



Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

MÁSTER EN INGENIERÍA DE LA EDIFICACIÓN

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

DISEÑO DE SISTEMAS ACTIVOS PARA VIVIENDAS DE CARÁCTER SOCIAL EN EL
TRÓPICO CARIBEÑO

Estudiante: Matos Díaz, Albert Enrique

Directora: Lacasta Palacio, Ana María

Co-Director: Bordonau Farrerons, Josep

Convocatoria: Abril 2016

Resumen

El trabajo descrito a continuación consiste en diseñar e implementar soluciones domóticas destinadas a adaptar viviendas de carácter social para personas con discapacidad. El reto ha consistido en crear un sistema modular y transportable, que utilizando tecnologías de comunicación inalámbricas Z-wave y una central controladora basada en CastleOS, se adecuara viviendas sociales de producción en masa, a las necesidades de específicas de personas con discapacidad. La propuesta domótica se diseña para ser implementada en el proyecto habitacional Nuevo Asentamiento La Barquita en República Dominicana.

La descripción de la solución incluye especificaciones de funcionamiento de módulos de asistencia domótica para distintos tipos de discapacidad al igual que una estimación de los costos de instalación.

Abstract

The work described below is to design and implement automation solutions for adapting social housing for people with disabilities. The challenge has been to create a modular and transportable system, using Z-wave technology and a controlling wireless communication station based on CastleOS, to adapt mass production social housing to the specific needs of people with disabilities. Home automation proposal is designed to be implemented in the new settlement housing project La Barquita in the Dominican Republic.

The description of the solution includes modules operating specifications for home automation assistance in various types of disability and an estimate of installation costs.

Índice

Índice	4
Introducción	9
Objetivos del TFM	11
Objetivo general.....	11
Objetivos secundarios	11
Capítulo 2: Fundamentos de Domótica	12
2.1 Domótica	12
2.2 Aplicaciones principales:	12
2.2.1 Programación y ahorro energético.....	12
2.2.2 Confort	12
2.2.3 Seguridad	13
2.2.4 Comunicaciones	13
2.2.5 Accesibilidad	13
2.3 Arquitectura de los sistemas domóticos	13
2.3.1 Arquitectura centralizada.....	14
2.3.2 Arquitectura descentralizada.....	14
2.3.3 Arquitectura distribuida.....	14
2.3.4 Arquitectura híbrida/mixta.....	14
2.4 Elementos de instalación domótica.....	15
2.4.1 Controlador domótico o Central de gestión	15
2.4.2 Sensores	15
2.4.3 Actuadores.....	15
2.4.4 Soporte de comunicación	15
2.5 Protocolos de comunicación.....	16
2.5.1 In Bus.....	16
2.5.2 X10.....	16
2.5.3 KNX / EIB	16

2.5.4	ZigBee	16
2.5.5	Universal Plug and Play (UPnP)	17
2.5.6	LonWorks	17
2.5.7	Modbus.....	17
2.5.8	INSTEON.....	18
2.5.9	Z-Wave.....	18
Capítulo 3: Consideraciones para aplicaciones domóticas en viviendas sociales adaptadas para discapacitados en República Dominicana		19
3.1	Caracterización climática y fenómenos naturales	19
3.2	Vivienda social	22
3.3	Discapacidad en República Dominicana.....	25
3.3.1	Indicadores estadísticos	25
3.3.2	Legislación sobre discapacidad en República Dominicana.....	28
3.4	Sistemas de equipamiento tecnológicos para discapacitados y envejecientes.....	29
3.4.1	Accesos	30
3.4.1.1	Puertas de entrada	30
3.4.1.2	Escaleras y cambios de nivel	31
3.4.1.3	Ascensor	32
3.4.2	Infraestructuras Domiciliarias.....	32
3.4.2.1	Sistemas de seguridad, alarmas técnicas y telefonía.....	32
3.4.2.2	Controles centralizados y domótica	33
3.4.2.3	Grúas para discapacitados	33
Capítulo 4: Estudio de caso: Proyecto habitacional Nuevo Asentamiento La Barquita ..		35
4.1	Descripción del problema.....	35
4.2	Descripción del proyecto	37
4.5	Tipología arquitectónica de apartamentos adaptados para discapacitados	39
Capítulo 5: Propuesta de sistema domótico de viviendas adaptadas para discapacitados.....		40
5.1	Sistema de asistencia domótica modular transportable	40

5.2	Módulo Base	41
5.3	Módulo de detección de incendios	44
	Motor Z-Wave para llave de agua/gas ¼ de giro GR-105.....	45
5.4	Módulo de asistencia para discapacidad auditiva.....	47
5.5	Módulo de asistencia a la movilidad	49
	Pista de rieles para elevación portable fijado a presión.....	50
5.6	Módulo de Teleasistencia telefónica y botón de pánico	52
	Conclusiones.....	53
	Anexo 1: Justificación del sistema domótico propuesto	60
	Criterios de selección de sistema domótico	60
	Justificación de selección del sistema domótico.....	61
	Anexo 2: Dispositivos domóticos seleccionados	70
	Criterios de selección de dispositivos domóticos	70
	Controlador domótico CastleHUB	71
	Aeotec bulbo LED RGB ZW098	72
	Sensor de humo y CO Nest Protect.....	73
	Motor Z-Wave para llave de agua/gas ¼ de giro GR-105.....	74
	Aeotec adaptador PC USB a Z-Wave Z-Stick ZW090	74
	iLuv alarma vibradora inalámbrica SmartShaker 2.....	75
	P-300 elevador de techo portable.....	75
	Pista de rieles para elevación portable	76
	Arnés de elevación tipo U	76
	Konig SAS-AED10 marcador telefónico con botón de pánico	77

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Valores climáticos promedio de República Dominicana.....	19
Ilustración 2: Valores promedio de incidencia de vientos en República Dominicana	20
Ilustración 3: Mapa de precipitación media multianual	20
Ilustración 4: Incidencia mensual de tormentas y huracanes tropicales para un período de 100 años en República Dominicana	21
Ilustración 5: Incidencia de sismos por décadas en República Dominicana del 1500-2010. Elaboración propia	22
Ilustración 6: Incremento del déficit habitacional en República Dominicana. 2002-2017. Elaboración propia	24
Ilustración 7: Estimación de déficit de vivienda social adaptada para personas con discapacidad en República Dominicana, ENHOGAR-2013. Elaboración propia.....	25
Ilustración 8: Composición de discapacitados según zona de residencia, ENHOGAR-2013. Elaboración propia	26
Ilustración 9: Composición de discapacitados según rango de edad, ENHOGAR-2013. Elaboración propia	26
Ilustración 10: Composición de discapacitados según rango de edad, ENHOGAR-2013. Elaboración propia	27
Ilustración 11: Porcentaje de personas con discapacidad por tipo de discapacidad y edad. Fuente: ENHOGAR-2013.....	27
Ilustración 12: Área de alcance en sillas de ruedas.....	31
Ilustración 13: Plataforma salvaescaleras inclinada y Elevador vertical para discapacitados.....	31
Ilustración 14: Grúa cambia pañales.....	34
Ilustración 15: Grúa fija.....	34
Ilustración 16: Grúa de techo	34
Ilustración 17: Localización proyecto habitacional Nuevo Asentamiento La Barquita. Sector San Lorenzo de los Mina, Municipio Santo Domingo Este.	35
Ilustración 18: Zona de riesgo por inundaciones, La Barquita, Santo Domingo. Fuente INCOCERCA	36
Ilustración 19: Identificación de viviendas en riesgo. La Barquita, Santo Domingo. Fuente: INCOCERCA.....	36

