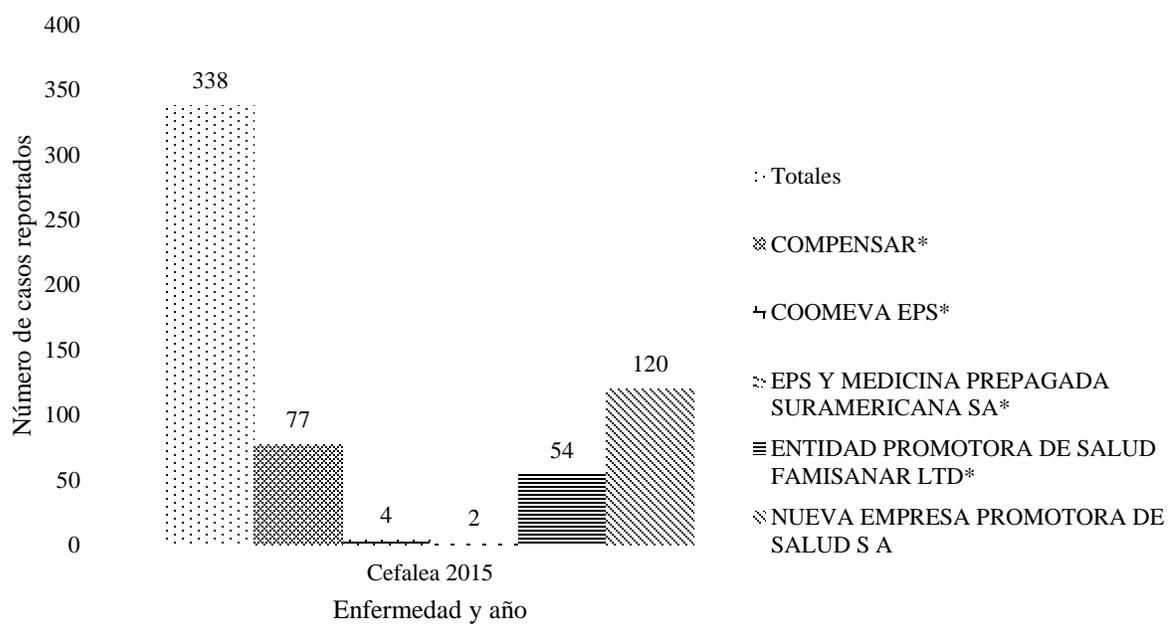


Figura 3.9. Número de pacientes con diagnóstico de cefalea en el 2015 de la tercera edad en el Hospital San Ignacio por EPS asociada a la construcción de viviendas  
Fuente: Datos de Hospital Universitario San Ignacio, 2016

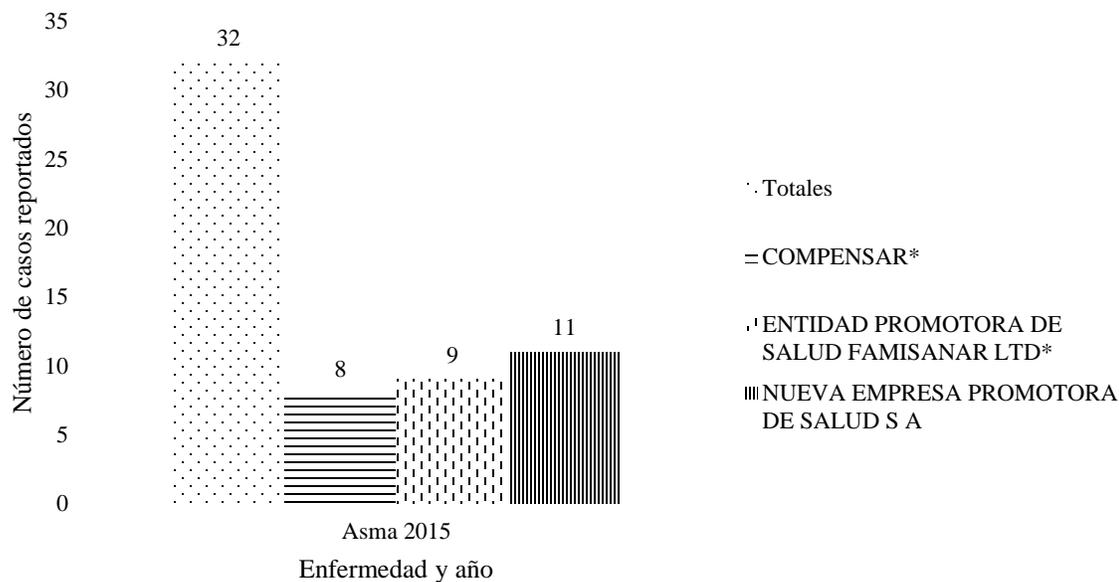


Figura 3.10. Número de pacientes con diagnóstico de asma en el 2015 de la tercera edad en el Hospital San Ignacio por EPS asociada a la construcción de viviendas  
Fuente: Datos de Hospital Universitario San Ignacio, 2016

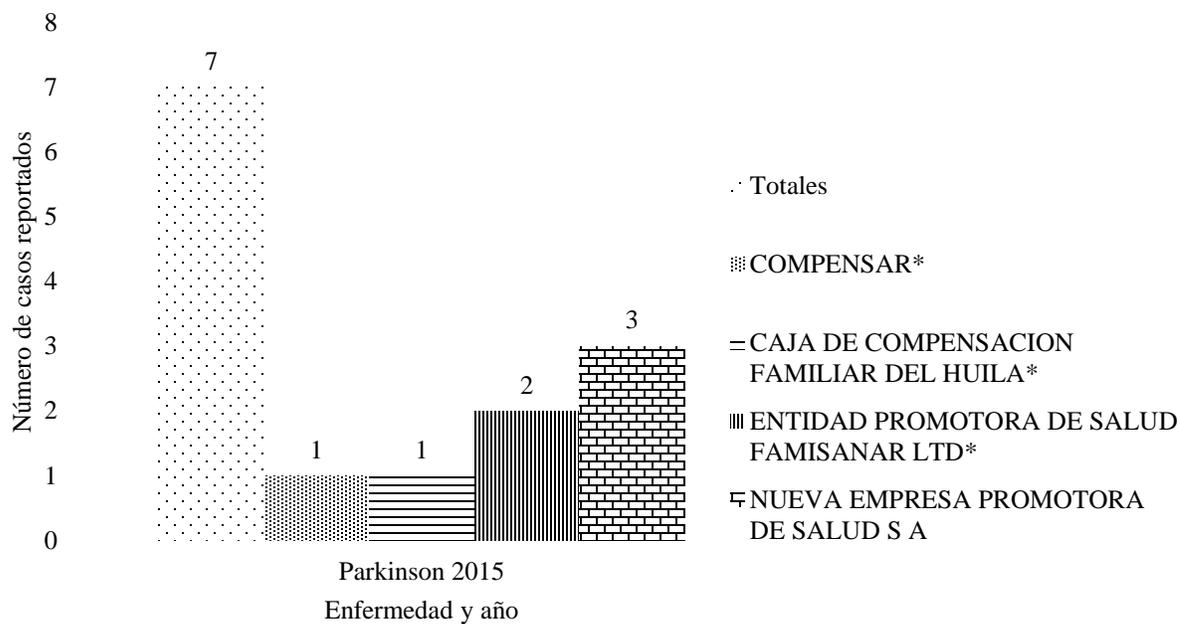


Figura 3.11. Número de pacientes con diagnóstico de Parkinson en el 2015 de la tercera edad en el Hospital San Ignacio por EPS asociada a la construcción de viviendas  
Fuente: Datos de Hospital Universitario San Ignacio, 2016

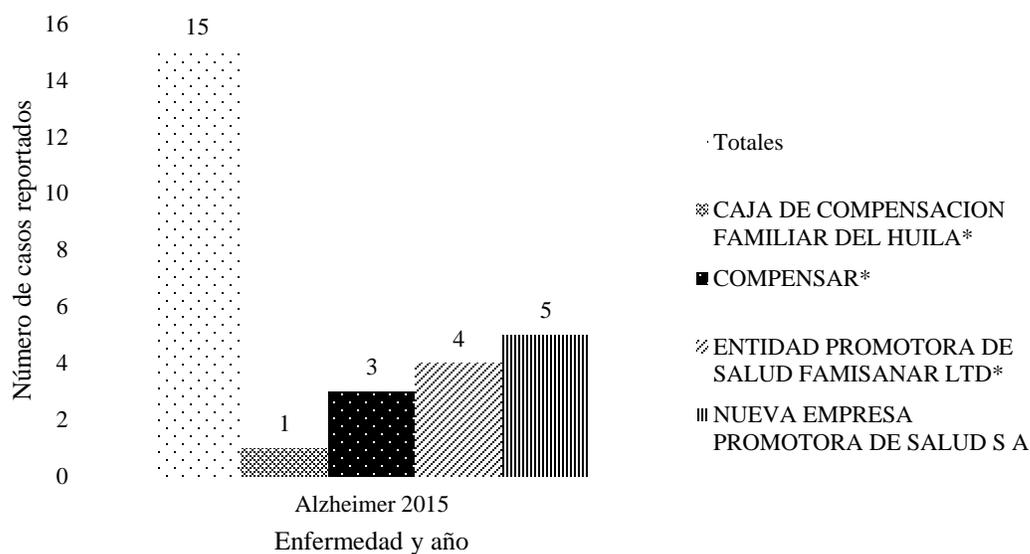


Figura 3.12. Número de pacientes con diagnóstico de Alzheimer en el 2015 de la tercera edad en el hospital San Ignacio por EPS asociada a la construcción de viviendas  
Fuente: Datos de Hospital Universitario San Ignacio, 2016

### 3.2.3 Tecnologías disponibles

Se realizó la investigación de las tecnologías domóticas disponibles en Colombia y en otros países para el tratamiento o prevención de las enfermedades seleccionadas, tomando como punto de partida la facilidad de instalación y adaptabilidad de acuerdo a los sistemas constructivos de las viviendas de interés social. Dicha selección se hizo con base en parámetros técnicos y económicos tales como:

- Tamaño,
- Funcionalidad
- Precio
- Facilidad de adquisición
- Transporte de la tecnología
- Propósito de la tecnología
- Compatibilidad entre dispositivos
- Ubicación de las tecnologías en la casa
- Alcance
- Facilidad de uso

Los parámetros mencionados, buscan brindar una adecuada prevención de las enfermedades enunciadas desde el punto de vista tecnológico, garantizando que la tecnología seleccionada se ajuste a las necesidades buscadas en la población adulto mayor, este proceso fue apoyado por la facultad de Ingeniería de Sistemas y Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana y el centro de excelencia y apropiación en internet de las cosas.

La búsqueda de las tecnologías domóticas, se hizo con la ayuda de motores de búsqueda, y usando terminologías recomendadas por el ingeniero Ing. Enrique González, PhD y los ingenieros integrantes del Centro de Excelencia y Apropiación en el Internet de las Cosas CEA-IoT (Vladimir Guzmán Páez) de la Pontificia Universidad Javeriana.

Para escoger la tecnología a utilizar en la prevención y/o monitoreo de las enfermedades se realizó una matriz de comparación en donde se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros de calificación:

- Marca del dispositivo
- Referencia
- Disponibilidad
- Precio
- Garantía
- Respaldo
- Alcance
- Interconectividad
- Vida útil
- Relación directa con la enfermedad a tratar

Una vez finalizado el análisis de la matriz (Anexo A) de comparación se escogieron como las tecnologías domóticas adecuadas para prevenir o monitorear las enfermedades mencionadas en la población adulto mayor, las que se presentan a continuación:

### **BAM Labs (Smart Bed Technology a Platform for Better Care)**

Dispositivo compuesto de una banda elástica que se dispone debajo de cualquier tipo de colchón (ver

Figura 3.13), monitorea diferentes aspectos de la actividad del paciente durante el sueño tales como: cambio de posición para reducir la incidencia de úlceras por presión, las tendencias de salida de la cama para el monitoreo del paciente y prevenir caídas; también monitorea las tendencias de la frecuencia cardíaca, la respiración y signos vitales, de esta manera permite el reconocimiento temprano de los cambios de estado (Bamb Labs Inc, 2016).

Los encargados del cuidado de la persona pueden revisar los datos de tendencias a largo plazo, para monitorear los patrones negativos del sueño. Los datos biométricos se transmiten automáticamente a la plataforma de los laboratorios de la cama inteligente BAM, donde se analiza y empaquetan en aplicaciones potentes y fáciles de usar en cualquier dispositivo conectado a Internet (Bamb Labs Inc, 2016).



Figura 3.13. Banda de monitoreo BAM  
Fuente: <http://bamlabs.com/medical/>

### Cámara de monitoreo Philips

Desarrollada por la compañía Philips sirve para medir los niveles de oxigenación de la sangre arterial absoluta (SpO<sub>2</sub>) sin tocar al paciente, un signo vital que se controla comúnmente en pacientes hospitalizados. Philips utiliza tecnología de vigilancia basado en cámaras para medir la luz reflejada por la frente del paciente. Con cada latido del corazón, la onda de presión cardiovascular causa diminutas 'micro-rubores' (pequeños cambios en el color de la piel) en la cara. Si bien estos cambios no son visibles para el ojo humano, los algoritmos de seguimiento sin contacto de Philips pueden calcular una tasa de impulsos precisa mediante la cuantificación de estos cambios. El monitoreo continuo por medio de esta cámara desarrollada en la ciudad de Ámsterdam, Holanda sirve para monitorear las siguientes enfermedades: cardíacas, pulmonares, fibrosis pulmonar, enfisema, anemia, obstrucción de las vías respiratorias, colapso pulmonar, acumulación de líquido en los pulmones, apnea del sueño (ver Figura 3.14) (Wieringa, Mastik, & van der Steen, 2005).

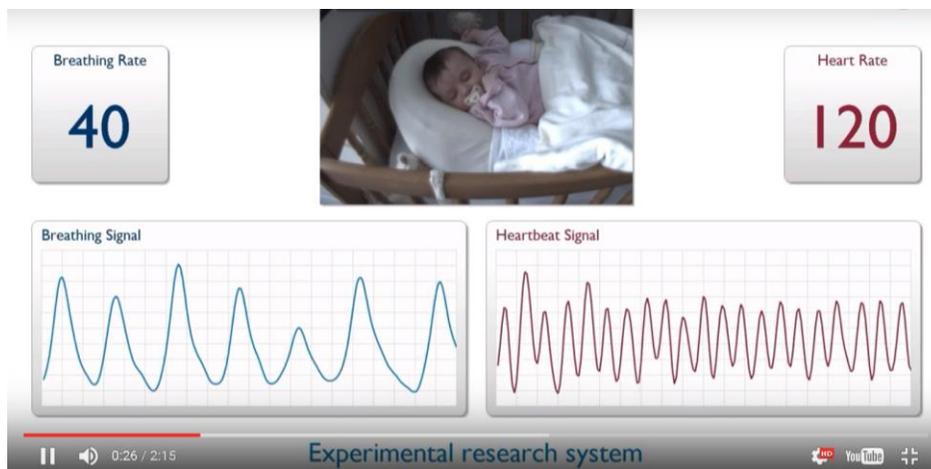


Figura 3.14. Monitoreo por medio de la cámara de Philips  
Fuente: <http://www.usa.philips.com/>

### Detector Monóxido de Carbono CO Ozom

Es un sensor electrónico inalámbrico marca Ozom (Ver Figura 3.15.), que informa en tiempo real a un Smartphone o Tablet cuando exista una alerta de contaminación de monóxido de carbono, generando la posibilidad de actuar antes de que una tragedia pueda ocurrir. Este producto incluye además una alarma sonora la que comenzará a emitir un fuerte ruido en caso de detectar contaminación, así se puede alertar a otras personas dentro del hogar. Esta alerta se dará cuando la cantidad de gas que exista en el ambiente supere los siguientes parámetros (Ozom, 2017):

- 30 ppm: el sistema no dará alarma.
- 50 ppm: el sistema dará alarmas si la detección de CO se extiende entre 60 min y 90 min.
- 100 ppm: el sistema dará alarmas si la detección de CO se extiende entre 10 min y 40 min.
- 300 ppm: el sistema dará alarma si la detección de CO se mantiene hasta 3 min.

El monitoreo de la cantidad de monóxido de carbono evitara el agravante de enfermedades respiratorias como: Asma, Bronquitis, Neumonía, Sinusitis, Tos, Neumotórax, Asfixias o intoxicaciones (Ozom, 2017).



*Figura 3.15. Detector de carbono Ozom*  
Fuente: <http://www.ozom.com>

### **Sensor de temperatura y Humedad**

Es un sensor electrónico que transforma los cambios de temperatura y humedad en señales eléctricas que son procesadas y recibidas en un Smartphone o Tablet (Ver Figura 3.16), este dispositivo es marca OZOM y sus mediciones dependen del lugar donde esté instalado.

El dispositivo verifica los estados de humedad y temperatura cada 10 minutos, reflejando los resultados en una pantalla de Smartphone y/o Tablet. Este dispositivo tiene un alcance en espacio abierto de 40 m y un alcance en interiores de 15m a 18m (Ozom, 2017).

Este sensor puede evitar el agravante de enfermedades respiratorias como: Asma, Bronquitis, Neumonía, Sinusitis, Tos, Neumotórax y evita proliferación de hongos y bacterias debido a ambientes ideales para estos microorganismos (Ozom, 2017).