Ilustración 20: Etapa de construcción Nuevo Asentamiento La Barquita, Santo Domingo. Fuente: Acento Diario	37
Ilustración 21: Nueva ubicación Asentamiento La Barquita, Santo Domingo: Fuente: Unidad ejecutora proyecto La Barquita.....	37
Ilustración 22: Tipología constructiva edificaciones residenciales Nuevo Asentamiento La Barquita, Santo Domingo. Fuente: INCOCERCA.....	38
Ilustración 23: Tipología Arquitectónica de apartamentos adaptados para discapacitados, Nuevo Asentamiento La Barquita, Santo Domingo. Fuente: INCOCERCA	39
Ilustración 24: Esquema de ubicación de controlador domótico. Elaboración propia ...	43
Ilustración 26: Esquema de ubicación de Módulo de detección de incendios. Elaboración propia	46
Ilustración 25: Esquema de ubicación de módulo de asistencia para discapacidad auditiva. Elaboración propia.....	48
Ilustración 27: Esquema de ubicación Módulo de asistencia a la movilidad	51
Ilustración 28: CastleHUB	60

Índice de tablas

Tabla 1: Tabla de funciones del Módulo Base. Elaboración propia	42
Tabla 2: Presupuesto base de Módulo base de asistencia domótica	43
Tabla 3: Tabla de funciones de Módulo de detección de incendios. Elaboración propia	45
Tabla 4: Presupuesto Base de módulo de detección de incendios	46
Tabla 5: Tabla de funciones de Módulo de asistencia para discapacidad auditiva. Elaboración propia	47
Tabla 6: Presupuesto base de Módulo de asistencia para discapacidad auditiva	49
Tabla 7: Tabla de funciones Módulo de asistencia a la movilidad. Elaboración propia .	50
Tabla 8: Presupuesto base de Módulo de asistencia a la movilidad.....	51
Tabla 9: Tabla de funciones de Módulo de teleasistencia Telefónica. Elaboración propia	52
Tabla 10: Presupuesto base de Módulo de teleasistencia telefónica. Elaboración propia.	52

Introducción

El empobrecimiento de la vida urbana y el déficit habitacional son algunos de los desafíos más manifiestos que enfrentan la región de América Latina y el Caribe. En conjunto, esta zona geográfica tiene una de las tasas de urbanización más altas del mundo. Con una proyección de aumento en 609 millones de personas para el 2020, la población urbana de esta región superará la de los países desarrollados. Se estima que apenas el 60% de las familias de esta región posee viviendas adecuadas.

Los proyectos urbanísticos de soluciones habitacionales de viviendas de carácter social encabezan el esquema de políticas orientadas a la mitigación de este problema general en la región. Este tipo de acercamiento a la problemática habitacional pretende dotar a las familias con necesidad de una vivienda digna y adecuada que cumpla con los requisitos mínimos de habitabilidad, calidad y servicios urbanos.

Sin embargo, este tipo de soluciones habitacionales replicadas en grandes cantidades no pueden cumplir con las necesidades de todas las familias en carencia. Un segmento de la sociedad, las personas con discapacidad, se ven marginados ante esta situación por poseer limitaciones que requieren de viviendas adaptadas a su condición.

Con la implementación de sistema activos y tecnologías aplicadas en la adaptación de viviendas para persona con discapacidad se pueden servir niveles de prestaciones habitacionales de carácter personalizado sobre un esquema de viviendas de producción en masa.

Es así que se toma como caso de estudio para el diseño de sistemas activos para viviendas de carácter social en el trópico caribeño, el proyecto habitacional Nuevo Asentamiento La Barquita en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana el cual pretende alojar a más de 2,000 familias de bajos recursos.

De esta manera, en el capítulo uno se presenta la introducción y se describen los objetivos generales y secundarios del trabajo.

En el segundo capítulo se abordan los fundamentos de los sistemas tecnológicos de automatización de viviendas y domótica que serán de utilidad para la comprensión de las propuestas tecnológicas a proponer.

Para el tercer capítulo se parte de las características climáticas y sociales a las que está expuesto un proyecto de adaptación de viviendas para personas con discapacidad en la Republica Dominicana para establecer las consideraciones previas para esclarecer los criterios de diseño que llevaran a concebir la propuesta.

El cuarto capítulo describe el proyecto que se ha tomado como caso de estudio y el tipo de edificación sobre el cual se pretende propone el sistema de adaptación tecnológico.

En el quinto capítulo se desarrolla la propuesta del sistema domótico de asistencia tecnológica para personas con discapacidad, luego de haber analizado todas las soluciones existentes que puedan ser aplicadas a las condiciones únicas de este proyecto. Se utiliza como lineamiento base el trabajo de final de carrera de la Escuela Politécnica Superior de Castelldefels titulado *“Diseño y desarrollo parcial de un sistema domótico para facilitar la movilidad de minusválidos”* buscando diseñar una propuesta que supere las dificultades presentadas en dicho trabajo. Posteriormente se describe la solución que proponemos y se estima el costo de instalación de la propuesta.

Terminado esto, se procede a exponer las conclusiones y por último se disponen capítulos de anexos en los cuales se expone la justificación de la plataforma de la propuesta tecnológica y se describen las características técnicas de los dispositivos empleados.

Objetivos del TFM

Objetivo general

- Desarrollar un sistema domótico de asistencia tecnológica para la adaptación de viviendas de carácter social para discapacitados.

Objetivos secundarios

- Definir el comportamiento óptimo de los sistemas de automatización de la vivienda ante situaciones de emergencia.
- Mejorar la seguridad de la edificación localizada en un clima tropical.
- Diseñar un sistema domótico capaz de cumplir las especificaciones manteniendo un carácter práctico para el usuario.

Capítulo 2: Fundamentos de Domótica

2.1 Domótica

Se conoce como domótica al acumulado de sistemas que tienen como finalidad automatizar una vivienda, mediante la aportación electrónica de servicios de gestión energética, confort, seguridad y comunicación a través de medios de transferencia cableados o inalámbricos. Podemos encontrar otras expresiones que hacen referencia al concepto de vivienda domótica, como son la gestión técnica de la vivienda (GTV) también denominada gestión técnica doméstica (GTD)[4].

2.2 Aplicaciones principales:

2.2.1 Programación y ahorro energético

- Programación y zonificación para el uso de la climatización y calderas
- Control de dispositivos mecánicos como toldos y persianas.
- Monitoreo y gestión eléctrica
- Gestión de uso de energías renovables

2.2.2 Confort

- Control y programación de iluminación
- Automatización de las instalaciones de acuerdo a las preferencias del usuario
- Acceso remoto vía internet
- Gestión multimedia y de ocio electrónico

2.2.3 Seguridad

- Detección de intrusión
- Cierre de puertas y ventanas automatizado
- Simulación de presencia
- Detección de incendios, fugas de gas, fugas de agua, e inundación
- Monitoreo de concentración de monóxido de carbono
- Alerta médica
- Gestión de cámaras de seguridad

2.2.4 Comunicaciones

- Teleasistencia
- Telemantenimiento
- Informe de consumo y costes
- Transmisión de alarmas
- Intercomunicaciones

2.2.5 Accesibilidad

- Emisión de señales visuales y de vibración para personas con discapacidad auditiva y visuales
- Interfaces inalámbricos que permiten controlar aparatos con simples movimientos de cabeza
- Dispositivos de comunicación a través del iris
- Rampas y elevadores mecanizados

2.3 Arquitectura de los sistemas domóticos

El concepto de arquitectura de los sistemas domóticos hacer referencia a la manera en que se organizan sus componentes. Las formas de distribución principales son las siguientes:

2.3.1 Arquitectura centralizada

Este sistema utiliza al controlador domótico como eje central del sistema. Los sensores envían a información directamente a la centra controladora donde es procesada para luego, según la programación, enviar instrucciones de ejecución de acciones a los actuadores. Estas características brindan gran versatilidad y flexibilidad de programación. Los dispositivos utilizados en este tipo de instalaciones son de tipo universal, de sencilla operatividad e instalación y bajo costes[5]. Pueden requerir un notable cableado, lo que dificulta su capacidad de ampliación.

2.3.2 Arquitectura descentralizada

En este tipo de arquitectura, existen más de un controlador y todos ellos interconectados mediante un sistema de bus que envía información entre ellos y cada uno actúa como un sistema centralizado en el cual cada controlador envía información a los actuadores e interfaces de acuerdo a lo registrado por los sensores o usuarios para el desarrollo de una actividad[6].

2.3.3 Arquitectura distribuida

Este tipo de arquitectura utiliza un “carretera de transmisión de datos” o Bus central al cual están conectados todos los dispositivos. En este sistema los dispositivos tienen cierta autonomía con la cual pueden también realizar funciones de controladores y analizar la información[7]. Esta configuración permite obtener una alta tolerancia a fallos, ya que si un dispositivo o segmento del medio de transmisión se descompone puede ser reemplazado dentro la de la red. Estas instalaciones permiten un amplio rediseño, sin embargo pueden requerir bastante programación.

2.3.4 Arquitectura híbrida/mixta

Se caracterizan por ser una combinación de las arquitecturas centralizadas, descentralizadas y distribuidas. Disponen de varios dispositivos capaces de recibir y procesar la información de múltiples sensores y transmitirlos mediante Bus al resto de los dispositivos sin necesidad de pasar con un controlador central[8].

2.4 Elementos de instalación domótica

2.4.1 Controlador domótico o Central de gestión

El controlador domótico es el elemento de procesamiento de información central de la instalación domótica. Los controladores reciben la información recogida de los distintos sensores distribuidos por la vivienda, y envía órdenes a los actuadores conforme a una lógica incorporada al mismo[9].

2.4.2 Sensores

Los sensores son dispositivos capaces de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación y transformarlas en variables eléctricas digitales o analógicas[10]. Las variables a monitorear dentro de la vivienda pueden ser: temperatura, humedad, intensidad lumínica, movimiento, corriente eléctrica, voltaje, vibración, concentración de monóxido de carbono, etc.

2.4.3 Actuadores

Los actuadores son dispositivos capaces de transformar señal o comando en la activación de una acción eléctrica, electrónica, mecánica, hidráulica o neumática con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado mediante la activación de un elemento final de control[11].

2.4.4 Soporte de comunicación

Todos los sistemas domóticos requieren de un medio de transmisión de datos para el intercambio de información entre los diferentes elementos de control. Esta transferencia de datos se puede obtener mediante un soporte físico cableado (par trenzado, red eléctrica, fibra óptica) o inalámbrico (radiofrecuencias, infrarrojo, señales ópticas).

2.5 Protocolos de comunicación

Se entiende por protocolos de comunicación el conjunto de reglas, normalizadas destinadas a permitir el flujo de información entre equipos, de forma que su representación señalización, autenticación y detección de errores esté claramente definida y controlada[12]. Los principales protocolos de comunicación utilizados son:

2.5.1 In Bus

In Bus es un protocolo de comunicación que permite la comunicación entre distintos módulos electrónicos, no solo con funciones para la domótica, sino de cualquier tipo[13].

2.5.2 X10

La tecnología X10 es basada en corrientes portadoras. Esta permite controlar diferentes dispositivos a través de la red eléctrica doméstica (120 o 220 V y 60 o 50 Hz) modulando pulsos una frecuencia distinta a la de la red en un voltaje reducido[14]. Este protocolo es conveniente para sistemas que no requieran de una gran transferencia de datos y se limiten al control de dispositivos. La cualidad de no requerir cableado adicional para su instalación lo hace muy atractivo para obras de reforma además de ser una de las más económicas en implementar[15].

2.5.3 KNX / EIB

KNX es el protocolo estándar internacional para la automatización de edificaciones (ISO/IEC 14543-3), estándar europeo (CENELEC EN 50090 y CEN EN 13321-1)[16][17]. KNX permite la utilización de varios medios de comunicación física: cableado de par trenzado, red eléctrica, radio frecuencias y Ethernet[18].

2.5.4 ZigBee

Es un conjunto de protocolos estándar de código abierto para conexiones inalámbricas de radiodifusión digital de bajo consumo. Está basada en el

estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (wireless personal area network, WPAN)[19]. Esta tecnología se centra en la comunicación entre dispositivos con una baja tasa de transmisión de datos con el fin de tener el menor consumo energético.

2.5.5 Universal Plug and Play (UPnP)

La tecnología UPnP es un conjunto de protocolos que permiten que los dispositivos compatibles de la red doméstica se detecten automáticamente y se conecten entre sin necesidad de ninguna configuración específica por parte del usuario independientemente del tipo de red, sistema operativo o lenguaje de programación utilizado[20].

2.5.6 LonWorks

Es una plataforma para la gestión técnica y el control de instalaciones. Presenta un control distribuido y centralizado que permite distribuir la inteligencia entre los sensores y actuadores mediante la integración de una gran variedad de componentes con total interoperabilidad[21]. Aplica fundamentalmente instalaciones inmóviles e industriales de gran envergadura[22]. El sistema, a pesar de ser una excelente solución inmóvil e industrial resulta costoso, difícil de mantener, ampliar y gestionar[23].

2.5.7 Modbus

Es un protocolo industrial abierto para permitir la comunicación entre dispositivos de automatización. Este protocolo se basa en la relación maestro-esclavo, en la cual la comunicación se produce en pares, un dispositivo debe iniciar la solicitud y luego esperar una respuesta; el dispositivo maestro es responsable de iniciar cada interacción[24]. El protocolo Modbus es el protocolo de comunicación más utilizado en entornos industriales, sistemas de telecontrol y monitorización[25].

2.5.8 INSTEON

Es un sistema robusto y redundante de doble malla que combina la radio frecuencias inalámbrica (RF) con la transmisión de datos por corrientes portadora mediante el cableado eléctrico existente en la vivienda[26]. El protocolo INSTEON es compatible con el sistema X10 de manera que pueden intercambiar módulos y dispositivos[27]. Cada módulo se convierte en un repetidor de cualquier señal que reciba aportando robustez al sistema[28].

2.5.9 Z-Wave

Es un protocolo de comunicación inalámbrica de tipo malla en la cual cada elemento se comporta como un nodo que puede ser capaz de enviar y recibir señales de control[29]. La tecnología bidireccional de red mallada hace provecho de los nodos intermedios para superar obstáculos y puntos muertos de radio que podrían encontrarse en la vivienda[30]. Por su bajo consumo energético y costo de fabricación, los módulos Z-wave se incrustan fácilmente en productos de electrónica de consumo, incluidos dispositivos a batería[31].

Existen muchas diferencias entre las redes cableadas y las redes inalámbricas. A pesar de que ambos sirven la misma función existen ventajas y desventajas de cada tipo de sistemas. Los sistemas cableados tienden a ser más robustos y seguros. Poseen redundancias que permiten una mayor fiabilidad. Esto a costas de mayores gastos en temas de cableado, instalación, ampliación y mantenimiento. Por otra parte las tecnologías inalámbricas tienden a ser más versátiles y temas de instalación y costos, sin embargo pueden tener interferencias y problemas de conectividad que para algunas aplicaciones no son tolerables. Existen alternativas como sistemas que combinan los dos tipos de redes.

Capítulo 3: Consideraciones para aplicaciones domóticas en viviendas sociales adaptadas para discapacitados en República Dominicana

3.1 Caracterización climática y fenómenos naturales

La República Dominicana forma parte de las islas de las Antillas Mayores y está comprendido por los dos tercios de la parte este de la Isla La Hispaniola. El país hace frontera al norte con el océano Atlántico; al este con el Canal de la Mona que la separa con Puerto Rico; al sur con el Mar Caribe; y al oeste con Haití. El país tiene una longitud máxima en dirección este a oeste de 380 km y en dirección norte a sur de 265 km. El área total es de 48, 442 km²[32].

Sus coordenadas geográficas son 17° 36' - 19° 58' latitud Norte y 68° 19' - 72° 01' longitud Oeste[33]. A pesar de tener variaciones topográficas que van desde 0-3,000 msnm el 87.6% del territorio presentan elevaciones por debajo de 1,000 msnm[34].

La República Dominicana presenta un clima semitropical con prevalencia de vientos que soplan desde el este. En las tierras bajas la temperatura media registrada es alrededor de 25° C durante todo el año. En los meses de verano el rango de temperatura se sitúa entre 26.7° C y 35° C en estas regiones. En las tierras altas las temperaturas son considerablemente más frescas.