*Figura 3.16. Detector de temperatura y humedad Ozom*  
Fuente: <http://www.ozom.com>

### **Sensores de Movimiento**

Es un dispositivo electrónico equipado de sensores que responden a un movimiento físico, con el cual se pueden encender las luces de las habitaciones, corredores, cocina, baños, o cualquier espacio al interior de la vivienda, de manera automática cuando detecta presencia de personas en el área de acción, de este modo puede prevenir las caídas y desplazamientos innecesarios para encender las luces, evitando accidentes por golpes que generan contusiones, fracturas. Es un

producto que se puede encontrar a nivel nacional y es de fácil acceso. El rango de acción es de 10m (Figura 3.17) (Homecenter Colombia, 2017).



*Figura 3.17. Sensor de movimiento*  
*Fuente: <http://www.homecenter.com.co>*

### **Brazalete para reporte de emergencias médicas**

Es una pulsera tipo reloj, que mediante el accionamiento de un botón realiza un llamado de ayuda en caso de que se presente alguna emergencia, también reporta automáticamente una alerta a la unidad central, al no detectar actividad en la persona que esté utilizando por más de 12 horas (Figura 3.18) (TECHNOIMPORT, 2017).

Los parámetros técnicos de este dispositivo son:

- Batería de litio 3V con una vida útil de 2.5 años.
- Resistente al agua, sumergido hasta 50cms
- Tamaño 48x40x14 mm
- Peso aproximado de 35 gramos.
- Hay dos modelos, tipo pulsera y tipo collar



*Figura 3.18. Brazalete reporte de emergencia*  
*Fuente: <http://www.technoimport.com.co>*

## Vibralarm

El dispositivo asistivo VAL 105/VSS12 VIBRALARM (Figura 3.19), es un reloj despertador que sirve por medio de vibración y ayuda a las personas con discapacidad auditiva a despertarse a tiempo para cumplir las obligaciones del día. Sencillamente se pone el VIBES Bedshaker debajo de la almohada o del colchón y se conecta al VIBRALARM. Cuando llegue la hora, este dispositivo vibrará muy fuerte hasta despertar a la persona. Tiene la capacidad de programar distintas alarmas y en su pantalla aparecerá el recordatorio de cada una de estas, ayudando al paciente a recordar que medicamento se tiene que tomar. (Salazar, M. 2017).



*Figura 3.19. Alarma Vibralarm*  
Fuente: <http://www.youngmarketing.co>

## Reloj polar M400

Realiza un seguimiento de la actividad física las 24 horas del día, los siete días de la semana y, además da una visión general completa de toda tu actividad. Cuenta el tiempo que estás activo, las calorías que se quema a diario, los pasos, la distancia de los pasos. Se basa en el análisis de la frecuencia, la intensidad y la regularidad de tus movimientos (Polar, 2017).

Los niveles de intensidad son los siguientes:

- Reposo (sueño y reposo, tumbado)
- Sentado (sentado u otro comportamiento pasivo)
- Bajo (trabajo de pie, tareas del hogar ligeras)
- Medio (caminar y otras actividades de intensidad moderada)
- Alto (footing, correr y otras actividades intensas)

## Deshumificador de aire

Es un dispositivo con alto nivel de extracción de agua que sirve para evitar el crecimiento de moho, hongos y controla la humedad de la casa si en algún momento se llega a tener un cambio de la humedad muy brusco y alertado por el detector de temperatura y humedad.

Este deshumificador, también puede evitar el agravante de enfermedades respiratorias como: Asma, Bronquitis, Neumonía, Sinusitis, Tos, Neumotórax, evita proliferación de hongos y bacterias en ambientes ideales (Homecenter Colombia, 2017) (Figura 3.20).



Figura 3.20. Deshumificador  
Fuente: <http://www.homecenter.com.co>

## Smart phone Apps

Esta es una aplicación gratuita la cual está conectado en tiempo real con el servidor y permite revisar el estado del sistema y controlarlo, se puede instalar en uno o varios dispositivos móviles de los familiares y esta disponibles para plataforma MAC y Android (Figura 3.21) (Salazar, M. 2017).



Figura 3.21. Smart phone apps  
Fuente: <http://www.technoimport.com.co>

### **3.3. FASE 3: PROPOSITIVA**

Una vez identificadas las enfermedades objeto de estudio de las personas de escasos recursos, reconocidas como adultos mayores y las tecnologías disponibles, se identificaron las interacciones entre estas dos, para así saber que enfermedades se pueden tratar o prevenir con la automatización de la vivienda. La importancia radica en que a pesar de que existen múltiples tecnologías y cada una de ellas puede ser adaptable, se deben verificar que estas puedan disminuir las causas por las que se pueden llegar a presentar accidentes, agravar enfermedades y tener un control continuo de las personas.

#### **3.3.1 Tecnologías disponibles vs. Necesidades**

A continuación, se presenta un resumen consolidado de las tecnologías seleccionadas y su vinculación con las enfermedades a tratar. Cabe resaltar que las tecnologías son solo una ayuda preventiva para el usuario, pero no se condiciona a que con el uso de éstas no se van a presentar las enfermedades o agravantes, pero si se puede generar una alerta oportuna para que se creen medidas y tendencias de control hacia los pacientes de tercera edad (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Tecnologías disponibles con costo Vs Enfermedades

Foto	País de adquisición	Tecnología	Enfermedad	No. Casos 2015	Instalación	Elementos adicionales
		El D-Link DWL-2100AP es un punto de acceso Inalámbrico	Ayuda a la conexión de todos los dispositivos tecnológicos instalados en la casa	0	Punto de conexión de internet y cableado hasta la zona de conexión	Conectividad wifi
		Cámara para medir niveles de oxigenación de la sangre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un bajo gasto cardíaco</li> <li>-La enfermedad pulmonar intersticial.</li> <li>-Fibrosis pulmonar</li> <li>-enfisema</li> <li>- Anemia</li> <li>- Obstrucción de las vías respiratorias</li> <li>- Colapso pulmonar</li> <li>- Acumulación de líquido en los pulmones</li> <li>- Apnea del sueño.</li> </ul>	815	Red wifi, punto de conexión energía eléctrica	Conectividad wifi
		Sensor de temperatura y humedad	Enfermedades respiratorias	209	Red wifi, punto de conexión energía eléctrica	Conectividad wifi
		Detector Monóxido de Carbono CO Ozom	Enfermedades respiratorias	209	Red wifi, punto de conexión energía eléctrica	Conectividad wifi

		Sensores de Movimiento (luces)	Caídas en la vivienda	13	Red wifi, punto de conexión energía eléctrica	Conectividad wifi
		Cama Inteligente info@bamlabs.com.	Patrones negativos del sueño, tendencias de la frecuencia cardiaca y la respiración, reducción de úlceras por presión	30	Necesita una toma cercana a la cama y conexión wifi	Conectividad wifi
		Deshumificador de aire	Enfermedades Respiratorias	209	Red wifi, punto de conexión energía eléctrica	Conectividad wifi
		Brazalete para reporte de emergencias medicas	Ayuda a las alertas de emergencias	0	-	-
		Alarma para personas con discapacidad auditiva	Ayuda a alarmas y despertar personas con problemas auditivos	30	Trabaja con baterías no necesita conexiones adicionales	-
		Polar M400	Ayuda al monitoreo de la salud del paciente 24 horas al día 7 días de la semana	-	Trabaja con baterías no necesita conexiones adicionales	-

### 3.4. FASE 4: VISITA DE CAMPO

Se realizaron dos salidas de campo. En la primera salida se visitó el proyecto de viviendas de interés social Hogares Soacha, tomado como referencia para validar aspectos técnicos y financieros que serán evaluados en la fase de viabilidad. Éste, es un megaproyecto de viviendas de interés social en el kilómetro 1 vía Indumil llamado Hogares Soacha, el segundo proyecto más grande a nivel nacional que permitirá que alrededor de 17.000 familias haga realidad el sueño de tener vivienda propia. Este proyecto fue creado en asocio entre Apiros y la caja de compensación Compensar, con Plan Parcial aprobado el 30 de septiembre de 2010 por la Alcaldía de Soacha, con 1.064.206,72 m<sup>2</sup> (100 hectáreas), dividido en siete fases de construcción, cuarenta y cinco lotes de vivienda, tres lotes de comercio y ocho institucionales, las áreas de los apartamentos van desde 49.68 m<sup>2</sup> hasta 63.92 m<sup>2</sup> de área construida. La ubicación de este complejo de vivienda se puede apreciar en la Figura 3.22.

Esta visita tenía como objetivo identificar la cercanía del proyecto de vivienda de interés social, con zonas de comercio, recreación, hospitales y vías de acceso. Como principal punto de atención se comprobó que las unidades habitacionales cuentan con puntos de conexión a internet, ya que es importante que se tenga dicho servicio para poder interconectar las tecnologías domóticas instaladas en la vivienda.



Figura 3.22. Ubicación geoespacial de Hogares Soacha

Fuente: Google Maps

Como otro punto importante a considerar luego de la visita, fue la invasión del espacio público por parte de vendedores ambulantes como se aprecia en la Figura 3.23, de igual manera se presentan problemas de no pavimentación de los andenes (Ver Figura 3.24) en algunas zonas lo cual presenta un obstáculo para el tránsito de personas con dificultades psicomotrices las cuales se ven obligadas a invadir las vías vehiculares poniendo en peligro su integridad física. Cabe resaltar que los espacios públicos no son responsabilidad de la constructora, pero el estado actual de los mismos, dificulta el tránsito de las personas las cuales tienen inconvenientes para realizar desplazamientos fuera de las viviendas.



*Figura 3.23. Vías de acceso invadidas por vendedores ambulantes en Hogares Soacha por la calle 7*

*Fuente: Google Maps*



*Figura 3.24. Andenes sin pavimentar en acceso a Hogares Soacha*

*Fuente: Google Maps*

Se realizó una segunda salida a campo, en la que por medio de la fundación Laudes Infantis se contactó al señor Saul Domínguez, un líder comunitario con problemas de movilidad, aceptando una visita a su apartamento el cual se encuentra ubicado en el conjunto residencial La Oportunidad I que hace parte del complejo de vivienda de interés social de Hogares Soacha.

Durante esta visita y a medida que se iba sosteniendo una conversación con el señor Saul, se evidenciaron los problemas que tiene al desplazarse dentro de la vivienda como también a los centros de salud cercanos o lejanos para el control de su enfermedad, debido a los problemas identificados en la primera visita en los temas referentes a movilidad fuera del hogar. Una de las problemáticas identificadas, es la dificultad que tiene el señor Saul al realizar desplazamientos por el apartamento en una silla de ruedas, como se puede apreciar desde la Figura 3.27 a la Figura 3.30. , los espacios de movilización dentro de la casa como la sala, los cuartos y el corredor, son apenas suficientes para una movilidad justa, cabe aclarar que aunque se pueda movilizar por el apartamento, éste no cumple con las especificaciones técnicas de espacios en vivienda para una persona con discapacidad reglamentados por la NTC-6047.

También se pudo identificar que la mayor dificultad, se encuentra en el espacio del baño (Figura 3.25 y Figura 3.26), debido a que el área actual de construcción de este espacio es de 2.39 m<sup>2</sup> y la distribución de los aparatos sanitarios no es la adecuada para una persona con estos problemas psicomotrices.

Con estas dos salidas de campo se pudieron identificar varios hallazgos importantes para el desarrollo del trabajo de grado; inicialmente se identificaron problemas de movilización fuera del

complejo de vivienda debido al mal estado de los andenes, lo que hace que el desplazamiento al acudir a una cita médica o a un control médico para personas con discapacidad sea un sufrimiento. Con el proyecto de grado se busca que estas personas no tengan que pasar por este tipo de situaciones, si no que desde la comodidad de casa o cuarto puedan estar en un control de su salud y acudir a un centro médico en solo situaciones de verdadera emergencia. En la parte técnica se evidencio que actualmente no se cumple con la norma NTC-6047 y que el área del baño es el espacio con más urgencia de intervención para mejorar la calidad de vida de los habitantes el cual es uno de los objetivos del trabajo de grado.

Estas salidas también sirvieron para para validar y comprobar que la instalación de los dispositivos tecnológicos que se requieren utilizar se puede realizar de manera adecuada, debido a que en su mayoría son inalámbricos y los que requieren una fuente de energía continua, pueden ser adaptados según las instalaciones eléctricas actuales de la vivienda.



*Figura 3.25. Acceso al baño*



*Figura 3.26. Baño*



*Figura 3.27. Corredor*



*Figura 3.28. Muro construido por los propietarios*



Figura 3.29. Cocina



Figura 3.30. Sala y comedor

### 3.5. FASE 5. VIABILIDAD

La viabilidad del trabajo de grado consta de realizar un análisis técnico y un análisis financiero, los cuales determinaran la pertinencia de poder realizar el proyecto o no.

El análisis técnico consiste en evaluar la no afectación de la estructura de la vivienda al incorporar la tecnología domótica y realizar alguna adecuación para dar cumplimiento a la NTC 6047 referente a los espacios necesarios para un tránsito adecuado dentro del baño para personas con movilidad reducida.

En cuanto a la viabilidad financiera consiste en evaluar el periodo de tiempo para que el proyecto tenga un punto de equilibrio sin superar la vida útil de la tecnología y además genere una rentabilidad adecuada para un inversionista en comparación a la oportunidad de invertir en otros proyectos de construcción. Esta viabilidad se realiza con ayuda de flujos de dinero e indicadores como la Tasa Interna de Retorno TIR, el Valor Presente Neto VPN y WACC.

#### 3.5.1 Análisis técnico

Los aspectos que se relacionan con la ingeniería del proyecto son probablemente los que tienen mayor incidencia sobre la magnitud de los costos y las inversiones que deberán efectuarse a la hora de implementar un proyecto. En el análisis de la viabilidad financiera de un proyecto, el estudio técnico cumple la función de proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinentes. (Sapag, 2007).

Para los efectos que conciernen al proyecto, se analizaron los sistemas estructurales más comúnmente utilizados en el contexto colombiano como lo son, el sistema de mampostería estructural y el sistema industrializado, su uso principalmente se da en viviendas de interés social

ya que son sistemas de fácil desarrollo, que necesitan personal poco calificado y adicionalmente su desarrollo es bastante rápido en comparación con otros sistemas (Carrillo, J., Aperador, W., & Echeverri, F. , 2015). Se analizó el sistema estructural para determinar si es factible demolición de muros, realización de regatas, facilidades de cableado en caso de ser requerido.

Para esta primera parte del análisis se identificó la pertinencia del uso de tecnologías inalámbricas ya que se dificulta el cableado excesivo dentro de la unidad habitacional debido a que las regatas pueden afectar la estructura y aumentaría los costos, también se identificó que no se puede realizar ningún tipo de demolición o modificación ya que todos los muros son estructurales y tienen continuidad en todos los pisos.

Una segunda parte de este análisis técnico se enfocó en generar alternativas que pudiesen cumplir con la NTC 6047 a pesar de la limitante de espacio con la que cuenta el apartamento en todas sus zonas, especialmente en la zona de baño. Para esto se plantearon dos alternativas, la primera consiste en una redistribución arquitectónica del baño y en la segunda se plantea la construcción de un baño nuevo en el área libre del apartamento, las cuales se explicarán detalladamente a continuación.

En la Figura 3.31 se presenta el apartamento tipo seleccionado para la generación de las alternativas técnicas de restructuración o remodelación del mismo. El nombre del proyecto, del cual se obtuvo el plano es Triunfo III, este proyecto cuenta con: 504 unidades, 91 parqueaderos, 63 parqueaderos comunales, 28 parqueaderos visitantes, 3 parqueaderos para minusválidos, 63 bicicleteros, tres salones sociales, módulo de basuras, portería, administración, parque infantil.

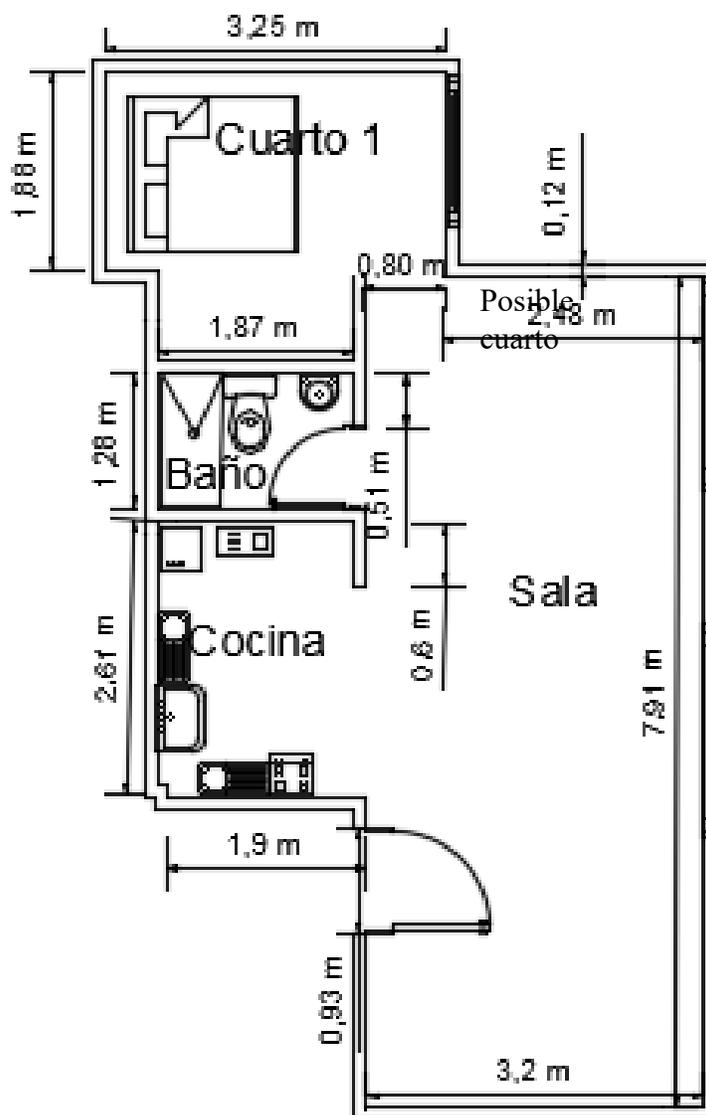


Figura 3.31. Apartamento tipo hogares Soacha VIS  
Fuente: [www.apiros.com.co](http://www.apiros.com.co)

- **Opción Técnica 1**

Se planteó desde el punto de vista arquitectónico, en donde teniendo la misma área la cual ya estaba comprobada que no cumple con la NTC-6047, se realizó una mejor ubicación del sanitario, la ducha y el lavamanos para que la persona con discapacidad tenga una mejor movilidad a la hora de utilizar este espacio. Como se evidencia en la Figura 3.32, éste se basa en una reconfiguración de espacios con el objetivo de maximizar el uso de los mismos, de este modo se realizaron los siguientes cambios:

- Para ahorrar espacio se coloca una puerta corrediza
- La ducha se instala inmediatamente se entra en el baño, de este modo se evita colocar barreras arquitectónicas de la ducha conocidas popularmente como poyos.
- Se instala el inodoro de frente a la entrada para no tener que realizar maniobras adicionales.
- Se instala el lavamanos al lado del inodoro para fácil acceso a esté.