Ilustración 1: Valores climáticos promedio de República Dominicana

En las Antillas los vientos inciden desde el Este durante todo el año, con tendencias a soplar del Nordeste en invierno y del Sudeste en verano[35].

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
(%)	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
	13	17	21	17	13	14	14	11	7	7	8	12	12
(kts)	8	8	9	9	8	8	8	8	7	7	8	8	8
(°C)	26	26	27	28	28	29	29	29	29	29	28	27	27

Ilustración 2: Valores promedio de incidencia de vientos en República Dominicana

La precipitación anual promedio es de 1.525 mm, pero en las regiones a montañosas del norte se reciben considerablemente mayor humedad. El país tiene tres temporadas lluviosas. La temporada frontal transcurre en los meses de noviembre-abril, la temporada convectiva transcurre en los meses de mayo-junio y la temporada ciclónica, la época más lluviosa, transcurre en los meses de julio-noviembre.

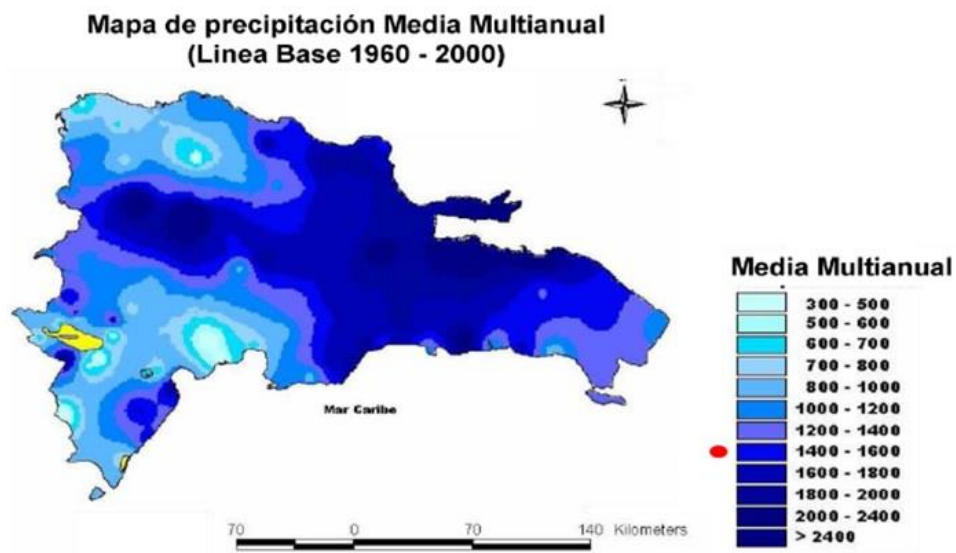


Ilustración 3: Mapa de precipitación media multianual

La humedad relativa media anual registrada oscila entre 72% y 84.3% para la región norte; entre 83.7% y 92.6% para la región sureste; y entre 30% y 90% para la región suroeste.[36]

El país es afectado por el sistema de huracanes del Atlántico. Se encuentra ubicado en la zona donde circulan el mayor número de huracanes llamado “El pasillo de los huracanes”[37]. Ciclones tropicales inciden en el país ocasionalmente; entre 1871-1998 un 21 huracanes han afectado la isla siendo los más intensos el huracán David (1979) y huracán George (1998) han causado grandes daños[32].

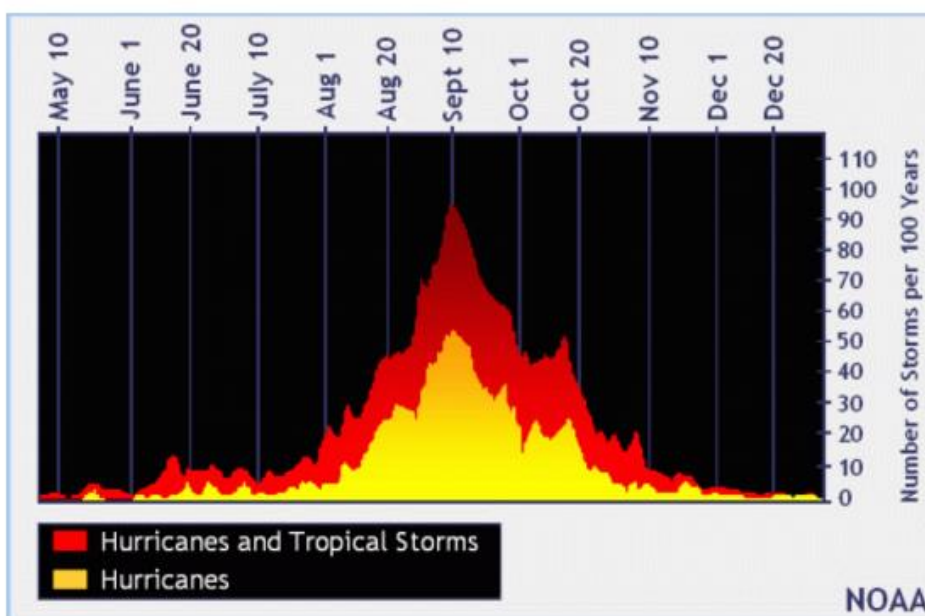


Ilustración 4: Incidencia mensual de tormentas y huracanes tropicales para un período de 100 años en República Dominicana

La República Dominicana ha sufrido alrededor de una decena de terremotos importantes (mayor de 7.0 en la escala de Richter) en la época comprendida entre 1910 y 2014[38]. Se estima que el período de ocurrencia de terremotos devastadores es de 50(±10) años. La actividad sísmica tiene mayor frecuencia en la zona norte de la isla, lugar donde las fallas convergen en mayor medida.

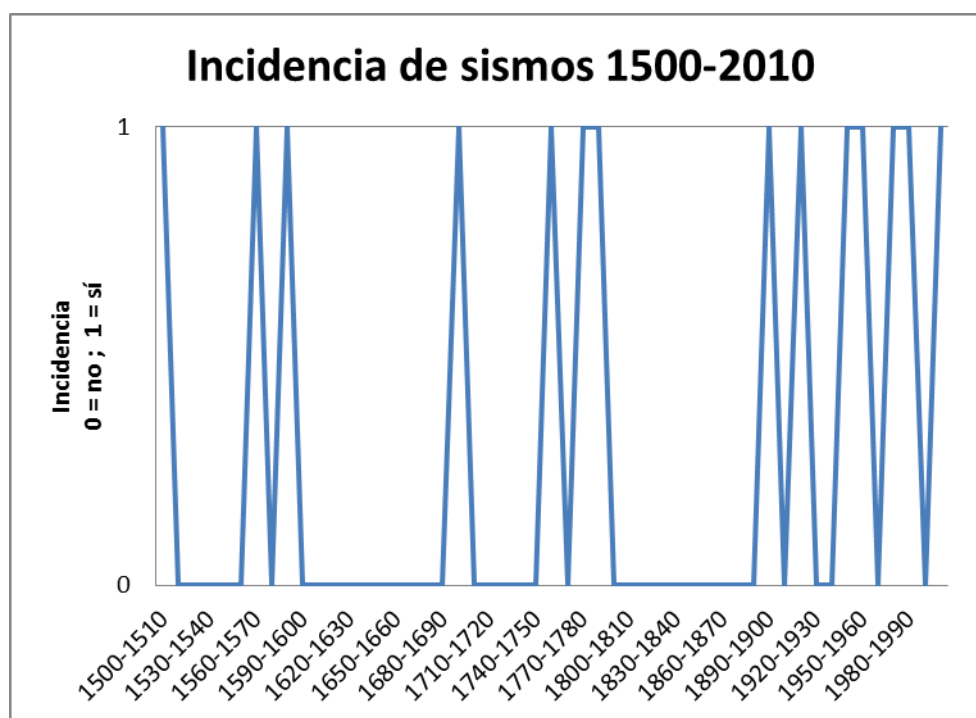


Ilustración 5: Incidencia de sismos por décadas en República Dominicana del 1500-2010. Elaboración propia

3.2 Vivienda social

La vivienda social representa una respuesta gubernamental para los problemas habitacionales de su comunidad mediante la cual a través de diferentes mecanismos se provee a familias de bajos ingresos de viviendas económicas en pos de mitigar los efectos del déficit habitacional[39].