Para esta propuesta se requiere el cambio de todos los puntos sanitarios e hidráulicos, empendientado de los pisos, regatas hidráulicas, cambio en la disposición del sifón.



Figura 3.32. Apartamento VIS redistribución de espacios

A partir de las condiciones mostradas en la figura anterior se determinó un presupuesto con base en las adecuaciones necesarias para que se dé un buen desarrollo de esta propuesta, los cuales se mostraran en el análisis financiero en el apartado de costos.

- **Opción Técnica 2**

Consta de una adecuación de un espacio diferente en donde actualmente las personas construyen un muro divisorio no contemplado en la disposición inicial del apartamento, para crear una habitación adicional. En esta propuesta se realiza el mismo muro en mampostería, pero en vez de adecuar el espacio para una habitación se hace para un baño con dimensiones mayores al que se entrega con el apartamento, también para no perder la comodidad de una segunda habitación, se plantea la construcción de otro muro divisorio en el mismo material, seguido al baño para la adecuación de una segunda habitación. De este modo el espacio del baño con el que se entrega el apartamento se convierte en un cuarto pequeño que se puede utilizar como oficina o cuarto de estudio. En este caso se busca que se puedan hacer más movimientos con una silla de ruedas y facilitar la movilidad según los parámetros de la NTC 6047. En la Figura 3.33 se evidencia la disposición a tener en cuenta.



Figura 3.33. Apartamento VIS adecuación de un espacio totalmente nuevo para el baño

En la segunda propuesta también se tiene su respectivo presupuesto el cual se muestra en el análisis financiero en el apartado de costos.

- **Acople de tecnologías disponibles en la vivienda de interés social**

En términos de compatibilidad de tecnología con el espacio físico del apartamento se encontró por medio de la visita de obra y revisión de planos de diferentes tipos de proyectos de mampostería estructural que las fuentes de energía existentes, son suficientes y están ubicadas en los espacios donde se piensan instalar los dispositivos tecnológicos de esta manera no se encuentra ninguna dificultad para la utilización de estos.

Por otro lado, los proyectos actualmente se entregan con puntos de acceso a internet, los cuales se encuentran a la entrada de las viviendas, facilitando la interconectividad inalámbrica de los dispositivos, ahorrando cableado y tubería. Finalmente, los muros no sobrepasan los 20 cm de espesor lo cual permite una adecuada señal entre los dispositivos seleccionados (Anexo B).

En la Figura 3.34 se muestran las tecnologías que se seleccionaron con su respectiva ubicación, cabe resaltar que cada persona puede requerir o no de alguna tecnología, pero el escenario más crítico es con la suma de todas estas tecnologías.

Para el plano se tienen las convenciones presentadas en la Tabla 3.4, las que corresponden a cada tecnología expuesta en el capítulo anterior.

*Tabla 3.4. Convenciones tecnologías*

Convención	Nombre	Convención	Nombre
	Cámara Philips		Bamb Labs
	Sensor de temperatura y humedad		Detector de monóxido de carbono
	Sensor de movimiento		Punto de acceso Wifi
	Deshumificador digital		Vibralarm
	Polar M400		Brazalete para reporte de emergencias
	Modem		Suscripción a la plataforma

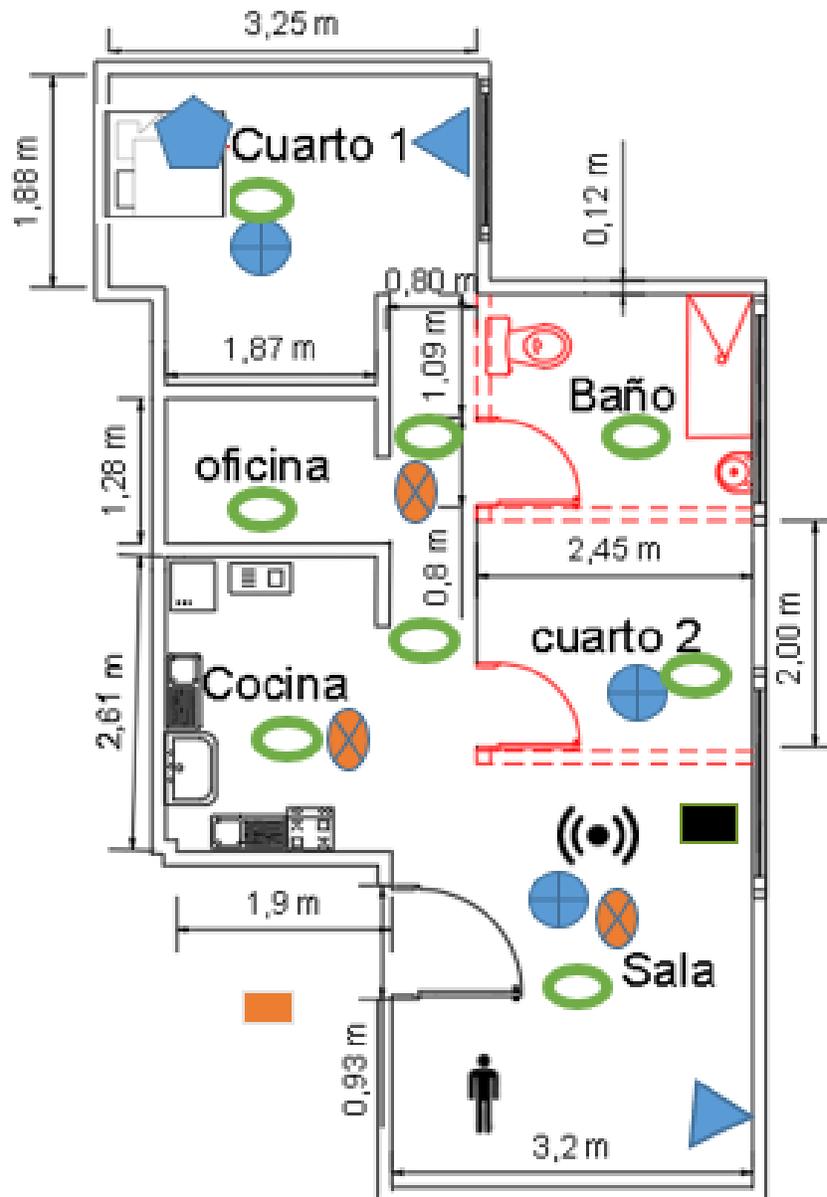


Figura 3.34. Posibles ubicaciones de tecnologías en apartamento tipo VIS

### 3.5.2 Análisis financiero

Para determinar la rentabilidad del trabajo de grado, se consideran dos escenarios financieros, tomando como base diferentes indicadores financieros (TIR, VPN y WACC) para realizar una comparación y poder determinar si el trabajo de grado es de interés para un inversionista. Estos escenarios son:

*Escenario 1.* Costos asumidos por un inversionista contando con políticas gubernamentales (tecnologías sin IVA ni aranceles y materiales de construcción sin IVA en construcciones VIS).

Este es un escenario hipotético con el cual se da una visión de cómo se pueden hacer más visible las garantías que puede dar el gobierno nacional para proyectos VIS, que lleven al apoyo de poblaciones con dificultades psicomotrices, buscando exonerar de IVA y aranceles las tecnologías domóticas destinadas para una vivienda de interés social, al igual que todos los materiales de construcción, tal y como se ve en la actualidad en algunos de ellos como el cemento, el ladrillo y el acero que son usados en la construcción de VIS.

En este escenario se evalúa la posibilidad de inversión de una caja de compensación, EPS o cualquier ente privado interesado en el trabajo de grado, bajo la salvedad que esté interesado en disminuir los costos en el sector de salud e invertir en viviendas de interés social inteligentes.

*Escenario 2.* Costos asumidos por un inversionista cualquiera

De igual manera que el escenario anterior está dirigido a cajas de compensación, EPS o cualquier ente privado interesado en el trabajo de grado, pero que esté dispuesto a asumir los costos de las tecnologías y materiales de construcción con IVA del 19% y aranceles de importación del 10% según sea el caso, y solo se cuente con los beneficios que actualmente da el gobierno para construcciones VIS.

### 3.5.2.1. Ingresos

Para establecer los ingresos del flujo de caja del proyecto, se tomó la base de datos del HUSI, la cual cuenta con la facturación por cada enfermedad ya identificada en la fase de diagnóstico, como se puede apreciar en la Tabla 3.5. Estos costos involucran todos los gastos en los que incurre el hospital en la atención de una persona.

Para el análisis financiero los costos de facturación del HUSI, se asumieron como ingresos ya que son los gastos que se quieren disminuir con el uso de las tecnologías domóticas en proyectos VIS.

Adicionalmente, se tuvieron en cuenta los costos en los que incurre una persona para asistir a una EPS o IPS para la atención de su enfermedad ver Tabla 3.6, estos se vuelven ingresos debido a que con el uso de las tecnologías domóticas no se harían necesarios estos desplazamientos. A estos últimos costos se les realizó un incremento anual correspondiente al promedio (4.87%) del IPC de los últimos 3 años contemplando hasta julio del 2017 (2014-3.66%, 2015-6.77%, 2016-5.75%, 2017-3.30%) (DANE, 2017). Los ingresos presentados en la Tabla 3.5 y Tabla 3.6 son iguales para los dos escenarios financieros.

*Tabla 3.5. Costos de atención en el servicio de urgencias, de las enfermedades identificadas en el estudio*

<b>Enfermedad</b>	<b>Nº Casos en un año</b>	<b>Precio Unitario Promedio</b>	<b>Precio Total</b>
Hipertensión	443	\$745.594,14	\$330.298.204,0
Caídas	17	\$1.406.646,5	\$23.912.991,0
Ulceras	26	\$1.026.736,8	\$26.695.156,0

Cefalea	338	\$514.478,5	\$173.893.729,6
Asma	32	\$1.744.875,4	\$55.836.012,2
Parkinson	7	\$241.772,0	\$1.692.404,0
Alzheimer	15	\$618.265,9	\$9.273.988,1
<b>TOTALES</b>	878	\$6.300.384,2	\$621.602.484,9

*Fuente: Hospital San Ignacio Año 2015*

*Tabla 3.6. Costos asociados a la persona para poder ser atendido en una EPS.*

<b>Actividad</b>	<b>Número de personas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
Desplazamientos	2	2	\$10.000,0	\$40.000,0
Alimentación	2	1	\$8.000,0	\$16.000,0
Tiempos (6 hrs)	2	6	\$3.073,8	\$36.885,9
		<b>TOTALES</b>	\$21.073,8	\$92.885,9

Como el trabajo de grado tiene consideraciones de prevención y no garantiza que una persona no vuelva a asistir a una consulta médica o de urgencias, se estableció con base en los datos suministrados por el HUSI, un porcentaje de prevención correspondiente al 60%. El cual, se calculó teniendo en cuenta el número total de casos cuyo tratamiento fue ambulatorio, es decir, que de cada diez pacientes que asistieron a urgencias en el 2015, seis de ellos fueron remitidos ese mismo día a su residencia, debido a la no gravedad de la consulta.

Por otro lado, se requería conocer la frecuencia con la que un mismo paciente asiste a una consulta para el tratamiento de su enfermedad ya que todo el proyecto fue pensado para la adecuación de un apartamento, en el cual se verá beneficiado una sola persona con discapacidades psicomotrices. Dicho valor fue tomado de las base de datos de la HUSI, ver Figura 3.35.

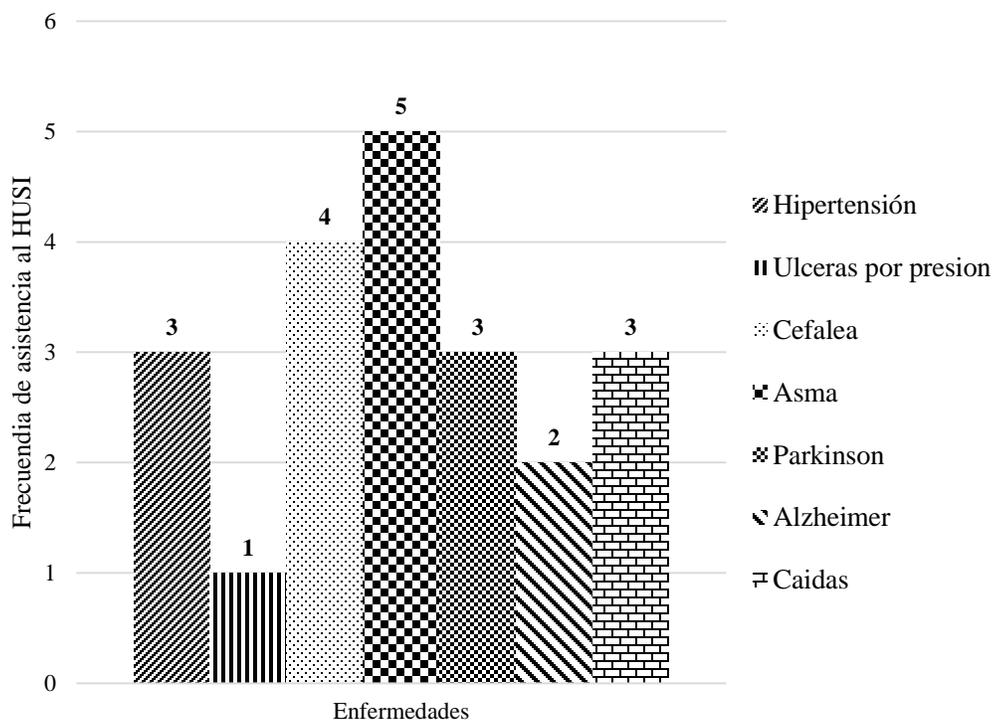


Figura 3.35. Frecuencia de asistencia anual de un mismo paciente a consulta  
Fuente: Basada en datos del HUSI 2015

Los ingresos totales de las enfermedades se calcularon de la siguiente forma: Valor unitario promedio multiplicado por la frecuencia anual multiplicado por el sesenta por ciento.

Estos valores se presentan en la Tabla 3.7, a los cuales se les realizó una proyección de acuerdo con las fluctuaciones presentadas en los costos facturados por el HUSI en los años 2013, 2014 y 2015 con respecto a la atención de las enfermedades seleccionadas. Esta proyección se muestra en la Figura 3.36, los datos se ajustan a una ecuación exponencial.

Tabla 3.7. Ingresos totales

INGRESOS	
Ingreso Hipertensión	\$1.342.033,5
Ingreso Caídas	\$2.531.963,8
Ingreso Ulceras	\$616.042,1
Ingreso Cefalea	\$1.234.748,4
Ingreso Asma	\$5.234.626,1
Ingreso Parkinson	\$435.189,6
Ingreso Alzheimer	\$741.919,0
Ingreso por enfermedades	\$12.136.522,4

Ingresos asociados a la persona por frecuencia	\$464.429,3
<b>TOTAL</b>	<b>\$12.600.951,7</b>

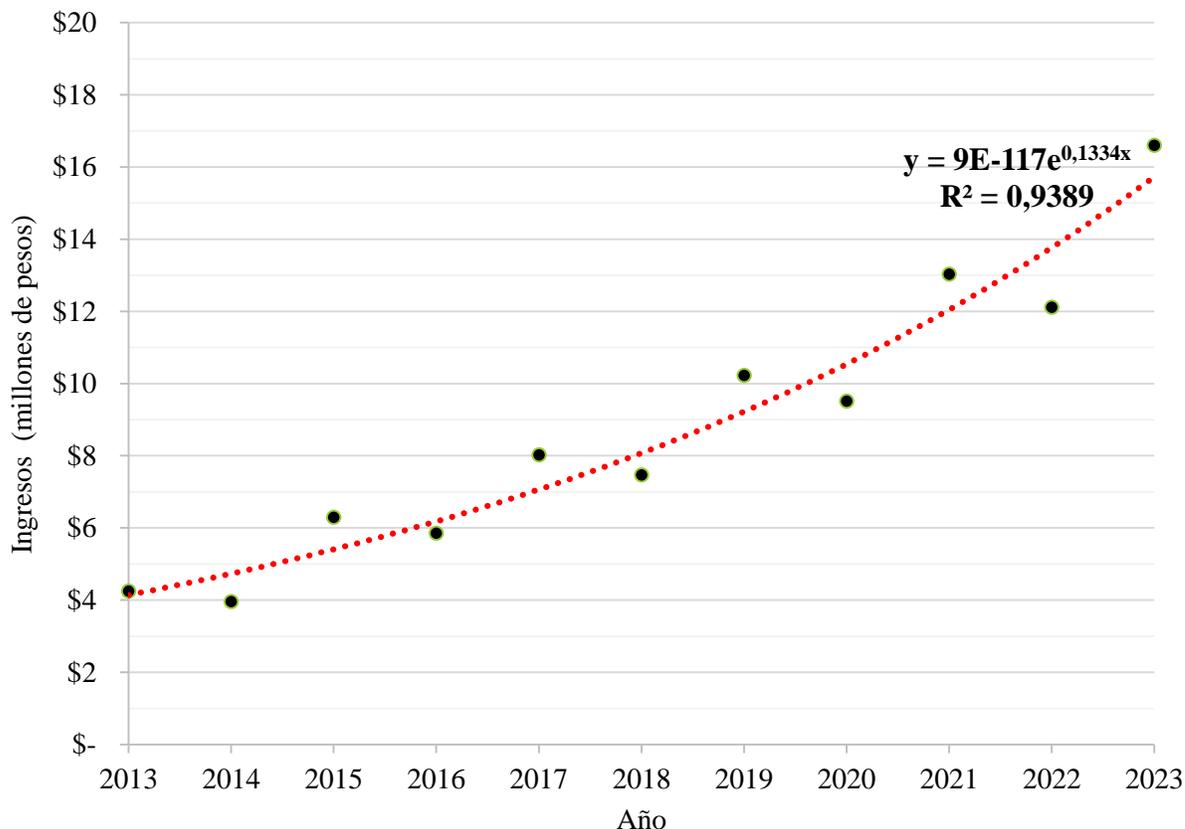


Figura 3.36. Proyección de los ingresos por enfermedades  
Fuente: Basada en datos del HUSI 2013, 2014 y 2015

Después de tener la proyección de los ingresos por enfermedad se procedió a multiplicar cada una de ellas por sus respectivas frecuencias, las cuales fueron mostradas anteriormente, para finalmente obtener los valores evidenciados en la Figura 3.37 correspondiente a los ingresos a tener en cuenta en el flujo de caja. Los datos obtenidos se ajustan a una ecuación de forma polinómica de segundo orden.

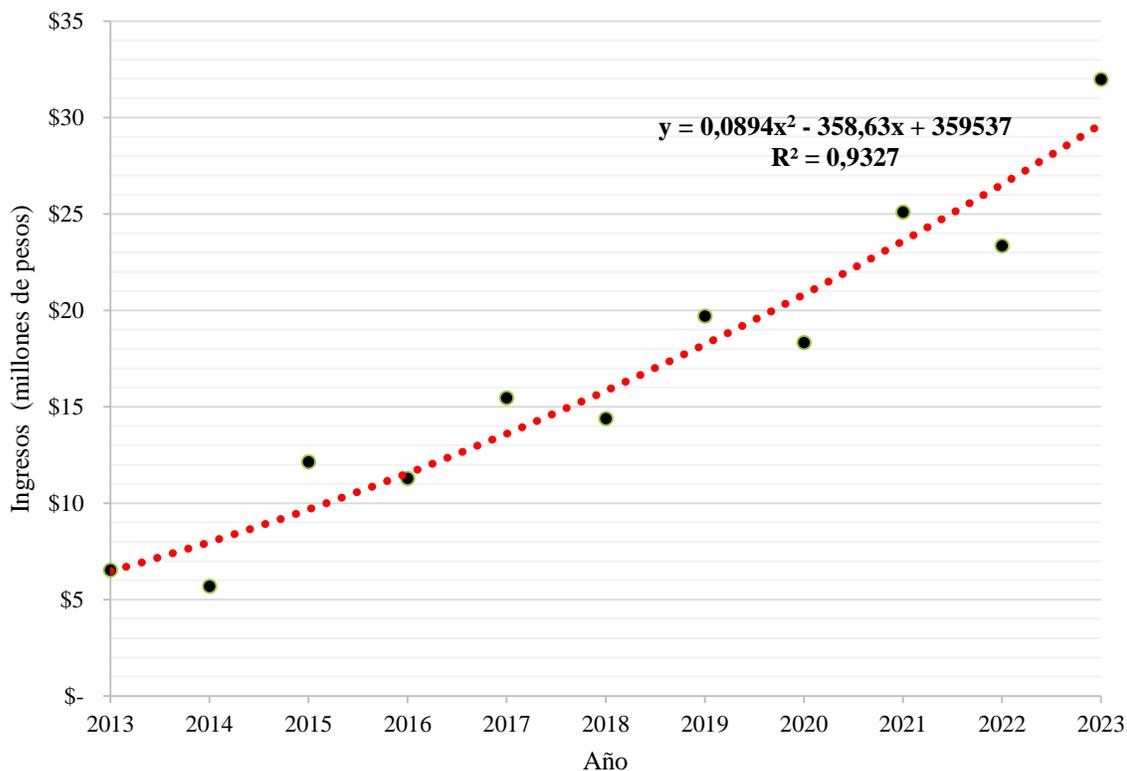


Figura 3.37. Proyección de los ingresos por enfermedad teniendo en cuenta la frecuencia.

Fuente: Basada en datos del HUSI 2013, 2014 y 2015

### 3.5.2.2 Egresos

A continuación, se presentan los costos de las diferentes opciones técnicas evaluadas, los valores presentados corresponden a la implementación y puesta en marcha de los lugares a intervenir. Evaluando cada variación en los sistemas de las VIS, sin alterar las condiciones estructurales, ni la continuidad de los sistemas hidráulicos y sanitarios existentes en la torre de apartamentos. Por otro lado, también se presentan los costos de la tecnología, costos indirectos y demás costos y consideraciones realizadas para el trabajo de grado.

- **Costos opción técnica 1**

En la Tabla 3.8 se presenta el presupuesto de la opción 1 técnica, la cual comprende la redistribución del espacio físico ocupado por el baño existente. Los valores presentados incluyen materiales y mano de obra.

Tabla 3.8. Egresos constructivos opción 1 Análisis técnico

Descripción actividad	Unidades	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Sellar punto desagüe desde 1 "hasta 4". Selladas de desagües que no corresponden a los aparatos sanitarios	Un	2	\$ 9.970,0	\$ 19.940,0
Sellar punto hidráulico de cualquier dimensión. Incluye el desmonte de la tubería expuesta que corresponda a ese punto	Un	3	\$ 8.470,0	\$ 25.410,0
Conexión de red hidráulica 1" 5 m	Un	3	\$ 87.516,0	\$ 262.548,0
Punto hidráulico PVC de 1/2" incluye accesorios longitud hasta 3 m	Un	3	\$ 76.490,0	\$ 229.470,0
Red hidráulica PVC de 3/4" incluye accesorios y sistema de fijación	M	5	\$ 24.150,0	\$ 120.750,0
Registro de 3/4"	Un	1	\$ 60.560,0	\$ 60.560,0
Registro de 1/2"	Un	1	\$ 44.220,0	\$ 44.220,0
Suministro e Instalación de punto sanitario en PVC de 2" incluye accesorios hasta 3 m	Un	1	\$ 67.810,0	\$ 67.810,0
Suministro e Instalación de punto sanitario en PVC de 4" incluye accesorios hasta 3 m	Un	1	\$ 77.937,2	\$ 77.937,2
Regate hidráulico incluye demolición de placa ancho de la regata hasta 5"	M	3	\$ 83.490,0	\$ 250.470,0
Resane general regate hidráulica de ancho 5"	M	3	\$ 115.000,0	\$ 345.000,0
Barra de seguridad para sanitario	Un	1	\$ 394.600,0	\$ 394.600,0
Barra de seguridad para hall de 1,20 m de longitud	Un	2	\$ 247.826,0	\$ 495.652,0
Pases o regates eléctricos	m2	2	\$ 23.000,0	\$ 46.000,0
Resane general de regatas eléctricas con pañete	m2	2	\$ 43.000,0	\$ 86.000,0
Suministro e instalación de puerta plegable en PVC de 120 cm *200 cm	Un	1	\$ 148.000,0	\$ 148.000,0
Silla ducha discapacitado	Un	1	\$ 260.000,0	\$ 260.000,0
			Total	\$2.934.367,2

Para la opción presentada se tiene que, a pesar de cada consideración realizada, no cumple con la NTC 6047, en términos de área y espacios necesarios para movilización dentro del baño, sin embargo, se mejoran las condiciones de movilidad de las personas con dificultades psicomotrices dentro de este espacio, se cuenta con mejor distribución de los aparatos sanitarios en el área del baño y se complementa con dispositivos especiales como barras de seguridad que faciliten su adaptabilidad al medio físico existente.

- **Costos opción técnica 2**

La opción técnica 2 busca adecuar un espacio nuevo que cumpla con las consideraciones de movilidad de la NTC 6047, en esta opción se evalúan aspectos constructivos y consideraciones propias del sistema constructivo utilizado en este caso, mampostería estructural. En la Tabla 3.9 se presentan el presupuesto de la opción técnica 2 y cada una de las consideraciones realizadas en el presente trabajo de grado.

Tabla 3.9. Egresos constructivos opción 2 análisis técnico

Descripción actividad	Unidades	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Sellar punto desagüe desde 1 "hasta 4". Selladas de desagües que no corresponden a los aparatos sanitarios	Un	2	\$ 9.970,0	\$ 19.940,0
Sellar punto hidráulico de cualquier dimensión. Incluye el desmonte de la tubería expuesta que corresponda a ese punto	Un	3	\$ 8.470,0	\$ 25.410,0
Conexión de red hidráulica 1" 5 m	Un	6,95	\$ 87.516,0	\$ 608.236,2
Punto hidráulico PVC de 1/2" incluye accesorios longitud hasta 3 m	Un	3	\$ 76.490,0	\$ 229.470,0
Red hidráulica PVC de 3/4" incluye accesorios y sistema de fijación	m	6,95	\$ 24.150,0	\$ 167.842,5
Registro de 3/4"	Un	1	\$ 60.560,0	\$ 60.560,0
Registro de 1/2"	Un	1	\$ 44.220,0	\$ 44.220,0
Suministro e Instalación de punto sanitario en PVC de 2" incluye accesorios hasta 3 m	Un	1	\$ 67.810,0	\$ 67.810,0
Suministro e Instalación de punto sanitario en PVC de 4" incluye accesorios hasta 3 m	Un	1	\$ 77.937,2	\$ 77.937,2
Regate hidráulico incluye demolición de placa ancho de la regata hasta 5"	m	15	\$ 83.490,0	\$ 1.252.350,0
Resane general regate hidráulica de ancho 5"	m	15	\$ 115.000,0	\$ 1.725.000,0
Barra de seguridad para sanitario	Un	1	\$ 394.600,0	\$ 394.600,0
Barra de seguridad para hall de 1,20 m de longitud	Un	2	\$ 247.826,0	\$ 495.652,0
Suministro y Construcción de muro en ladrillo tolete común e= 15 CMS (muros perimetrales y/o los definidos en el proyecto arquitectónico).	m2	5	\$ 46.460,0	\$ 232.300,0
Pases o regates eléctricos	m2	2	\$ 23.000,0	\$ 46.000,0
Resane general de regatas eléctricas con pañete	m2	2	\$ 43.000,0	\$ 86.000,0
Silla ducha discapacitado	Un	1	\$ 260.000,0	\$ 260.000,0
			Total	\$5.793.327,9

- **Costos de la tecnología**

Cada tecnología seleccionada requiere algunas consideraciones especiales como el precio de instalación, los aranceles de importación, si son tecnologías de otros países y adicionalmente se requiere tener en cuenta la suscripción anual a una plataforma que en este caso corresponde al valor considerado para que se genere la interconectividad entre las diferentes tecnologías seleccionadas. En la Tabla 3.10. Se presenta el costo de las tecnologías y cada consideración realizada en cuanto al precio de estas. Estos precios representan los costos directos con los que cuenta el trabajo de grado. En la última casilla se presenta, el valor de la tecnología sin IVA ni aranceles, ya que esta opción corresponde a una alternativa de análisis según un escenario financiero planteado.

*Tabla 3.10. Costos de la tecnología.*

Dispositivo	Cant.	Valor en US	Precio Unitario	Precio Instalación	IVA (19%)	Aranceles de importación (10%)	Precio Total	Precio sin IVA ni Aranceles
Cámara Philips Sensor	2	\$1.800	\$5.372.676	\$ 50.000	\$ 1.020.808	\$ 537.267	\$ 13.961.504	\$ 10.845.352
temperatura y humedad	3	\$ 100	\$ 298.482	\$ 50.000	\$ 56.711	\$ -	\$ 1.215.580	\$ 1.045.446
Bamb Labs Detector	1	\$1.000	\$2.984.760	\$ 50.000	\$ 567.104	\$ 298.476	\$ 3.900.341	\$ 3.034.760
Monóxido de carbono	3	\$ 100	\$ 298.482	\$ 50.000	\$ 56.712	\$ -	\$ 1.215.581	\$ 1.045.446
Sensor de movimiento	8	\$ 13,3	\$ 39.698	\$ 50.000	\$ 7.543	\$ -	\$ 777.926	\$ 717.585
Punto de acceso Wi-fi	1	\$ 82,7	\$ 246.814	\$ 50.000	\$ 46.895	\$ -	\$ 343.710	\$ 296.815
Vibralarm	1	\$ 20,3	\$ 60.711	\$ 10.000	\$ 11.535	\$ -	\$ 82.246	\$ 70.711
Polar M400	1	\$236,2	\$ 705.000	\$ -	\$ 133.950	\$ 70.500	\$ 909.450	\$ 705.000
Deshumidificador Digital Oster	1	\$323,2	\$ 964.622	\$ -	\$ 183.278	\$ -	\$1.147.900	\$ 964.622
Brazaletes para reporte emergencias medicas	1	\$ 40	\$ 119.393	\$ -	\$ 22.685	\$ -	\$ 142.077	\$ 119.393
Suscripción Anual plataforma	5	\$ 150	\$ 447.723	\$ -	\$ 85.067	\$ -	\$2.663.952	\$ 2.238.615
<b>Total</b>			\$11.538.362	\$ 310.000	\$ 2.192.289	\$ 906.244	\$ 26.360.268	\$ 21.083.745

- **Costos indirectos**

Se determinaron a partir de las actividades necesarias para complementar los procesos de acoplamiento con tecnologías domóticas. Se realizarán capacitaciones para el uso y manejo de las mismas. Correspondiendo a un cuatro por ciento de los costos directos más los costos de construcción. También se contemplaron campañas de concientización que van enfocadas hacia el uso responsable de estas tecnologías, con el objetivo que no se vendan o sub-utilicen, este costo corresponde a un seis por ciento de los costos directos más los costos de construcción. Finalmente, un tercer rubro se destinó para realizar seguimiento y acompañamiento a las familias beneficiadas, este valor es el cinco por ciento de los costos directos más los costos de construcción.

Los porcentajes fueron determinados con ayuda de la fundación Laudes Infantis la cual dio acompañamiento al proyecto en la parte social debido a la experiencia con la que cuenta dicha fundación.

Debido a que los equipos tecnológicos sufren una devaluación, producida por el creciente desarrollo de esta industria, es necesario tener en cuenta esta consideración para que cuando el equipo se vuelva obsoleto, o requiera de algún mantenimiento o actualización, se tenga el dinero y no se requiera de una nueva inversión. Para el tema de devaluación se consideró un periodo de cinco años y para el tema de actualización y mantenimiento se consideraron una cada tres años es decir en el año tres y seis del proyecto. Estos valores se presentan en la Tabla 3.11 y son egresos para todos los escenarios contemplados en el proyecto.

*Tabla 3.11. Costos de Devaluación y mantenimiento*

Devaluación	\$5.272.053,5
Actualización de equipos y mantenimiento	\$2.636.026,8
<b>TOTAL</b>	<b>\$7.908.080,3</b>

Como los costos indirectos son dependientes de los costos directos y de construcción, estos varían dependiendo del escenario técnico y financiero analizado, para lo cual, se hace necesario presentar cada valor. En las Tabla 3.12 y Tabla 3.13 se presentan los costos indirectos del proyecto de acuerdo a cada escenario.

*Tabla 3.12. Costos indirectos asociados al escenario 1 del análisis técnico.*

Capacitaciones	\$ 1.171.785,4
Campañas de concientización	\$ 1.757.678,1
Seguimiento	\$ 1.464.731,7
<b>TOTALES</b>	<b>\$ 4.394.195,2</b>

Tabla 3.13. Costos indirectos asociados al escenario 2 análisis técnico.

Capacitaciones	\$	1.286.143,8
Campañas de concientización	\$	1.929.215,7
Seguimiento	\$	1.607.679,8
<b>TOTALES</b>	<b>\$</b>	<b>4.823.039,3</b>

Para concluir el ítem de costos se presenta una gráfica resumen en donde se aprecian los costos de acuerdo a la combinación de los escenarios técnicos y financieros evaluados en el trabajo de grado. Estas combinaciones son:

Combinación 1: Opción 1 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero: Esta combinación está dada por la redistribución de los aparatos sanitarios en la misma área donde actualmente se encuentra el baño, contemplando la ayuda del gobierno subsidiando el IVA y los aranceles de las tecnologías y materiales de construcción.