Distintas soluciones como la cesión de subsidios[40], la regularización de los habitantes del espacio a conferir y la distinción con las viviendas protegidas, son aplicadas para abordar esta problemática; sin embargo estos espacios habitacionales no tiene por qué ser precarios ni exhibir escasas prestaciones[41].

Las instituciones encargadas por brindar soluciones a la problemática del déficit habitacional en República Dominicana son el Instituto Nacional de la Vivienda (INVI), el Instituto Nacional de Auxilios y Viviendas (INAVI), la Administración General de Bienes Nacionales y el Banco de Fomento a la Vivienda y la Producción. Estas organizaciones tienen la función de:

- Mejorar el acceso a la vivienda
- Mejorar la calidad del parque de viviendas
- Mejorar el alojamiento de personas mayores y de personas con diversidad funcional
- Prevenir la exclusión social residencial
- Garantizar una vivienda digna y adecuada para los hogares mal alojados
- Aumentar el suelo destinado para viviendas de carácter social
- Mejorar las condiciones del parque de vivienda construido
- Intervenir en las disfunciones del mercado inmobiliario

Otras instituciones, como la Oficina Nacional de Estadística (ONE) se responsabilizan de recolectar y publicar los resultados de los estudios relacionados a las condiciones de vida de la población en los Censos Nacionales. Estos estudios hacen distinción entre los parámetros de déficit habitacional cualitativo y déficit habitacional cuantitativo.

El déficit cuantitativo hace referencia al número estimado de la cantidad de viviendas adicionales necesarias para que cada familia tenga una vivienda apropiada. Es la relación igualitaria entre el número de hogares y el número de viviendas existentes.

El déficit habitacional cualitativo se refiere a las condiciones en que encuentran las viviendas. Se toma en cuenta si la edificación cumple por los requisitos normativos estipulados en los artículos 30-40 del decreto presidencial número 359-12 *“Reglamento para la acreditación de Proyectos de Vivienda de Bajo Costo”* y si se encuentra en un estado adecuado para ser habitable o requiere de sustitución o mejoras.

El Instituto Nacional de la Vivienda (INVI) en su publicación del Programa Estratégico para el Sector Vivienda Período 2004-2008, expone los datos recolectados en la VIII Censo Nacional del 2002 en el cual se reporta un déficit habitacional general que asciende a 719,990 viviendas. El déficit cualitativo refleja 369,132 viviendas que requieren ser remplazadas por problemas estructurales importantes y el déficit cuantitativo asciende a 350,858 de familias que comparten una vivienda con otra familia.

Par el año 2010, de acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo publicado por la Oficina de Desarrollo Humano, se estima el déficit habitacional general en 1,096,000 viviendas. 447,00 calificadas como déficit cuantitativo y 649,000 que requerían mejoras o ser reemplazadas en completamente. Cada año incrementa el déficit habitacional general en 20,000 viviendas, de las cuales 5,000 demanda de nuevas viviendas y 15,000 necesita de mejoras[42].



Ilustración 6: Incremento del déficit habitacional en República Dominicana. 2002-2017. Elaboración propia

Entendemos que desde el punto de vista de la equidad social existen ciudadanos con condiciones especiales cuyas necesidades habitacionales superan las de la media. Ignorar esta realidad se traduce en marginar un sector de la sociedad privada de oportunidades. 7.0% de la población de la República Dominicana tiene algún tipo de discapacidad que se traduce en 708,597 personas[43].

La sociedad tiene la responsabilidad de habilitar espacios que suplan los requisitos de las personas que requieran de atenciones especiales. Este tipo de vivienda especial, diseñada para suplir necesidades específicas para personas que requieran de la asistencia del estado, también puede llamarse vivienda social.

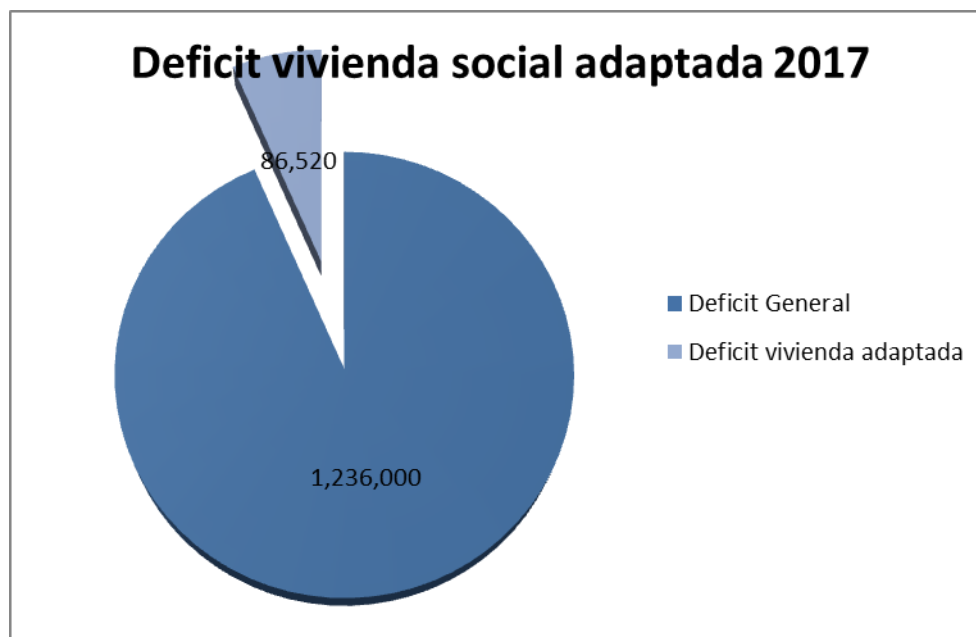


Ilustración 7: Estimación de déficit de vivienda social adaptada para personas con discapacidad en República Dominicana, ENHOGAR-2013. Elaboración propia

3.3 Discapacidad en República Dominicana

3.3.1 Indicadores estadísticos

A fin de obtener información de base para la implementación de estrategias para mejorar la calidad de vida de la población con discapacidad la República Dominicana se acogió a las recomendación de la Organización de las Naciones Unidas para definir instrumentos específicos para implementar estrategias que den a conocer la dimensión de la discapacidad en el país y sus principales características.

Se tomaron como referencia las definiciones establecidas por la Organización Mundial de la Salud para definir la discapacidad como la “restricción o ausencia (debida a una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad dentro del margen de lo que se considera normal para el ser humano”[44].

Según la Encuesta Nacional de Hogares de Propósitos Múltiples, ENHOGAR-2013, en la República Dominicana la prevalencia de las personas con alguna discapacidad alcanza al 7.0% que en cifras absolutas representa alrededor de 708,597 personas de una población estimada de 10,177,007 de individuos[45].

Según la forma como están distribuidas las personas con discapacidad, enunciaremos los datos de mayor importancia para nuestra propuesta de la siguiente manera:

Según la zona de residencia, se refleja que en la zona urbana y la ciudad de Santo Domingo residen la mayor parte de la población con algún tipo de discapacidad, 74.0% y 32.5%, respectivamente.