Combinación 2: Opción 1 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero: Esta combinación está dada por la redistribución de los aparatos sanitarios en la misma área donde actualmente se encuentra el baño, sin contemplar la ayuda del gobierno en el no cobro del IVA y los aranceles de las tecnologías y materiales de construcción.

Combinación 3: Opción 2 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero: Esta combinación está dada por la adecuación de un espacio nuevo para la construcción del baño que cumpla la NTC 6047, contemplando la ayuda del gobierno subsidiando el IVA y los aranceles de las tecnologías y materiales de construcción.

Combinación 4: Opción 2 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero: Esta combinación está dada por la adecuación de un espacio nuevo para la construcción del baño que cumpla la NTC 6047, sin contemplar la ayuda del gobierno en el no cobro del IVA y los aranceles de las tecnologías y materiales de construcción.

Los costos directos se componen de los costos de las tecnologías domóticas, los indirectos se refieren a las capacitaciones y finalmente los costos de construcción dependen de cada escenario técnico contemplado (Ver Figura 3.38).

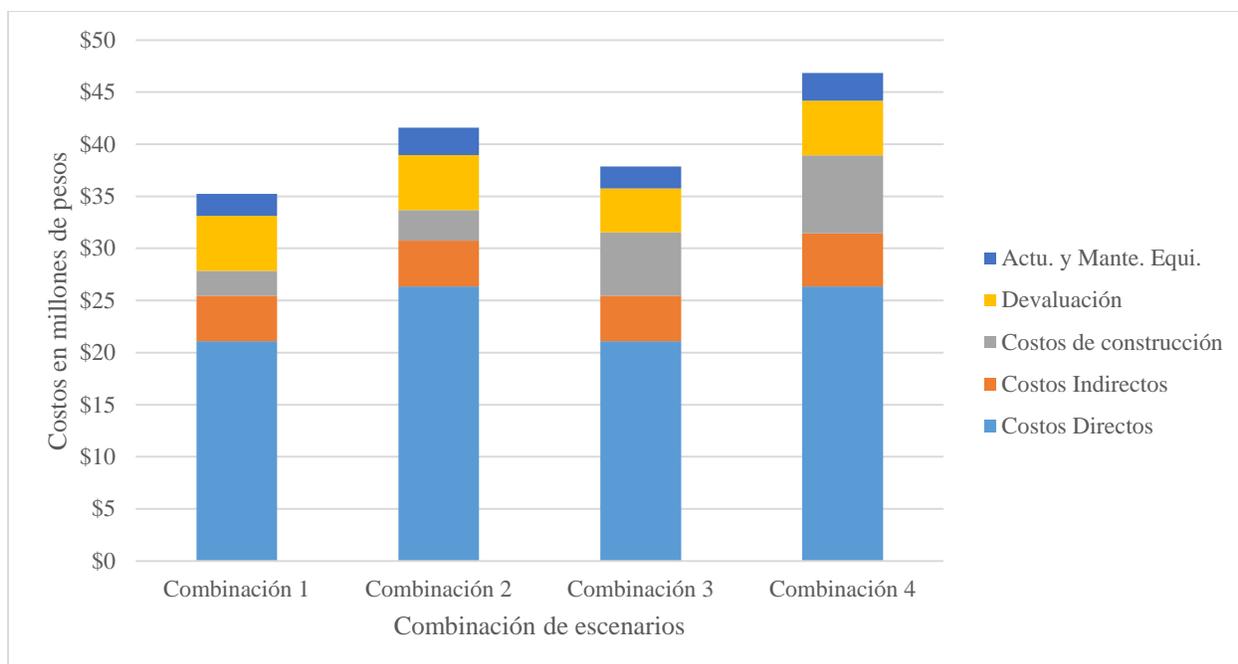


Figura 3.38. Egresos de las combinaciones evaluadas

- **Tasas de interés**

Para determinar el flujo de caja del inversionista se tienen que hacer consideraciones del valor del dinero en el tiempo, este se hace adquiriendo un crédito por el 70% del costo total del proyecto a una tasa de interés determinada. El 30 % restante corresponde al capital propio a invertir el cual evalúa un interés más alto que un crédito convencional ya que se pone en riesgo el capital propio y se hace necesario tener una rentabilidad mayor a la que puede incurrirse al pagar el crédito en un banco.

La tasa de interés impuesta por un banco local para préstamo en construcción VIS sin ningún tipo de subsidio equivale al 12% E.A., valor tomado como referencia para el crédito del proyecto. Por otra parte, el capital propio fue evaluado con una alternativa de inversión, tomando como referencia los riesgos del mercado y la inversión realizada, dando como resultado el interés del 17,38%.

Con estos dos valores se determinó el costo de oportunidad del proyecto, que se debe tener en cuenta para el análisis del VPN. Dicho valor se calculó de manera simplificada, así:

$$\text{Costo de oportunidad} = (12\% * 70\%) + (17,38\% * 30\%) = 13,61\%$$

- **Flujos de Caja**

Estos flujos de caja fueron proyectados a nueve años, considerando la actualización y mantenimiento de la tecnología para que ésta pueda prolongar su vida útil de cinco a nueve años.

Cada flujo de caja libre va acompañado con los indicadores financieros de VPN, TIR, rentabilidad y valor acumulado teórico, los cuales indicaran la pertinencia en términos financieros de realizar o no el proyecto.

Los flujos de caja libre se realizaron para las combinaciones de escenarios descritos anteriormente, teniendo en cuenta los ingresos y egresos descritos en los anteriores subcapítulos.

Se presentan los flujos de caja libre de las cuatro combinaciones, los cuales contienen los ingresos y egresos por año del proyecto. La diferencia entre estos datos da el valor que se debe tener en caja, para cada periodo de análisis, bien sea positivo o negativo.

A continuación, se presentan las figuras que muestran los egresos, ingresos, flujo de caja libre, flujo de caja del inversionista y punto de equilibrio, para cada una de las combinaciones expuestas anteriormente.

Las consideraciones realizadas para la combinación uno, se presentan en la Figura 3.39, en donde se muestran ingresos proyectados a nueve años con base en los datos obtenidos en el HUSI, por otra parte, se tienen los egresos los cuales consideran el IVA y Aranceles según sea el caso, adicionalmente para cada periodo se tiene en cuenta la devaluación de los equipos contemplada en cinco años. Se observa que existen dos periodos atípicos los cuales son el año tres y seis ya que en estos se realizan las inversiones en actualización y mantenimiento de los equipos. El punto de equilibrio de esta combinación se da a los tres años y 9 meses aproximadamente. También se presenta el flujo de caja libre el cual representa la diferencia entre los ingresos y egresos de cada periodo del proyecto, para este caso oscilan entre -\$27.854.777 hasta \$32.668.468. Finalmente, se observa el flujo de caja del inversionista el cual relaciona el comportamiento del dinero según las formas de financiamiento, para este caso oscila entre -\$8.356.433 hasta \$32.668.468.

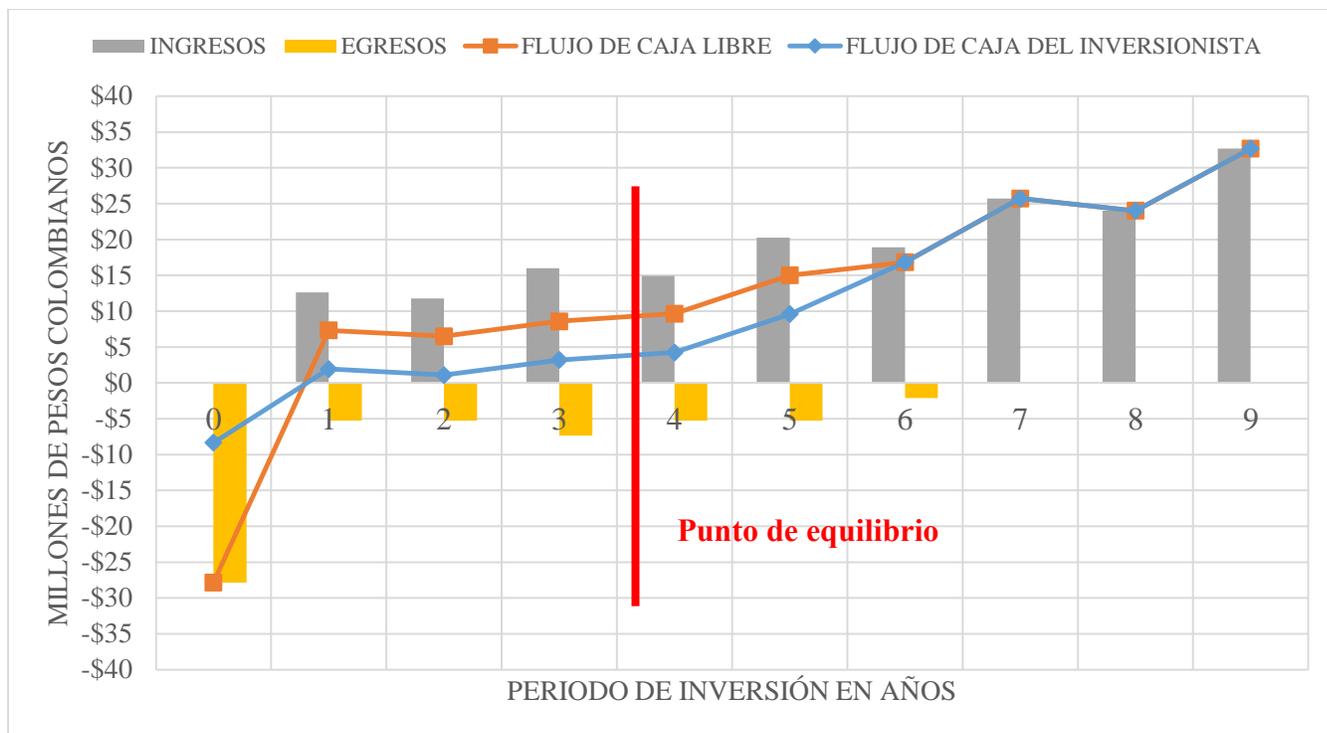


Figura 3.39. Flujo dinero del proyecto escenario 1 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero

Las consideraciones realizadas para la combinación dos se presentan en la Figura 3.40, en donde se muestran ingresos proyectados a nueve años con base en los datos obtenidos en el HUSI, por otra parte, se tienen los egresos los cuales no consideran el IVA y ni los Aranceles, adicionalmente para cada periodo se tiene en cuenta la devaluación de los equipos contemplada en cinco años. Se observa que existen dos periodos atípicos los cuales son el año tres y seis ya que en estos se visualizan las inversiones en actualización y mantenimiento de los equipos. El punto de equilibrio de esta combinación se da a los cuatro años y medio aproximadamente. También se presenta el flujo de caja libre el cual representa la diferencia entre los ingresos y egresos de cada periodo del proyecto, para este caso oscilan entre -\$33.688.830 hasta \$32.668.468. Finalmente, se observa el flujo de caja del inversionista el cual relaciona el comportamiento del dinero según las formas de financiamiento, para este caso oscila entre -\$10.106.649 hasta \$32.668.468.

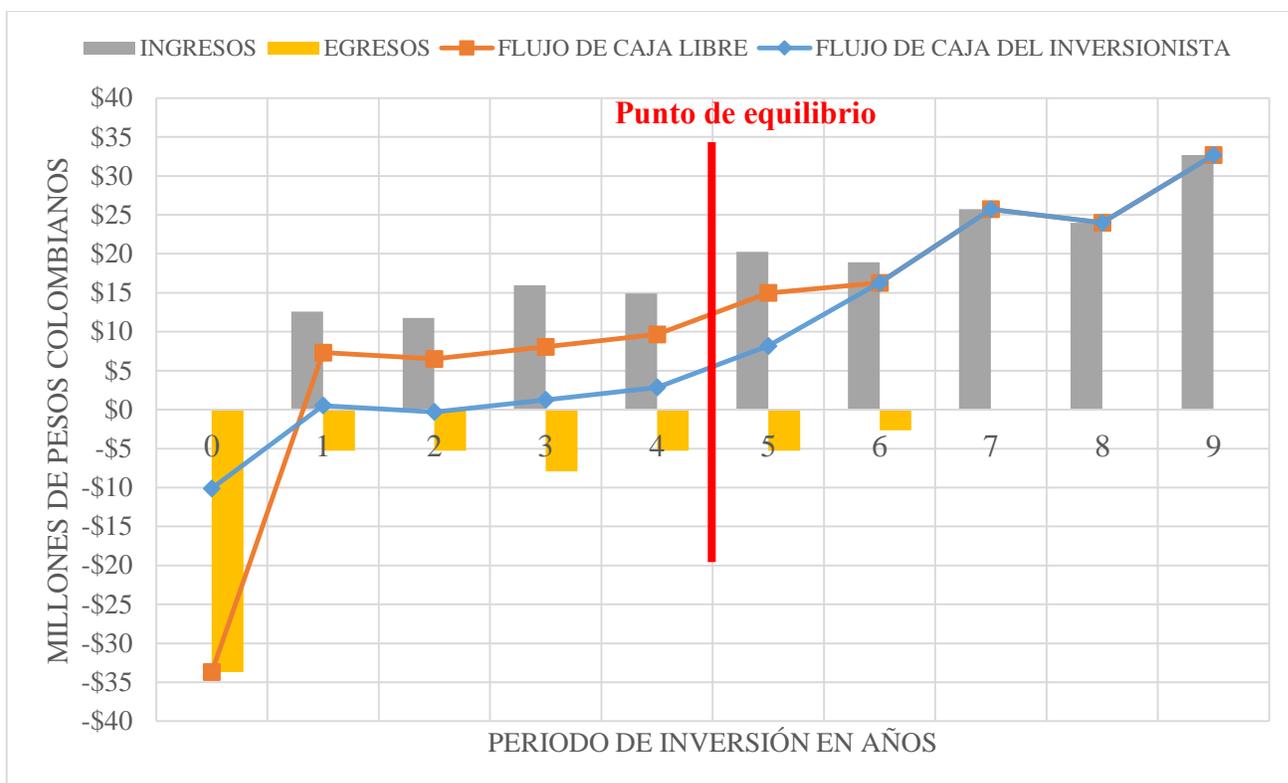


Figura 3.40. Flujo dinero del proyecto escenario 1 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero

Las consideraciones realizadas para la combinación tres se presentan en la Figura 3.41, en donde se muestran ingresos proyectados a nueve años con base en los datos obtenidos en el HUSI, por otra parte, se tienen los egresos los cuales consideran el IVA y ni los Aranceles según sea el caso. Adicionalmente, para cada periodo se tiene en cuenta la devaluación de los equipos contemplada en cinco años. Se observa que existen dos periodos atípicos los cuales son el año tres y seis ya que en estos se visualizan las inversiones en actualización y mantenimiento de los equipos. El punto de equilibrio de esta combinación se da a los tres años y diez meses aproximadamente. También se presenta el flujo de caja libre el cual representa la diferencia entre los ingresos y egresos de cada periodo del proyecto, para este caso oscilan entre -\$31.541.632,3 hasta \$32.668.468. Finalmente, se observa el flujo de caja del inversionista el cual relaciona el comportamiento del dinero según las formas de financiamiento, para este caso oscila entre -\$9.462.490 hasta \$32.668.468.

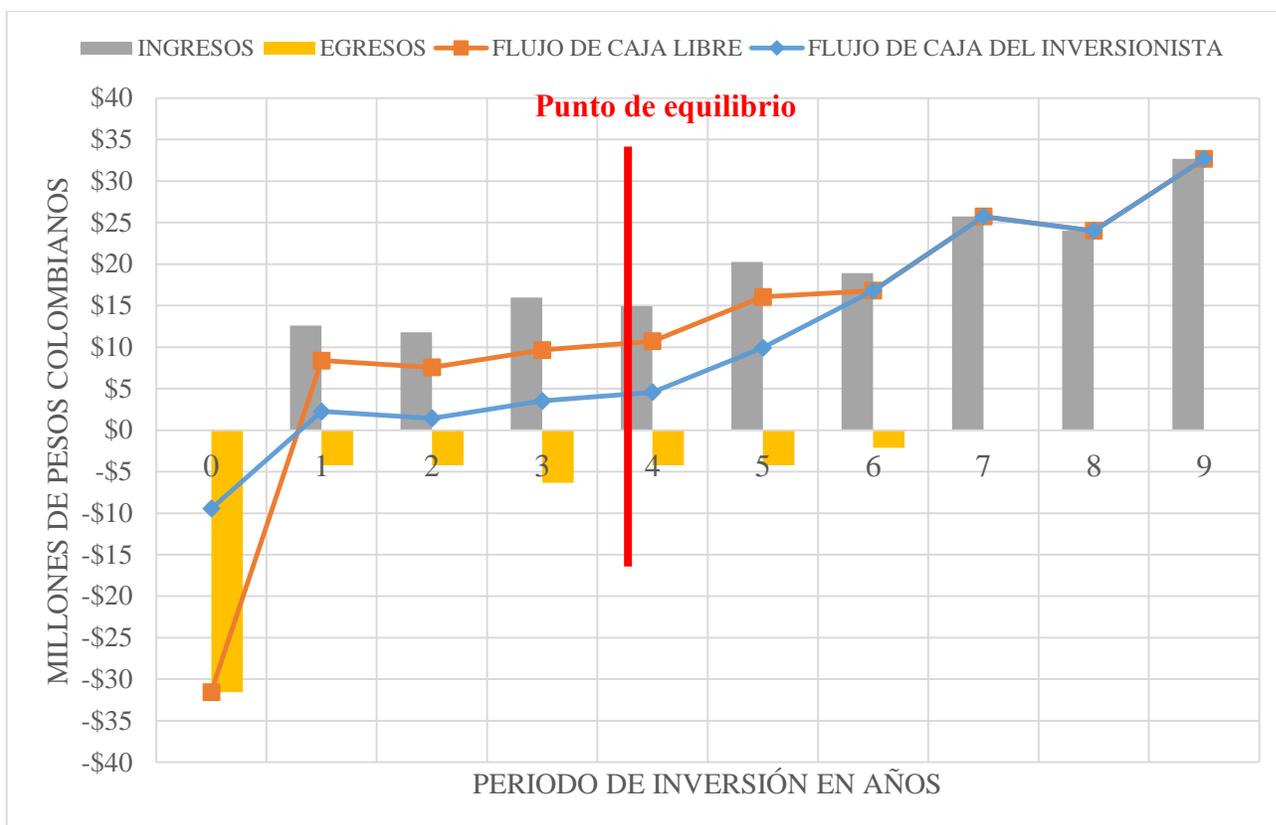


Figura 3.41. Flujo dinero del proyecto escenario 2 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero

Las consideraciones realizadas para la combinación cuatro se presentan en la Figura 3.42, en donde se muestran ingresos proyectados a nueve años con base en los datos obtenidos en el HUSI, por otra parte, se tienen los egresos los cuales consideran el IVA y ni los Aranceles según sea el caso. Adicionalmente, para cada periodo se tiene en cuenta la devaluación de los equipos contemplada en cinco años. Se observa que existen dos periodos atípicos los cuales son el año tres y seis ya que en estos se visualizan las inversiones en actualización y mantenimiento de los equipos. El punto de equilibrio de esta combinación se da a los cuatro años y siete meses aproximadamente. También se presenta el flujo de caja libre el cual representa la diferencia entre los ingresos y egresos de cada periodo del proyecto, para este caso oscilan entre -\$31.541.632,3 hasta \$32.668.468. Finalmente, se observa el flujo de caja del inversionista el cual relaciona el comportamiento del dinero según las formas de financiamiento, para este caso oscila entre -\$9.462.490 hasta \$32.668.468.

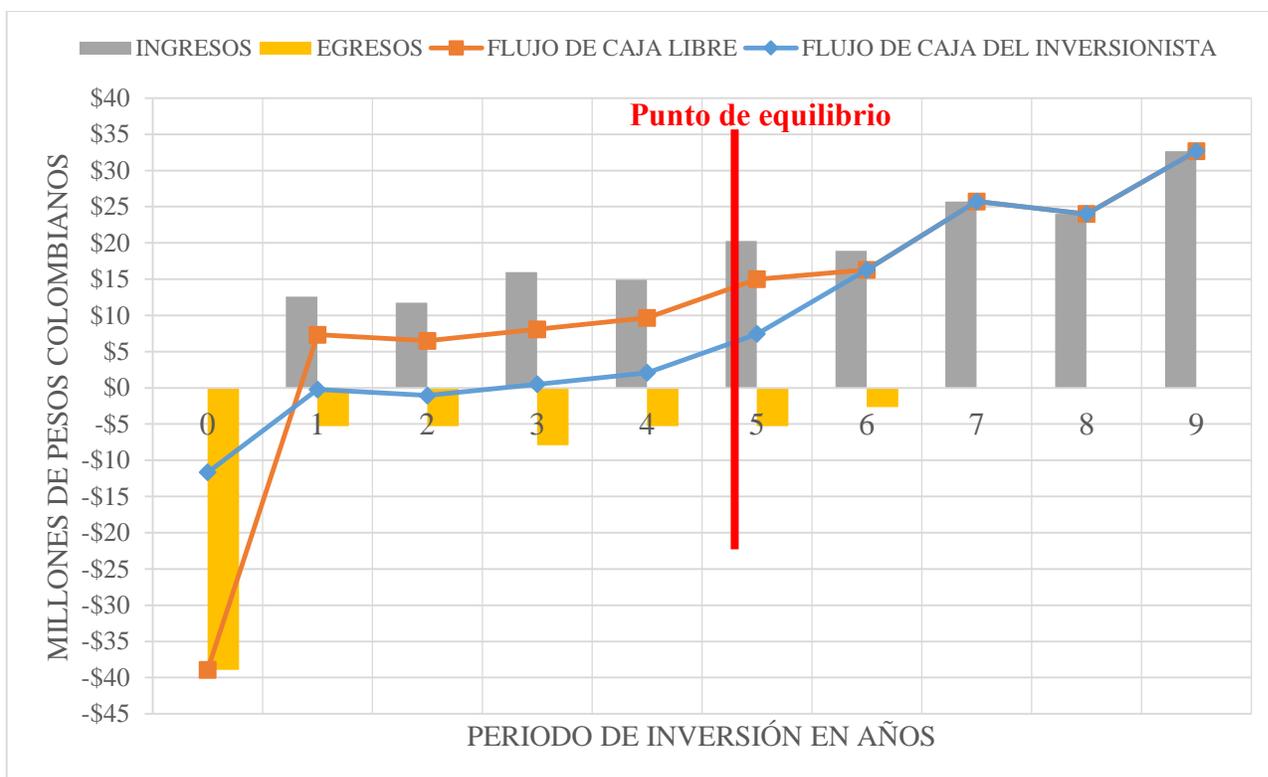


Figura 3.42. Flujo dinero del proyecto escenario 2 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero

Para considerar un proyecto financieramente y saber si es atractivo para un inversionista, se debe considerar el valor del dinero en el tiempo, en este caso se asume que se adquiere un crédito por el 70% de los egresos totales del proyecto. El 30% restante corresponde al capital propio que se debe invertir por parte del inversionista. Para evaluar el flujo de caja del inversionista se debe considerar las formas de financiación del proyecto, motivo por el cual se hace una amortización del crédito tomado. Esta amortización corresponde a los egresos de cada combinación de los escenarios dividido en cinco años el cual es el tiempo en el que la tecnología acaba su vida útil en condiciones normales, a una tasa de interés del 12% E.A. la cual es la tasa de interés promedio que presta un banco en Colombia para proyectos VIS.

Evaluando el flujo de caja libre y el flujo de caja del inversionista se tuvieron en cuenta los indicadores financieros de: costo de oportunidad, rentabilidad, VPN y WAC, los cuales se presentan en la Tabla 3.14 y Tabla 3.15 respectivamente, para cada combinación evaluada entre las opciones técnicas y los escenarios financieros. Para el costo de oportunidad se puede ver que para todas las combinaciones y los dos flujos de caja es del 13,61% el cual es el interés calculado mediante el método WACC para este tipo de proyectos, este valor indica el porcentaje de interés ganado que se espera obtener a raíz de proyecto, siendo esta la tasa de descuento evaluada en el VPN. El VPN al ser mayor que 0, sugiere que es viable invertir en el proyecto para las cuatro combinaciones. La rentabilidad se evaluó con la TIR con el uso de la tasa de interés de reinversión de capital (13,61%), dichas rentabilidades son positivas lo que significa que el inversionista va a

obtener unas ganancias de acuerdo a la inversión inicial. Las TIR efectivas anuales también presentan un valor positivo lo que lleva a concluir que el valor invertido inicialmente se va a recuperar. Finalmente, el valor teórico acumulado no es más que las ganancias que se obtienen con el proyecto en términos monetarios sin evaluar tasas de interés, ni el valor del dinero en el tiempo. Al ser estos valores positivos en cada una de las combinaciones se puede establecer que es apropiada la inversión en este proyecto independientemente de su forma de financiación. En el Anexo C se presentan los flujos de caja libre y los flujos de caja del inversionista de las combinaciones evaluadas.

*Tabla 3.14. Indicadores financieros de los flujos de caja libre para las 4 combinaciones analizadas*

<b>Combinación de escenarios Vs. Indicadores Financieros</b>	<b>Combinación 1</b>	<b>Combinación 2</b>	<b>Combinación 3</b>	<b>Combinación 4</b>
<b>Costo de oportunidad</b>	13,61%	13,61%	13,61%	13,61%
<b>VPN</b>	\$40.547.381	\$ 34.108.202	\$72.058.969	\$28.873.779
<b>Rentabilidad</b>	25,54%	22,79%	24,54%	20,84%
<b>TIR E.A.</b>	36,29%	30,31%	34,83%	26,40%
<b>Valor acumulado teórico</b>	\$118.409.866	\$111.520.510	\$119.999.534	\$106.286.086

*Tabla 3.15. Indicadores financieros de los flujos de caja del inversionista para las 4 combinaciones analizadas*

<b>Combinación de escenarios Vs. Indicadores Financieros</b>	<b>Combinación 1</b>	<b>Combinación 2</b>	<b>Combinación 3</b>	<b>Combinación 4</b>
<b>Costo de oportunidad</b>	13,61%	13,61%	13,61%	13,61%
<b>VPN</b>	\$41.302.505	\$34.127.581	\$41.372.410	\$29.928.962
<b>Rentabilidad</b>	38,49%	33,61%	36,95%	29,98%
<b>TIR E.A</b>	54,09%	41,38%	52,20%	35,44%
<b>Valor acumulado teórico</b>	\$110.863.058	\$101.103.220	\$111.453.832	\$95.740.450

A pesar de que en todas la combinaciones se presentan valores positivos que sugieren una inversión sólida, se debe tener presente que las combinaciones uno y tres consideran casos

hipotéticos en donde el papel gubernamental genera exenciones de IVA y aranceles, si bien son casos hipotéticos se debe velar para que en algún momento, se logre aplicar estas exoneraciones para que se amplifique el poder del gobierno en la construcción de vivienda de interés social y no se limite a otorgar beneficios crediticios únicamente. Por otro lado, se tiene la combinación dos la cual no cumple con la norma técnica colombiana que da sugerencias de la adecuación del baño para personas en condición de discapacidad, por lo cual al igual que las anteriores es una combinación que es poco aplicable teniendo en cuenta que el trabajo de grado está enfocado a ayudar a mejorar las condiciones de calidad de vida de las personas con dificultades psicomotrices. Finalmente, queda la combinación cuatro la cual representa el escenario más aproximado a la realidad tanto técnicamente como financieramente ya que considera un espacio totalmente nuevo cumpliendo con la NTC 6047 y considerando el IVA y los aranceles según sea el caso, Sin embargo es con la que se debe tener un cuidado especial ya que es la que presenta indicadores más bajos pero se pueden buscar alternativas como descuentos en las tasas de interés de los bancos para poder obtener valores más altos en este escenario. Con este escenario se deben buscar en un futuro políticas gubernamentales que lleven a hacer más viable este panorama de inversión, madurando la idea de construir pensando en los habitantes de las viviendas de interés social y no simplemente en la construcción en masa, lo cual reflejaría los indicadores de la combinación dos generando unas mejores tendencias de inversión para los inversionistas.

## 4. DISCUSIÓN

En este capítulo se establece un comparativo entre investigaciones relacionadas y el presente trabajo de grado. En el tema de vivienda de interés social se han evaluado diferentes aspectos en capítulo dos y se concuerda con autores como Ceballos, O. Y Caquimbo S., (2014), Araque A. Y Caballero Y., (2009), Escallon C., (2012), Falla L., (2014), Morales M, Vega J, Aroca J, Y Ramírez F., (2005) los cuales, tienen un punto en común, el cual trata de las deficiencias en las políticas gubernamentales que se tienen en viviendas de interés social. En donde el enfoque del gobierno se limita a la adjudicación de subsidios dependiendo del estrato económico, dejando de lado las consideraciones técnicas y de calidad que ayuden a mejorar las condiciones de vida de sus residentes. Por lo anteriormente descrito, se énfasis en el capítulo tres, en la oportunidad que pueda tener un inversionista, en viviendas para la atención de las poblaciones con dificultades psicomotrices y no como un negocio de masificación de unidades habitacionales para cubrir déficit de vivienda existentes en el país.

Hayward et al (2014) y Colton et al (2015), evidenciaron los problemas asociados a la calidad del aire, humedad, presencia de moho, en las VIS, de esta manera, establecieron estos factores como agravantes de enfermedades respiratorias que sufren los residentes. Esto permite generar sistemas de alerta temprana haciendo uso de algún tipo de tecnología o características especiales de la vivienda, lo cual se quiere complementar en este trabajo de grado como se puede observar en la sección 3.3. del presente documento.

Por otra parte, las tecnologías domóticas, según Vilorio, C. (2009), Augusto, C. & Cook, D. (2007), Alaudell J., (2009), Agreda J, (2015), Abascal, J. (2004), son una clara oportunidad para tratar ayudar a mejorar las condiciones de confort y calidad de vida de las personas con discapacidad o adultos mayores. Para Abascal J., (2014), los ambientes inteligentes ayudan a mejorar las condiciones de vida de personas en condición de discapacidad o adultos mayores. El apoyo que brindan estas tecnologías incluye, instalaciones para el control ambiental, acceso a la información, comunicación, monitoreo, etc. Estos estudios ratifican la domótica como una alternativa clara para mejorar condiciones de vida, dando soporte a la idea base de la investigación, la cual es profundizada en todo el capítulo 3.

Existen discrepancias con los autores anteriormente mencionados, ya que, si bien sus ideas contribuyeron a llevar a cabo el trabajo de grado, también resaltan que las tecnologías domóticas se han aplicado en gran medida a personas de estratos altos. Adicionalmente, ninguno de ellos detalla costos, ni viabilidades, enfoque que, si se aborda en el presente estudio, evidenciando que VIS con tecnologías domóticas, se pueden construir para personas de escasos recursos económicos y con algún tipo de discapacidad.

Por otro lado, al establecer las particularidades de evaluación del proyecto y a su vez garantizar que los análisis sean concordantes con la realidad, se usaron indicadores financieros los cuales permiten tener una visión general de la viabilidad financiera del proyecto. Comparando y ratificando que los indicadores utilizados son usados normalmente, se tomó como base la investigación realizada por Ochoa Yepes & Mora Cuartas, (2014), en donde realizó un estudio empírico en las empresas de la construcción y se identificaron los métodos que comúnmente son usados para generar análisis financieros y determinar la conveniencia de los mismos. De dicha investigación se encontró que el 86% de los profesionales usan los métodos más recomendados en la literatura como la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN), con una mayor

inclinación al uso de la TIR (50% siempre la usa) sobre el VPN (36% siempre la usa). A lo que si se compara con la investigación adelantada se están ratificando los métodos que se emplearon para determinar la viabilidad financiera del proyecto como se hace visible en la sección 3.5.2.

En la investigación de Ochoa Yepes & Mora Cuartas, (2014), se evidencia que la mayoría de encuestados determinan de manera subjetiva la tasa de descuento utilizada por las empresas, lo que indica falta de sustentación teórica para seleccionar la tasa más adecuada. Se hace énfasis en el uso del WACC, también denominado costo promedio ponderado del capital (CPPC), es la tasa de descuento que es usada para descontar los flujos de caja futuros a la hora de valorar un proyecto de inversión, sin embargo, autores como Mian y Pareja (2007) y Sabal (2009) explican cómo pueden cometerse errores al momento de aplicar el WACC. Mian y Pareja (2007) explican las falencias y el mal uso del WACC, pues reconocen que hay varias versiones en la ecuación del WACC que se pueden aplicar según el tipo de flujo de caja que se haya adoptado. Por lo anterior la tasa de descuento seleccionada, se tomó con base en el cálculo de este indicador evaluando el costo del dinero del inversionista con un 17.38% dicho valor tiene en cuenta los riesgos que tiene el país de inversión, el riesgo que se asume en la industria de las tecnologías y el capital a invertir, por otro lado se evalúa el costo del dinero a raíz de un crédito para construcción VIS cuyo valor en Colombia y tomando bases de datos de bancos locales es del 12%, para finalmente obtener una tasa de oportunidad WACC de 13,61%, según el peso de la inversión realizada, siendo congruente con los estudios revisados como Saa Rivero et al, 2014, Ochoa Yepes & Mora Cuartas, 2014, Ladino Villada, Mejía Delgado, Sua, Marina et al., (2012), entre otros.

Por las particularidades del trabajo de grado es difícil compararlo con otros proyectos de construcción de vivienda, o de adquisiciones tecnológicas en materia monetaria, debido a que en el proyecto es evaluado para un solo apartamento, en un primer piso al que se le adoptan todas las tecnologías seleccionadas, y los proyectos de construcción de vivienda de interés social, al igual que los proyectos tecnológicos son evaluados en grandes masas para obtener mejores rentabilidades y amortizar los costos iniciales de manera mas efectiva. Supliendo esta deficiencia se comparan a continuación, los indicadores financieros de manera porcentual y los valores monetarios de otros proyectos se presentan a manera de información, pero no se hacen comparaciones en ese aspecto debido a las diferencias en los montos de dinero de las inversiones evaluadas.

La combinación que se acerca más a la realidad en el trabajo de grado fue la opción de adecuar un espacio nuevo para ser dispuesto como baño, asociado con las tecnologías domóticas pagando IVA del 19% y aranceles del 10%. Dicha combinación tuvo una TIR de 35,43% y un VPN de \$ 29.928.962 con una tasa de descuento del 13,61%, proyectado a 9 años y sin periodo de preventa. Ladino Villada, Mejía Delgado, Sua, Marina et al., (2012), evaluaron financieramente y técnicamente la construcción de un edificio comercial del sector salud en el barrio la castellana en Bogotá D.C. los valores reportados son: TIR 16% y un VPN \$ 1.978.689.480, con una tasa de descuento del 12%, en tres años y se contempla periodo de preventa. Por otra parte (Saa Rivero et al , 2014) plantearon la construcción de un bodega reportan una TIR de 29,26% y un VPN de 291 millones, y una tasa de oportunidad de 23,35% la inversión del proyecto se recuperará en el año 8 este posteriormente es proyectado hasta el año 15 para lograr una TIR por encima de la tasa de oportunidad.