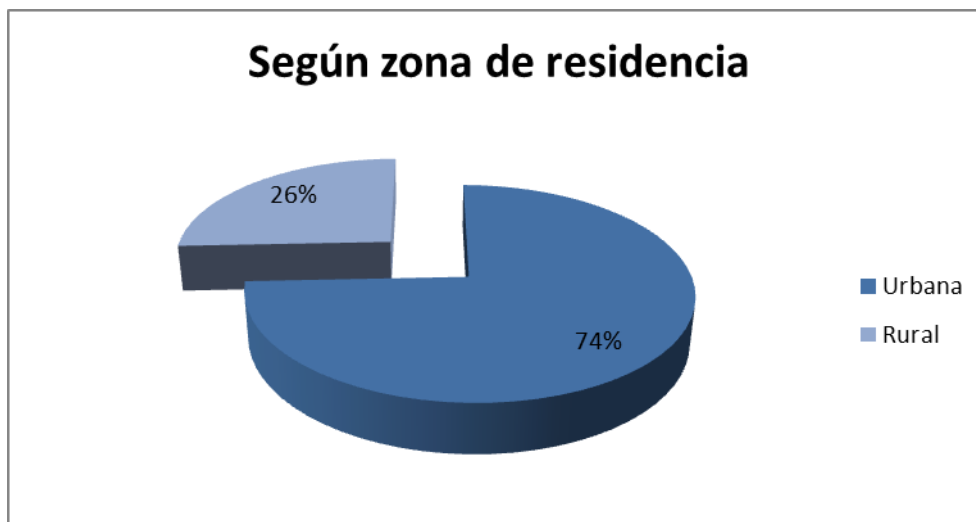


Ilustración 8: Composición de discapacitados según zona de residencia, ENHOGAR-2013. Elaboración propia

Según el rango de edad, el mayor número de personas con discapacidad pertenecen al grupo de edad de 60-69 años (14.9%), seguidos del grupo de edad de 50-59 años y de 70-79 años (14.8%).

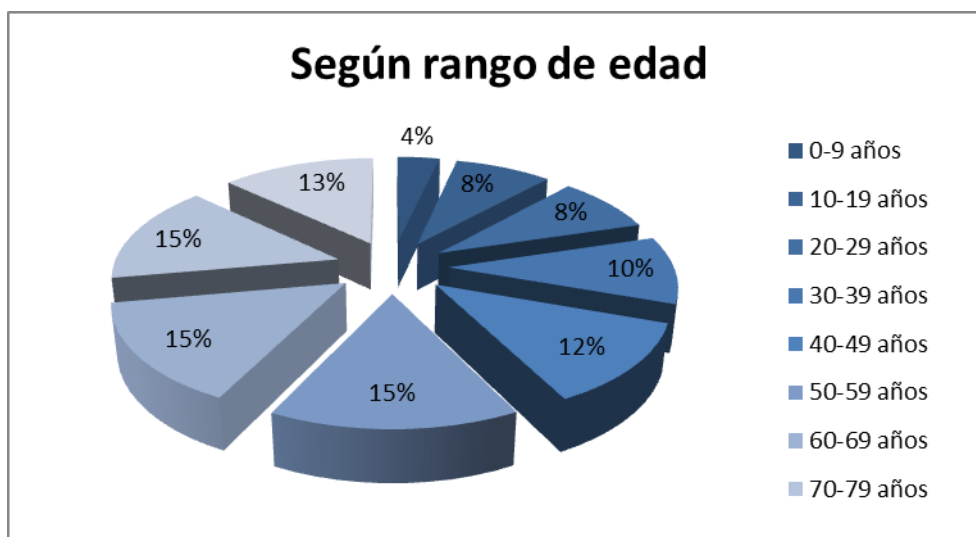


Ilustración 9: Composición de discapacitados según rango de edad, ENHOGAR-2013. Elaboración propia

Según el tipo de discapacidad, encabeza la clasificación la de tipo motriz (32.3%), seguida de discapacidad permanente para levantarse (23.4%), intelectual (21.2%),

discapacidad de los brazos (19.0%), de los pies (14.4%), visual (13.8%) y auditiva (13.8%).

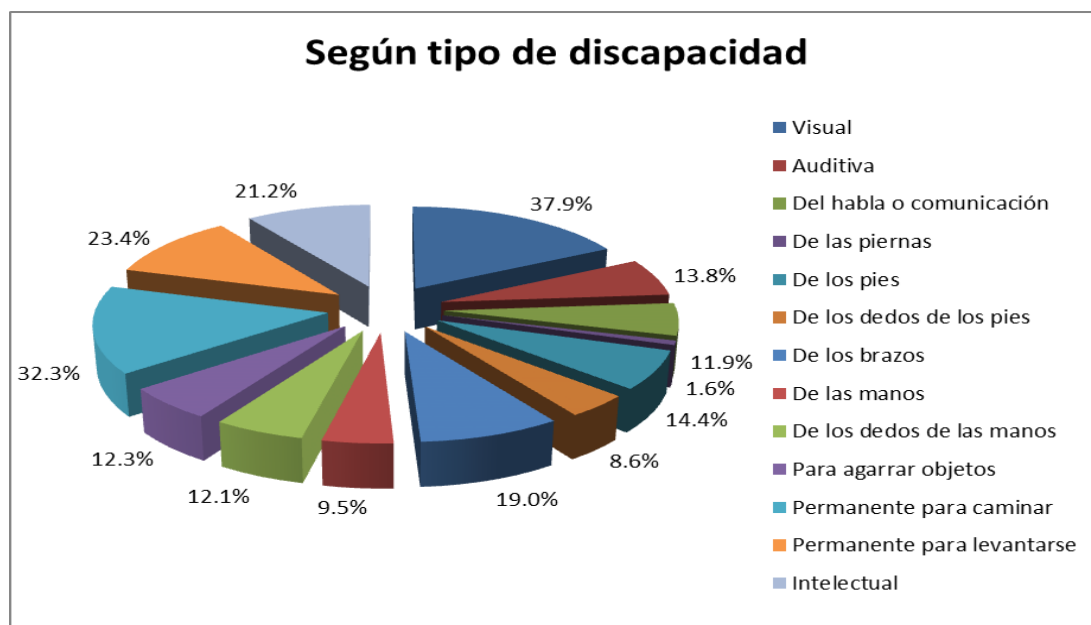


Ilustración 10: Composición de discapacitados según rango de edad, ENHOGAR-2013. Elaboración propia

La discapacidad y la edad avanzada van de la mano. Esto no implica que tener una edad avanzada resulta irremediabilmente en algún tipo de discapacidad; sin embargo, sin importar el tipo de discapacidad que tenga la persona se observa que la condición tiene tendencias a agravarse a medida que aumenta la edad.

Características geográficas y demográficas	Número de personas con alguna discapacidad	Porcentaje de personas con discapacidad												
		Visual	Auditiva	Del habla o de la comunicación	De las piernas	De los pies	De los dedos de los pies	De los brazos	De las manos	De los dedos de las manos	Para agarrar objetos	Permanente para caminar	Permanente para levantarse	Intelectual
Total	708,597	37.9	13.8	11.9	1.6	14.4	8.6	19.0	9.5	12.1	12.3	32.3	23.4	21.2
Zona de residencia														
Urbano	524,503	38.9	12.6	11.7	1.8	14.8	9.1	19.6	9.7	11.7	12.3	32.5	23.7	21.5
Rural	184,094	35.1	17.2	12.4	1.0	13.4	7.4	17.5	9.0	13.3	12.3	31.7	22.7	20.4
Grupo de edad														
0-9	25,294	27.9	11.5	38.4	1.2	15.8	7.2	16.0	8.4	10.1	10.6	17.6	16.7	43.3
10-19	58,075	26.8	17.3	31.3	0.9	11.4	4.9	13.7	10.2	9.3	10.9	16.8	12.3	43.5
20-29	59,999	25.5	15.4	19.5	1.1	14.5	7.1	14.8	5.9	10.8	9.6	21.1	10.9	30.0
30-39	71,765	25.9	11.3	14.2	2.0	14.2	8.6	16.3	8.5	15.0	11.0	24.7	11.9	22.8
40-49	85,986	31.3	11.5	10.5	0.5	11.5	6.2	18.0	9.4	14.2	10.1	23.7	15.8	18.9
50-59	104,786	39.5	9.0	6.3	1.8	12.7	9.3	19.1	11.0	14.7	13.0	30.4	22.1	14.2
60-69	105,735	42.5	10.3	5.2	1.5	14.7	9.4	21.2	10.3	12.9	14.3	36.4	27.4	13.1
70-79	104,643	49.3	14.2	5.5	2.4	16.4	10.1	22.6	10.9	10.7	13.2	42.9	33.8	13.0
80 y más	92,314	51.1	24.2	8.3	2.0	18.2	11.3	22.5	8.7	9.0	14.3	52.7	41.5	23.0

Ilustración 11: Porcentaje de personas con discapacidad por tipo de discapacidad y edad. Fuente: ENHOGAR-2013

3.3.2 Legislación sobre discapacidad en República Dominicana

En el año 2013 se aprobó la nueva Ley No. 5-13 sobre Discapacidad en la Republica Dominicana. Esta nueva ley sustituye y deja sin efectos jurídicos a la antigua Ley general sobre Discapacidad No. 42-00, promulgada en el mes de junio del año 2000 y entra en vigencia a partir de julio del 2015.