Con la información expuesta, se establece que las tasas internas de retorno de cada uno de los escenarios y combinaciones presentadas en el documento, son atractivas desde el punto de vista

de inversión, en comparación con otros proyectos que requieren de una inversión mayor, para lo cual se debe contar con un flujo de dinero inicial mayor que el que es contemplado en las combinaciones presentadas en el capítulo 3.5.2, las tasas de oportunidad pueden diferir debido a las consideraciones de calculo que se tuvieron en cuenta de acuerdo al proyecto analizado, pero en los artículos anteriormente mencionados no hacen referencia de cómo fue determinado el valor de la tasa de oportunidad.

En síntesis, se trató la discusión desde punto de vista conceptual, en donde se estuvo evaluando la evolución de la vivienda de interés social y como ésta ha sido restringida. Posteriormente, se trataron temas de salud y el uso de las tecnologías domóticas para atender las solicitudes de personas con discapacidad o de la tercera edad y finalmente, se abordan las implicaciones financieras y las implicaciones que tuvo el proyecto con respecto a otros proyectos de construcción.

## 5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LIMITACIONES

Al identificar las necesidades básicas insatisfechas de vivienda y atención en salud de la población con problemas psicomotrices a los que se enfrenta la población en Bogotá, Colombia se pudo concluir que:

- Debido a que no se está construyendo bajo la norma NTC 6047 no se está brindando un espacio adecuado que garantice una apropiada movilidad y uso del baño.
- Las poblaciones con problemas psicomotrices tienen dificultades en los desplazamientos prolongados ya que los mecanismos que faciliten su movilidad en el entorno exterior de las viviendas son escasos.
- La población de estudio a pesar de tener prioridad en la atención, muchas veces tiene que esperar largos periodos de tiempo para su atención al igual que realizar más de un desplazamiento para ser atendida.
- La población de estudio realiza varios desplazamientos a las EPS e IPS para ser atendidos por enfermedades que no son prioritarias y que pueden ser atendidas desde la comodidad de la vivienda.
- La tecnología domótica puede constituir una herramienta clave para disminuir las cargas hospitalarias y mejorar los servicios en el sistema de salud evitando consultas por urgencias que son de diagnóstico ambulatorio.
- Debido a que en algún momento todos los seres humanos somos propensos a tener alguna enfermedad psicomotriz, las viviendas de interés social se deben concebir de mejor manera enfocándolas a mejorar el confort y la calidad de vida de los residentes.

Al seleccionar las tecnologías disponibles en Colombia que cumplen con los requisitos técnicos y económicos para la automatización en viviendas de interés social se pudo concluir que:

- Las tecnologías seleccionadas, en su gran mayoría, presentan características inalámbricas, lo que facilita su instalación y compatibilidad con el sistema constructivo.
- Como principal ítem de selección de tecnología se escogieron las funcionalidades que aportaran en el ámbito de la salud de la persona, dejando en segundo plano el precio, ya que estas tecnologías especializadas son de un valor monetario mayor, en comparación con tecnologías domóticas convencionales.
- Las tecnologías domóticas seleccionadas contribuyen con la prevención, monitoreo, control y mitigación de enfermedades de la población de estudio.
- Las tecnologías seleccionadas permiten mejorar las condiciones de vida y confort de las personas con dificultades psicomotrices al evitar desplazamientos por atención primaria.

Finalmente, para determinar la viabilidad del proyecto se realizó un análisis técnico y financiero de la incorporación de las tecnologías domóticas en las viviendas de interés social en Bogotá, Colombia, en donde se pudo concluir que:

- Se identificó como punto crítico de movilidad para personas en condición de discapacidad, el espacio actual donde se encuentra el baño debido a que no tiene en cuenta las recomendaciones de la NTC 6047, referente al área mínima necesaria para este tipo de población.
  - La opción técnica dos, plantea la construcción del baño en un espacio nuevo de la vivienda, el cual cumple con la norma NTC 6047, sin afectaciones estructurales, lo que hace esta opción viable técnicamente.
  - El escenario financiero crítico es el dos, en donde se tiene en cuenta los materiales de construcción y las tecnologías domóticas con IVA del 19% y aranceles del 10% según sea el caso. Al evaluar el escenario 2 financiero con la opción técnica 2, en base a indicadores financieros como TIR, VPN y WACC, cada uno de ellos arroja valores superiores a 0 lo que indican la pertinencia de realizar el proyecto.
  - El escenario 2 financiero, en conjunto con la opción técnica 2 es viable técnicamente lo que lleva a pensar que se pueden construir viviendas de interés social con tecnologías domóticas enfocadas a ayudar a poblaciones con dificultades psicomotrices.
  - El proyecto fue enfocado únicamente a VIS formales debido a que este tipo de proyectos posee alianzas entre cajas de compensación familiar que poseen EPS y empresas constructoras lo que garantizará la inversión en el proyecto, motivo por el cual no se hablo viviendas de origen informal debido al monto considerable de inversión y la forma de construcción desorganizada de las mismas.
  - La consideración que se evaluó en el trabajo de grado, fue el escenario crítico, donde una persona podría tener todas las enfermedades diagnosticadas, por lo cual se encontraron todas las tecnologías para monitorear cada enfermedad. Sin embargo para cada caso independiente, se debe analizar que tecnologías se ajustan a la enfermedad que posea el habitante. Por ejemplo para el caso de la silla de ruedas aplicaría los sensores de movimiento, el brazalete , la cámara Philips y la adecuación del baño, dándole una viabilidad mayor al proyecto al no requerir de la inversión de la totalidad de las tecnologías.
- ❖ Para ver la funcionalidad del proyecto en la vida real se recomienda realizar una prueba piloto con la tecnología domótica sugerida en este trabajo y con un paciente con discapacidades psicomotrices verificando el funcionamiento de los equipos y determinando el grado de control y prevención de las enfermedades diagnosticadas. Las consideraciones tomadas en cuenta en el trabajo pueden ser consultadas a profundidad en el capítulo 3.3.
- ❖ Se recomienda el desarrollo de tecnologías en Colombia con miras a tratar diferentes problemas que mejoren las condiciones de vida de las personas con dificultades psicomotrices, de esta manera disminuir los costos y viabilizar aún más el proyecto.
- ❖ Se recomienda desarrollar un censo especializado en donde se identifique de mejor manera la población con afectaciones psicomotrices en viviendas de interés social para poder complementar de mejor manera el presente trabajo.
- ❖ Las dificultades encontradas en el desarrollo del trabajo de grado fueron: la obtención de los datos relacionados con las estadísticas de la atención por partes de los centros de salud o EPS a personas con discapacidades psicomotrices, debido a que este tipo de población es amplia y las

entidades no tienen dicha información discriminada de este modo (no existe a nivel local ni nacional censos especializados para poblaciones discapacitadas), por esta razón se limitó la investigación a personas adultas mayores (de 60 años en adelante). Otra dificultad presentada fue que cada una de las entidades prestadoras de salud guardan la información según los lineamientos de cada organización, haciendo que el procesamiento de la información sea más dispendioso y no se cuente con la misma información en todas las entidades.

- ❖ Se trabajó con base en uno de los proyectos más grandes de vivienda de interés social en la ciudad de Bogotá, el cual tiene el apartamento tipo comúnmente más utilizado en este tipo de construcciones. Adicionalmente, se compararon las áreas de construcción de los apartamentos VIS y en el área del baño en la mayoría de los casos no cumple con la NTC, lo que llevaría a una redistribución arquitectónica obligatoria. Sin embargo vale la pena realizar futuras investigaciones con otras configuraciones y distribuciones diferentes a las evaluadas en este trabajo de grado.

## 6. REFERENCIAS

Abascal, J. (2004). Ambient intelligence for people with disabilities and elderly people. In *ACM's Special Interest Group on Computer-Human Interaction (SIGCHI), Ambient Intelligence for Scientific Discovery (AISD) Workshop, Vienna*.

Agreda, J (2015). *Diseño de un modelo de inteligencia ambiental para asistir a personas de tercera edad (Tesis de maestría)*. Pontificia Universidad Javeriana Bogotá Colombia.

Alarcón, A., Bernal, A., Nieto, R. D., Polanco, O., & Vera, A. (2011). Aplicación de las Comunicaciones Inalámbricas a la Domótica.

Alaudell, J. (2009). Domótica e inmótica, dos sistemas para un mismo objetivo. *Directivos Construcción*, 227,59.

Amaya, J. Aguirre. A., & Osorio, Y. C. A. (2010). Sistemas de operación para la vivienda social ciudadela la enea, Manizales. *Bitácora Urbano/Territorial*, 16(1), 159-166.

Araque Solano, A. S., & Caballero Quintero, Y. (2009). La encrucijada de la Vivienda de Interés Social en Bogotá: Los precios del suelo. *Civilizar. Ciencias Sociales y Humanas*, 9(16).

Augusto, C. & Cook, D. (2007). Ambient Intelligence: applications in society and opportunities for AI. Lecture Notes, tutorial given during 20th International Joint Conference on Artificial Intelligence – IJCAI’07, Hyderabad, India.

Baca, G. (2001). *Evaluación de proyectos*, México DF, México: Mc Graw- Hill.

Bamb Labs Inc (2016). Smart Bed Technology A Platform for Better Care, recuperado el 30 de noviembre de 2015 de <http://bamlabs.com/medical/>

Benmansour, A., Bouchachia, A., & Feham, M. (2015). Multioccupant activity recognition in pervasive smart home environments. *ACM Computing Surveys*, 48(3), 34:1-34:36. doi:10.1145/2835372

Borja, R. (2014). ¿Qué son los dispositivos “wearables”? Recuperado el 05 de noviembre de 2015 de <http://www.abc.es/tecnologia/informatica-hardware/20140107/wearables-complementos-201401071108.html>

Bluetooth Specification Version 4.0. (2010). Bluetooth SIG. Available online: <https://www.bluetooth.org/en-us/specification/adopted-specifications> (recuperado el 07 de octubre de 2015)

CAMACOL, 2016. Balance del mercado de vivienda nueva. Dinámica de los principales indicadores en el 2015 y panorama de política pública para el 2016. Informe económico 76. 2011-7444.

Carrillo, J., Aperador, W., & Echeverri, F. (2015). Evaluación de los costos de construcción de sistemas estructurales para viviendas de baja altura y de interés social. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 16(4), 479–490.

Ceballos Ramos, O. L., & Caquimbo Salazar, S. (2014). Las 100.000 viviendas gratuitas: Las contradicciones no superadas en la política pública de vivienda en Colombia. *Cuadernos De Vivienda y Urbanismo*, 7(13), 6-8.

CEDOM- Asociación Española de Domótica e Inmótica (2015). Qué es Domótica. España. Recuperado el 02 de febrero de 2016 de <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>

Colton, M. D., Laurent, J. G. C., MacNaughton, P., Kane, J., Bennett-Fripp, M., Spengler, J., & Adamkiewicz, G. (2015). Health benefits of green public housing: Associations with asthma morbidity and building-related symptoms. *American Journal of Public Health*, 105(12), 2482-2489. doi:10.2105/AJPH.2015.302793

Collotta, M., Pau, G. (2015). A Solution Based on Bluetooth Low Energy for Smart Home Energy Management. *Energies* 2015, 8, 11916-11938; doi:10.3390/en81011916

Constitución Política de Colombia. Diario Oficial Republica de Colombia, Bogotá, Colombia 1991.

Cook, A.M. & Hussey, S.M. (1995) *Assistive Technologies: Principles and Practice* Mosby, St. Louis.

Córdoba, Héctor (2010). Análisis de la política de vivienda de interés social, en Bogotá, D.C., y la relación con los lineamientos de la responsabilidad social de la empresa privada durante el período 2002 – 2007. Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario: Bogotá.

Cortes J (2015). Alcaldía Mayor de Bogotá. Bogotá: recuperado el 08 de abril de 2016 de <http://www.Bogotá.gov.co>

Cotte Poveda, A., Calderón, P. C., & Rodríguez, J. F. G. (2015). *Determinantes socio-económicos y financieros del acceso a vivienda de interés prioritario: un estudio para el caso colombiano durante el período 2009–2012*. Centro De Investigaciones en Violencia, Instituciones y Desarrollo Económico (VIDE).

Coughlin, J.F. (1999) Technology Needs of Aging Boomers Rev. ISSUES in Science and Technology. Recuperado el 07 de septiembre de 2017 de la página: <http://www.nap.edu/issues/16.1/coughlin.htm>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2016). Producto interno bruto: recuperado el 01 de febrero de 2016 de [http://www.dane.gov.co/files/faqs/faq\\_pib.pdf](http://www.dane.gov.co/files/faqs/faq_pib.pdf)

Decreto 0075. Diario Oficial Republica de Colombia, Bogotá, Colombia, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio 23 de enero de 2013.

Escallón, C. (2012). La vivienda de interés social en Colombia, principios y retos. *Revista De Ingeniería*, (35), 55-60.

Estrada, R. E. L., & Iga, J. L. (2012). Política de vivienda social en México: el caso de una colonia periférica de Monterrey. *Cuadernos de vivienda y urbanismo*, 5(10).

Evans, D. (2011). Internet de las cosas. Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo.

Falla Zúñiga, L. M. (2014). Vivienda de interés social: el resultado del presupuesto equivocado. *Revista De Derecho Público*, (32), 5-19.

Federación de enseñanza de Andalucía (2012). La psicomotricidad infantil. Revista digital para profesionales de la enseñanza 1989-4023. Recuperado el 15 de junio de 2016 de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd9214.pdf>

Fernández, A. T. (2000). Matemáticas financieras. Ediciones Contables Administrativas y Fiscales. ECAFSA. Recuperado el día 30 de septiembre de 2016 de [http://www.viraun.es/app/download/12001907/Z409\\_M%C3%93DULO+IX.pdf](http://www.viraun.es/app/download/12001907/Z409_M%C3%93DULO+IX.pdf)

Folts, W. E., & Muir, K. B. (2002). Housing for older adults: New lessons from the past. *Research on Aging*, 24(1), 10-28. doi:10.1177/0164027503024001002

Golant, S. M. (2003). Political and organizational barriers to satisfying low-income U. S. seniors' need for affordable rental housing with supportive services. *Journal of Aging & Social Policy*, 15(4), 21-48.

Gómez, Giovanni, (2001). *Gestiopolis*. Bogotá, Colombia. Recuperado el 20 de septiembre de 2015 de <http://www.gestiopolis.com/evaluacion-financiera-de-proyectos-caue-vpn-tir-bc-pr-cc/#autores>

González-Quiñones, J. C., Restrepo-Chavarriga, G., Hernández-Rojas, A. D., Ternera-Saavedra, D., Galvis-Gómez, C. A., & Pinzón-Ramírez, J. A. (2014). Satisfacción de pacientes que acudieron al primer nivel de atención en Bogotá. *Revista De Salud Pública*, 16(6), 871-884.

Hayward, E., Ibe, C., Young, J. H., Potti, K., Jones, I., P., Pollack, C. E., & Gudzone, K. A. (2015). Linking social and built environmental factors to the health of public housing residents: A focus group study. *BMC Public Health*, 15(1), 1-8. doi:10.1186/s12889-015-1710-9

Henríquez, M. R., & Palma, P. A. (2011). Control automático de condiciones ambientales en domótica usando redes neuronales artificiales. *Información Tecnológica*, 22(3), 125-139. doi:10.4067/S0718-07642011000300014

Homecenter Colombia (2017). Sensor de movimiento, y dehumificador de aire recuperado el 23 de marzo de 2017 de [www.homecenter.com.co](http://www.homecenter.com.co)

Hostland, C., Sadiq, R., Lovegrove, G., & Roberts, D. (2015). HEALTH2: A holistic environmental assessment lay tool for home health. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 42(4), 241-249. doi:10.1139/cjce-2014-0228

Huidobro J.M. y Millán R. (2007). La domótica como solución del futuro. Energy Management Agency. Dirección General de Industria, Energía y Minas de España.

IEEE. (2006). *IEEE Standard for Information Technology-Telecommunications and Information Exchange between Systems-Local and Metropolitan Area Networks- Specific Requirements Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)*; Technical Report; IEEE: New York, NY, USA.

IEEE. (2007). *IEEE Std 802.11-2007 for Information Technology—Telecommunications and Information Exchange between Systems-Local and Metropolitan Area Networks—Specific Requirements—Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, C1-1184*; IEEE: New York, NY, USA.

Institución Universitaria de Envigado (2012). Aspectos generales de los proyectos. Envigado, Colombia: recuperado el 10 de septiembre de 2017, de <http://www.iue.edu.co/documents/emp/aspectosGenProyecto.pdf>

Ladino Villada, E., Mejía Delgado, J. A., Sua, P., Marina, L., et al (2012). *Evaluación financiera, económica y social al proyecto construcción de un edificio comercial del sector salud en el barrio la Castellana-Bogotá DC* (B.S. tesis). Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado a partir de <http://unimilitar-dspace.metabiblioteca.org/handle/10654/7634>

Ley N° 1753. Diario Oficial de la República de Colombia, Bogotá N° 49538, Colombia, junio 9 de 2015.

Ley N° 388. Diario Oficial de la República de Colombia N° 43.091, Bogotá, Colombia, julio 18 de 1997.

Loboguerrero, J. C. S. (2011). Domótica. Un factor importante para la arquitectura sostenible. *Módulo arquitectura cuc*, 10(1), 267-277.

Martin, F., Aguado, B., Díaz, E., & Lorience, G. (2000). Nuevas tecnologías aplicadas a la intervención psicosocial en personas mayores [New technologies applied to the psychosocial intervention in the elder]. *Intervención psicosocial*, 9(3), 269-282.