Esta nueva ley junto a otras importantes propuestas de leyes elaboradas para la efectiva protección de los derechos fundamentales establecen respeto a la dignidad humana como condición esencial no negociable para todas las personas, promueve la no discriminación, la igualdad de derechos, la equidad, la solidaridad y la justicia social.

Con la actual legislación se aumenta el apoyo gubernamental al organismo rector de las políticas públicas sobre discapacidad. El Consejo Nacional de la Discapacidad (CONADIS) opta por descentralizar sus operaciones creando Oficinas Regionales y Provinciales para ampliar el alcance de sus regulaciones. De igual manera se crea el Departamento Nacional de Salud, el Departamento de Integración y Capacitación Laboral, el Departamento de Accesibilidad, Señalización Universal y Transporte Adaptado. Todas estas instituciones, reguladas con miras a mejorar las atenciones a las personas con discapacidad.

Para dirigirse de forma efectiva al tema de la adaptación de viviendas para discapacitados al igual que la adquisición de dispositivos de apoyo y equipos tecnológicos, se crea el Fondo Especial para la Discapacidad.

La Ley No.5013 en el Artículo 19 sobre la Provisión de viviendas, obliga al estado a proveer de viviendas a las personas con discapacidad las cuales deben ser adaptadas a su condición. Individual Se establece que la asignación de viviendas para personas con discapacidad no puede ser menor al 8.0% de los proyectos construidos por el estado.

Siguiendo esta misma corriente de legislación, se otorgan facilidades fiscales a partir de 2.0% a instituciones privadas a fin de que se asigne inversión en torno a las viviendas adaptadas. Por ultimo en el Artículo 20 de la misma ley se exenta de impuestos a los equipos, materiales y dispositivos de apoyos destinados al uso o servicio de personas con discapacidad.

3.4 Sistemas de equipamiento tecnológicos para discapacitados y envejecientes

Las personas que viven bajo algún tipo de discapacidad se enfrentan ante barreras en la mayoría de los aspectos de la vida cotidiana. Una de estas barreras es la propia vivienda donde reside la persona. El diseño de una vivienda convencional, en términos generales, no está planteada para suplir las necesidades de una persona que viva con una discapacidad importante. La distribución de los espacios, las vías de acceso, las escaleras y puertas imponen problemas y limitaciones que obligan a los residentes discapacitados a requerir de adaptaciones y reformas que les permitan a las personas en discapacidad vivir ni necesitar de atenciones constantes por parte de terceros.

El diseño arquitectónico fundado en la accesibilidad y los sistemas de equipamiento tecnológicos para discapacitados tiene una influencia directa en la capacidad que tienen las personas discapacitadas para superar las limitaciones que se imponen en la realización de las actividades domésticas rutinarias. Esta es la justificación del por qué se debe de optar por la adaptación de las viviendas de personas con discapacidad. Su objetivo primordial es limitar la dependencia de asistencia constante y mejorar las condiciones de elaboración de sus actividades domésticas.

La vivienda adaptada debe ser diseñada abordando las necesidades específicas de cada discapacitado. La distribución de los espacios, los criterios de accesibilidad, el mobiliarios y los medios de soporte tecnológicos deben de integrarse de forma holística para que trabajen en conjunto para suplir a la discapacidad de forma específica en cada caso.

Para cumplir con estos requisitos los sistemas tecnológicos aportan innumerables beneficios. Los requerimientos de carácter general en términos de accesibilidad y distribución de espacios se pueden integrar en diseño de viviendas adaptadas que puedan ser reproducidas en gran número. Seguido de esto, las necesidades específicas de cada persona con discapacidad que no sean cubiertas por el diseño pasivo, deberán ser resueltas mediante sistemas tecnológicos.

La forma más efectiva de abordar la problemática de viviendas adaptadas para personas con discapacidad es involucrar las necesidades y limitaciones específicas de la persona en cuestión directamente desde la fase de diseño arquitectónico de la

vivienda. De esta manera los criterios de en cuanto a distribución de espacios y dimensiones se acomodan de forma personalizada al usuario final.

La integración desde la fase de diseño y construcción no siempre es posible. Por esta razón la adaptación de las viviendas para personas con discapacidad es la alternativa que más se utiliza a pesar de ser menos conveniente. Con más periodicidad las viviendas ya construidas se someten a modificaciones para que sirvan mayor funcionalidad y seguridad a las personas con discapacidad.

Las principales modificaciones de adecuación de una vivienda para personas con discapacidad son las siguientes:

3.4.1 Accesos

Las vías de acceso permiten al discapacitado a conectarse con el exterior, le permite salir de la vivienda y romper su aislamiento. El acceso en la vivienda hace referencia al entorno inmediato de la edificación. Estas son las puertas, escaleras, ascensores, rampas y elevadores.

3.4.1.1 Puertas de entrada

Pueden ser automatizadas y en preferencia de apertura deslizantes. La automatización se puede lograr mediante sensores de presencia o actuadores remotos. Los mecanismos de cierre/apertura automáticos no deben superar una velocidad de 0.5m/s y el sistema debe integrar mecanismos que impidan la puerta se cierre mientras la persona se encuentre dentro del rango movimiento.

La anchura mínima del hueco debe ser de 0.90m. Si la puerta se abre a dos hojas, la abertura de la puerta que se abre debe respetar el ancho de hueco mínimo y tener un ángulo de abertura mínimo de 90°.

Se deben destinar espacios libres de obstáculos a ambos lados de la puerta de modo que permitan realizar un círculo de 1.50m de diámetro para maniobrar sillas de ruedas. Los dispositivos de llamada, comunicación y apertura se deben situar dentro del rango de acción de una persona en silla de ruedas; entre 0.90m y 1.20m de altura. Su diseño debe considerar ser operado por personas con dificultad de manipulación.

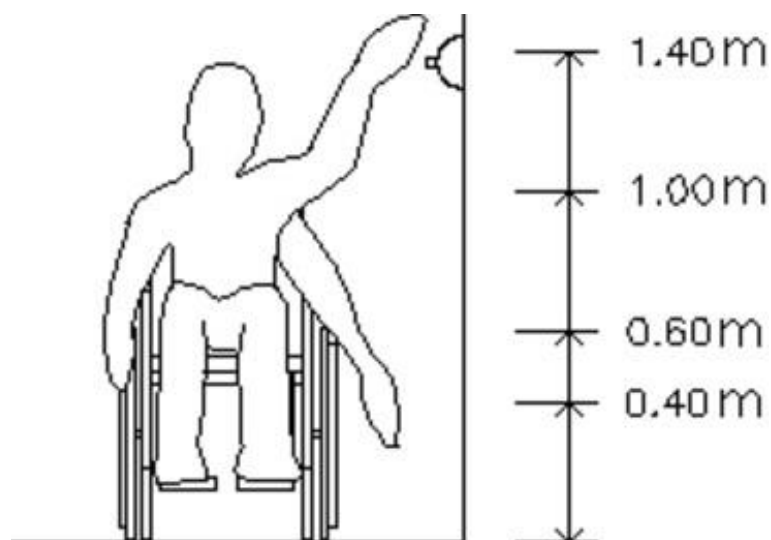


Ilustración 12: Área de alcance en sillas de ruedas

3.4.1.2 Escaleras y cambios de nivel

Estos elementos deben tratarse con especial cuidado. El cambio de nivel supone alto riesgo de caída para personas con movilidad reducida. Este riesgo está directamente relacionado con la magnitud del cambio de nivel, la estructura, los materiales, la iluminación y los elementos de asistencia de apoyo.