Mendes, T. D. P., Godina, R., Rodrigues, E. M. G., Matias, J. C. O., & Catalão, J. P. S. (2015). Smart home communication technologies and applications: Wireless protocol assessment for home area network resources. *Energies (19961073)*, 8(7), 7279-7311. doi:10.3390/en8077279

Méndez, F. J. (2010). La domótica: nuevas formas de entender la vivienda. *Directivos Construcción*, 239, 48.

Mian, M. A. y I. V. Pareja (2007). “Applicability of the Classic WACC Concept in Practice”. *Latin American Business Review*. Vol. 8. Núm. 2, pp. 19-39.

Ministerio de Salud y Protección Social (2007). Encuesta nacional de salud. Resultados Nacionales; Impresa por Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas JAVEGRAF pp. 25-342.

Ministerio de Salud y Protección Social (2015). Estudio nacional de salud, bienestar y envejecimiento. Resultados Nacionales; Impresa por Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas JAVEGRAF

Ministerio de Salud y Protección Social (2012). Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Recuperado el 20 de abril de 2016 de [http://scc.org.co/wpcontent/uploads/2012/09/PDSP\\_Dimensiones\\_Prioritarias\\_en\\_Salud\\_P%C3%BABlica\\_VERSI%C3%93N\\_1\\_JULIO-16-de\\_2012.pdf](http://scc.org.co/wpcontent/uploads/2012/09/PDSP_Dimensiones_Prioritarias_en_Salud_P%C3%BABlica_VERSI%C3%93N_1_JULIO-16-de_2012.pdf)

- Morales Londoño, M., Vega, J. A., Alcides Aroca, J., & Ramírez Atehortúa, F. H. (2005). Financiación de la vivienda de interés social. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 4(6).
- Murcia, J. (2009). "Formulación y criterios de evaluación"; Editorial Alfaomega, Colombiana S.A, pp. 8- 135
- Ochoa Yepes, J., & Mora Cuartas, A. M. (2014). Prácticas de presupuesto de capital: evaluación empírica en un grupo de empresas del sector de la construcción en Colombia. *Ecos de Economía*, 18(39), 143–163.
- Organización Mundial de la Salud (2016). Atención primaria en salud. Recuperado el 08 de agosto de 2016 de [http://www.who.int/topics/primary\\_health\\_care/es/](http://www.who.int/topics/primary_health_care/es/).
- Ozom (2017). Detector de monóxido de carbono CO y Sensor de temperatura y humedad recuperado el 18 de enero de 2017 de [www.ozom.com](http://www.ozom.com)
- Polar (2017). Reloj M400 recuperado el 08 de enero de 2017 de [www.polar.com/co-es](http://www.polar.com/co-es)
- Ríos, V., & Gonzalo, E. (2007). Estudio para la implantación de un conjunto residencial en el sector de Cumbayá.
- Rodríguez, C. F. A., Bohórquez, M. L. V., & Ubaque, C. A. G. (2013). Modelo de producción social de hábitat frente al modelo de mercado en la construcción de vivienda de interés social. *Revista Tecnura*, 17(38), 37-52.
- Saa Rivero, D. A., et al (2014). *Análisis financiero para la construcción de una bodega multifuncional en una empresa transportadora de carga (B.S. tesis). Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado a partir de <http://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/11854>*
- Sabal, J. (2009). "On the Applicability of WACC for Investment Decisions". *Globalization, Competitiveness & Governability*. Vol. 3. Núm. 2, pp. 80-88.
- Salazar, M (2017). Vibralarm recuperado el 09 de marzo de 2017 de <http://www.youngmarketing.co>
- Sapag Chain, N. (2007). Proyectos de inversión. Formulación y evaluación. *Pearson Educación de México SA, México*.
- Segura, B. T., & Bustabad, S. (2016). Una nueva forma de comunicación entre reumatología y atención primaria: la consulta virtual. *Reumatología Clínica*, 12(1), 11-14.
- Struyk, R. J., Turner, M. A., & Ueno, M. (1988). *Future U. S. housing policy: Meeting the demographic challenge*. Washington, DC: The Urban Institute Press.
- TECHIMPORT, (2017). Brazaletes para reporte de emergencias médicas recuperado el 08 de abril de 2017 de <http://www.technoimport.com.co>
- U. S. Select Committee on Aging (1987). Dignity, independence, and cost-effectiveness: The success of the congregate housing services program. Washington, DC: U. S. Government Printing Office.
- Videla, Macarena Paz (2010). Políticas habitacionales en Latinoamérica: análisis comparado de políticas de vivienda en seis países de la región. Documento de trabajo N° 7, Centro de investigación social un techo para Chile.
- Viloria. César, (2009). Tecnologías de la información para la educación, investigación y aplicación en el área de la salud. *Bondades y retos. Salud Uninorte*, 25(2), 331-349.

Wieringa, F. P., Mastik, F., & van der Steen, A. F. W. (2005). Contactless multiple wavelength photoplethysmographic imaging: A first step towards “SpO<sub>2</sub> PULSE OXIGRAPHY”, 33(8), 39.

Ye, S., & Tiong, R. L. (2000). NPV-at-risk method in infrastructure project investment evaluation. *Journal of construction engineering and management*, 126(3), 227-233.

## 7. ANEXOS

## Anexo A. Matriz de comparación de tecnologías

## Anexo B. Planos de alcances de las tecnologías

El sensor de movimiento tiene un alcance de 40m al aire libre pero debido a las obstrucciones presentes en la vivienda se tiene el siguiente mapa de alcance:



Figura 7.1. Rangos de alcance sensor de movimiento

En cuanto a la cámara Philips está tiene un alcance de 180° y en línea recta hasta unos 80 metros, el mapa de alcance se puede observar a continuación:



Figura 7.2. Rangos de alcance cámara Philips

El sensor de temperatura y humedad cuenta con un alcance en espacio abierto 40mt, y al interior de vivienda 15-18 metros, cumpliendo con los alcances requeridos, según la disposición de la vivienda como se observa a continuación:



Figura 7.3. Alcance sensor de temperatura y humedad

El detector de monóxido de carbono se dispuso en la vivienda se usa en las zonas más propensas a la acumulación de dióxido de carbono y material particulado el alcance del dispositivo en espacio abierto es de 40m, interior de vivienda 15-18 metros. Su distribución y alcance se observa a continuación:



Figura 7.4. Alcance detector de monóxido de carbono

## Anexo C. Flujos de caja

Tabla 7.1. Flujo de caja libre opción 1 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
INGRESOS		\$12.600.988	\$11.774.650	\$15.975.222	\$14.918.401	\$20.266.166	\$18.915.276	\$25.724.251	\$23.998.239	\$32.668.468
EGRESOS	\$27.854.777	\$5.272.054	\$5.272.054	\$7.380.428	\$5.272.054	\$5.272.054	\$2.108.374	\$0	\$0	\$0
FLUJO DE CAJA LIBRE	<b>-\$27.854.777</b>	<b>\$7.328.934</b>	<b>\$6.502.597</b>	<b>\$8.594.794</b>	<b>\$9.646.347</b>	<b>\$14.994.112</b>	<b>\$16.806.902</b>	<b>\$25.724.251</b>	<b>\$23.998.239</b>	<b>\$32.668.468</b>

Tabla 7.2. Indicadores financieros del flujo de caja libre opción 1 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero

<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	13,61%
<b>VPN</b>	\$40.547.381
<b>RENTABILIDAD</b>	25,54%
<b>TIR E.A</b>	36,29%
<b>VALOR ACUMULADO TEORICO</b>	\$118.409.866

Tabla 7.3. Flujo de caja libre opción 1 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
INGRESOS		\$12.600.988	\$11.774.650	\$15.975.222	\$14.918.401	\$20.266.166	\$18.915.276	\$25.724.251	\$23.998.239	\$32.668.468
EGRESOS	\$33.688.830	\$5.272.054	\$5.272.054	\$7.908.080	\$5.272.054	\$5.272.054	\$2.636.027	\$0	\$0	\$0
FLUJO DE CAJA LIBRE	<b>-\$33.688.830</b>	<b>\$7.328.934</b>	<b>\$6.502.597</b>	<b>\$8.067.142</b>	<b>\$9.646.347</b>	<b>\$14.994.112</b>	<b>\$16.279.249</b>	<b>\$25.724.251</b>	<b>\$23.998.239</b>	<b>\$32.668.468</b>

Tabla 7.4. Indicadores financieros del flujo de caja libre opción 1 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero

<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	13,61%
<b>VPN</b>	\$ 34.108.202
<b>RENTABILIDAD</b>	22,79%
<b>TIR E.A</b>	30,31%
<b>VALOR ACUMULADO TEORICO</b>	\$111.520.510

Tabla 7.5. Flujo de caja libre escenario 2 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
INGRESOS		\$12.600.987	\$11.774.650	\$15.975.222	\$14.918.400	\$20.266.165	\$18.915.276	\$25.724.250	\$23.998.238	\$32.668.467
EGRESOS	\$31.541.632	\$4.216.749	\$4.216.749	\$6.325.123	\$4.216.749	\$4.216.749	\$2.108.374	\$0,0	\$0,0	\$0,0
FLUJO DE CAJA LIBRE	<b>-\$31.541.632</b>	<b>\$8.384.238</b>	<b>\$7.557.901</b>	<b>\$9.650.098</b>	<b>\$10.701.651</b>	<b>\$16.049.416</b>	<b>\$16.806.901</b>	<b>\$25.724.250</b>	<b>\$23.998.238</b>	<b>\$32.668.467</b>

Tabla 7.6. Indicadores financieros del flujo de caja libre opción 2 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero

<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	13,61%
<b>VPN</b>	\$72.058.969
<b>RENTABILIDAD</b>	24,54%
<b>TIR ANU E.A.</b>	34,83%
<b>VALOR ACUMULADO TEORICO</b>	\$119.999.534

Tabla 7.7. Flujo de caja libre opción 2 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
INGRESOS		\$12.600.988	\$11.774.650	\$15.975.222	\$14.918.401	\$20.266.166	\$18.915.276	\$25.724.251	\$23.998.239	\$32.668.468
EGRESOS	\$38.923.254	\$5.272.054	\$5.272.054	\$7.908.080	\$5.272.054	\$5.272.054	\$2.636.027	\$0	\$0	\$0
FLUJO DE CAJA LIBRE	<b>-\$38.923.254</b>	<b>\$7.328.934</b>	<b>\$6.502.597</b>	<b>\$8.067.142</b>	<b>\$9.646.347</b>	<b>\$14.994.112</b>	<b>\$16.279.249</b>	<b>\$25.724.251</b>	<b>\$23.998.239</b>	<b>\$32.668.468</b>

Tabla 7.8. Indicadores financieros del flujo de caja libre opción 2 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero

<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	13,61%
<b>VPN</b>	\$28.873.779
<b>RENTABILIDAD</b>	20,84%
<b>TIR E.A.</b>	26,40%
<b>VALOR ACUMULADO TEORICO</b>	\$106.286.086

Tabla 7.9. Flujo de caja del inversionista opción 1 técnica con escenario 1 financiero

	<b>Totales</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Aportes socios</b>	\$ 8.356.433	\$ 8.356.433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Desembolso crédito</b>	\$ 9.498.344	\$ 19.498.344	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Amortización Crédito (5 años)</b>	<b>-\$ 27.045.151</b>		<b>-\$ 5.409.030</b>	<b>-\$5.409.030</b>	<b>-\$5.409.030</b>	<b>-\$5.409.030</b>	<b>-\$5.409.030</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Abonos a crédito</b>	\$ 0		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total intereses causados</b>	\$ 7.546.808		\$ 2.339.801	\$ 1.971.493	\$ 1.558.989	\$ 1.096.984	\$ 579.538	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Abono a capital</b>	\$ 19.498.344		\$ 3.069.229	\$ 3.437.536	\$ 3.850.041	\$ 4.312.045	\$ 4.829.491	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Saldo de la deuda</b>	\$ 43.391.722		\$ 16.429.115	\$ 12.991.578	\$ 9.141.537	\$ 4.829.491	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
							\$ -				
		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Flujo de caja del inversionista</b>		<b>-\$ 8.356.433</b>	\$ 1.919.904	\$ 1.093.566	\$ 3.185.764	\$ 4.237.317	\$ 9.585.082	\$ 16.806.902	\$ 25.724.251	\$ 23.998.239	\$ 32.668.468

Tabla 7.10. Indicadores financieros del flujo de caja del inversionista para escenario 1 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero

<b>VALOR ACUMULADO TEORICO</b>	\$110.863.058
<b>TIR E.A.</b>	54,09%
<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	13,61%
<b>VPN</b>	\$41.302.505
<b>RENTABILIDAD</b>	38,49%

Tabla 7.11. Flujo de caja del inversionista opción 1 técnica con escenario 2 financiero

	<b>Totales</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Aportes socios</b>	\$ 10.106.648	\$ 10.106.648	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Desembolso crédito</b>	\$ 23.582.181	\$ 23.582.180	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Amortización crédito (5 años)</b>	<b>-\$ 33.999.471</b>		<b>-\$ 6.799.894</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -				
<b>Abonos a crédito</b>	\$ -		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total intereses causados</b>	\$ 10.417.290		\$3.202.460	\$ 2.713.928	\$2.159.054	\$ 1.528.828	\$ 813.017,80	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Abono a capital</b>	\$ 23.582.181		\$ 3.597.433	\$ 4.085.965,48	\$4.640.839	\$ 5.271.065	\$ 5.986.876,32	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Saldo de la deuda</b>	\$ 53.128.347		\$ 9.984.747	\$ 15.898.781,53	\$ 11.257.941	\$ 5.986.876	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA</b>		<b>-\$ 10.106.649</b>	\$ 529.040	<b>-\$ 297.298</b>	\$ 1.267.248	\$ 2.846.453	\$ 8.194.218	\$ 16.279.249	\$ 25.724.251	\$ 23.998.239	\$ 32.668.468

Tabla 7.12. Indicadores financieros del flujo de caja del inversionista para escenario 1 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero

<b>VALOR ACUMULADO TEORICO</b>	\$101.103.220
<b>TIR E.A.</b>	41,38%
<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	13,61%
<b>VPN</b>	\$34.127.581
<b>RENTABILIDAD</b>	33,61%

Tabla 7.13. Flujo de caja del inversionista opción 2 técnica con escenario 1 financiero

	<b>Totales</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Aportes socios</b>	\$ 9.462.489,	\$ 9.462.489	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Desembolso crédito</b>	\$ 22.079.143	\$ 22.079.142	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Amortización Crédito (5 años)</b>	<b>-\$ 30.624.845</b>		<b>-\$ 6.124.969</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -				
<b>Abonos a crédito</b>	\$ -		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total intereses causados</b>	\$ 8.545.703		\$ 2.649.497	\$ 2.232.440	\$ 1.765.337	\$ 1.242.181	\$ 656.246	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Abono a capital</b>	\$ 22.079.143		\$ 3.475.471	\$ 3.892.528	\$ 4.359.631	\$ 4.882.787	\$ 5.468.722	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Saldo de la deuda</b>	\$ 49.135.045		\$ 18.603.670	\$ 14.711.142	\$ 10.351.510	\$ 5.468.722	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Flujo de caja del inversionista</b>		<b>-\$ 9.462.490</b>	\$ 2.259.270	\$ 1.432.932	\$ 3.525.130	\$ 4.576.683	\$ 9.924.448	\$ 16.806.902	\$ 25.724.251	\$ 23.998.239	\$ 32.668.468

Tabla 7.14. Indicadores financieros del flujo de caja del inversionista para escenario 2 análisis técnico con escenario 1 análisis financiero

<b>VALOR ACUMULADO TEORICO</b>	\$111.453.832
<b>TIR E.A</b>	52,20%
<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	13,61%
<b>VPN</b>	\$41.372.410
<b>RENTABILIDAD</b>	36,95%

Tabla 7.15. Flujo de caja del inversionista opción 2 técnica con escenario 2 financiero

	<b>Totales</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Aportes socios (equity)</b>	\$ 11.676.976	\$ 11.676.976	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Desembolso crédito</b>	\$ 27.246.277	\$ 27.246.277	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Amortización Crédito (5 años)</b>	<b>-\$ 37.791.913</b>		<b>-\$ 7.558.383</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -				
<b>Abonos a crédito</b>	\$ -		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total intereses causados</b>	\$ 10.545.635		\$ 3.269.553	\$ 2.754.894	\$ 2.178.475	\$ 1.532.886	\$ 809.827	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Abono a capital</b>	\$ 27.246.277		\$ 4.288.829	\$ 4.803.489	\$ 5.379.907	\$ 6.025.496	\$ 6.748.556	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Saldo de la deuda</b>	\$ 60.634.016		\$ 22.957.448	\$ 18.153.959	\$ 12.774.052	\$ 6.748.556	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Flujo de caja del inversionista</b>		<b>-\$ 11.676.976</b>	<b>-\$ 229.448</b>	<b>-\$ 1.055.786</b>	\$ 508.760	\$ 2.087.965	\$ 7.435.730	\$ 16.279.249	\$ 25.724.251	\$ 23.998.239	\$ 32.668.468

Tabla 7.16. Indicadores financieros del flujo de caja del inversionista para escenario 2 análisis técnico con escenario 2 análisis financiero

<b>VALOR ACUMULADO TEORICO</b>	\$95.740.450
<b>TIR ANUAL E.A</b>	35,44%
<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	13,61%
<b>VPN</b>	\$29.928.962
<b>RENTABILIDAD</b>	29,98%