Se pueden integrar plataformas elevadoras o plataformas de desarrollo vertical como solución tecnológica alternativa ante cambios de nivel importante.

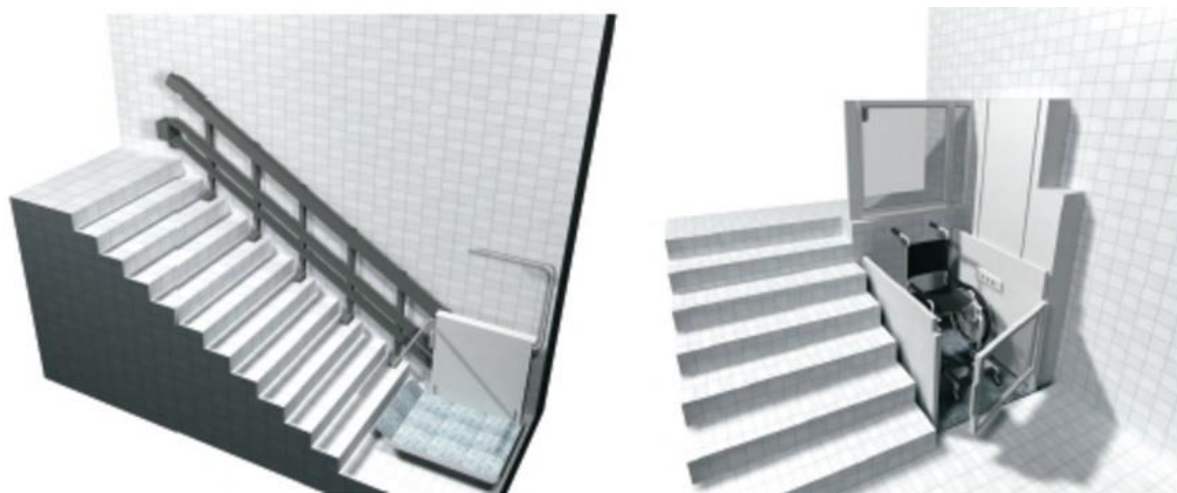


Ilustración 13: Plataforma salvaescaleras inclinada y Elevador vertical para discapacitados

La pendiente de las escaleras no debe ser superior a los 30° y sus escalones deben tener una huella mínima de 0.30m tratadas con material antideslizante. Se deben disponer de barandillas fijas a ambos lados con un diseño anatómico que tome en consideración las personas con dificultad de manipulación. Para anchuras mayores de 2.4m se debe instalar un pasamano intermedio.

3.4.1.3 Ascensor

Para evitar problemas en las viviendas de discapacitados que estén dotadas de ascensor se debe tomar en consideración su tamaño, la anchura de la puerta la posición de los botones y el espacio exterior para maniobrar.

Se debe de disponer de espacio suficiente para realizar un círculo con diámetro de 1.50m. El pulsador exterior debe estar a una altura de 0.90m, iluminado; y el mecanismo de apertura debe cumplir los mismos requisitos de actuación y velocidad que los expuestos para puertas de entrada. Los mecanismos de cierre/apertura automáticos no deben superar una velocidad de 0.5m/s y el sistema debe integrar mecanismos que impidan la puerta se cierre mientras la persona se encuentre dentro del rango movimiento.

El espacio en el interior de la cabina debe cumplir con una anchura mínima de 1.10m y una profundidad mínima de 1.40m. Los botones deben estar colocados a una altura entre 0.80m y 1.10 m. Se debe designar una anchura libre de paso con las puertas abiertas de al menos 0.90m.

3.4.2 Infraestructuras Domiciliarias

3.4.2.1 Sistemas de seguridad, alarmas técnicas y telefonía

Las viviendas adaptadas para personas que presenten algún nivel de discapacidad o sean envejecientes que requieran de cuidados especiales, deben estar dotadas de sistemas que le permitan mejorar el tema de la seguridad dentro de la vivienda. En especial las personas con movilidad limitada y los que poseen discapacidad de nivel intelectual son particularmente vulnerables antes eventos y escenarios de emergencia que se puede presentar dentro de la vivienda.

Es importante tomar en consideración las limitaciones que pueden presentarse a estas personas al momento de reaccionar ante una emergencia. Merece la pena incluir principalmente sistemas de detección de incendios y fugas de gas que se comuniquen de manera automática con servicios de Teleasistencia.

La telefonía tiene soluciones comerciales prácticas fáciles de implementar para personas con distintos tipos de discapacidad. Se pueden integrar tipos de teléfonos con botones agrandados diseños para personas con discapacidades visuales y personas con problemas de maniobrabilidad reducida. Los sistemas de manos libres, los indicadores luminosos y las señales acústicas especializadas se pueden conectar con diferentes dependencias de las instalaciones de la vivienda. Herramientas de marcado simple con números preprogramados y la integración de tecnologías control mediante comandos de voz pueden ser de igual manera implementados.

3.4.2.2 Controles centralizados y domótica

La automatización de distintas funciones la vivienda mediante sistemas centralizados y plataformas de domótica son buenos aliados al momento de mejorar las prestaciones que puede servir una vivienda adapta a personas con discapacidad. Los sistemas automáticos mediante controles centralizados o controles remotos facilitan las tareas de rutina de tipo doméstico.

Fuera de percibirse como un lujo o tema dedicado al confort, para la adaptación de viviendas de personas con distintos tipos de discapacidades los sistemas domóticos son una necesidad. Centralizar tareas como la apertura de puertas y ventanas, el accionamiento de la iluminación, el control de los sistemas de seguridad, alarmas técnicas y Teleasistencia desde un solo punto, es primordial para una persona con movilidad reducida o que tenga dificultados con algo de sus sentidos.

3.4.2.3 Grúas para discapacitados

Las grúas para discapacitados son soluciones ideales para el traslado y cuidado de personas con movilidad reducida. Las grúas deben de adaptarse al grado de movilidad y discapacidad de la personas, al igual que el entorno donde se va a utilizar. En términos generales las grúas pueden ser fijas o móviles. De acuerdo a las necesidades específicas que vayan a suplir se pueden presentar en los siguientes tipos:

- **Grúas de traslado:** Sirven para el elevado y traslado, en posición suspendida, cuando la persona se encuentra en posición horizontal recostado o sentado. Este tipo de grúa también permite realizar cambios de pañal utilizando un arnés específico para esta operación.



Ilustración 14: Grúa de traslado

- **Grúas cambia pañales:** Este tipo de grúas solo se utiliza desde la posición de sentado y requiere que el paciente disponga de cierta movilidad especialmente en las extremidades inferiores.



Ilustración 14: Grúa cambia pañales

- **Grúas mixtas:** Este tipo de grúas combina en conjuntos las dos funcionalidades de las grúas de traslado y las grúas cambia pañales mediante el cambio de configuración de un brazo articulado en función de la operación que se quiera ejecutar.

- **Grúas fijas:** Estas son grúas que se fijan al suelo o a la pared mediante soportes. Este tipo de grúas tienen la ventaja de ser muy simples y ocupar poco espacio. Su movilidad está limitado a ejecutar un determinado tipo de transferencia en una sola localización. Algunos modelos permiten que la misma persona que va a realizar la transferencia accione la grúa. Son utilizadas



Ilustración 15: Grúa fija

- en camas, bañeras, piscinas y automóviles.
- **Grúas de techo mecanizadas:** Son grúas que están suspendidas mediante una estructura o fijadas al techo. Están conformados de dos mecanismos, uno de desplazamiento en el plano del techo y otro de subida y bajada de la persona con discapacidad. No interfieren con el mobiliario y permiten el traslado sin esfuerzo.



Ilustración 16: Grúa de techo

Capítulo 4: Estudio de caso: Proyecto habitacional Nuevo Asentamiento La Barquita

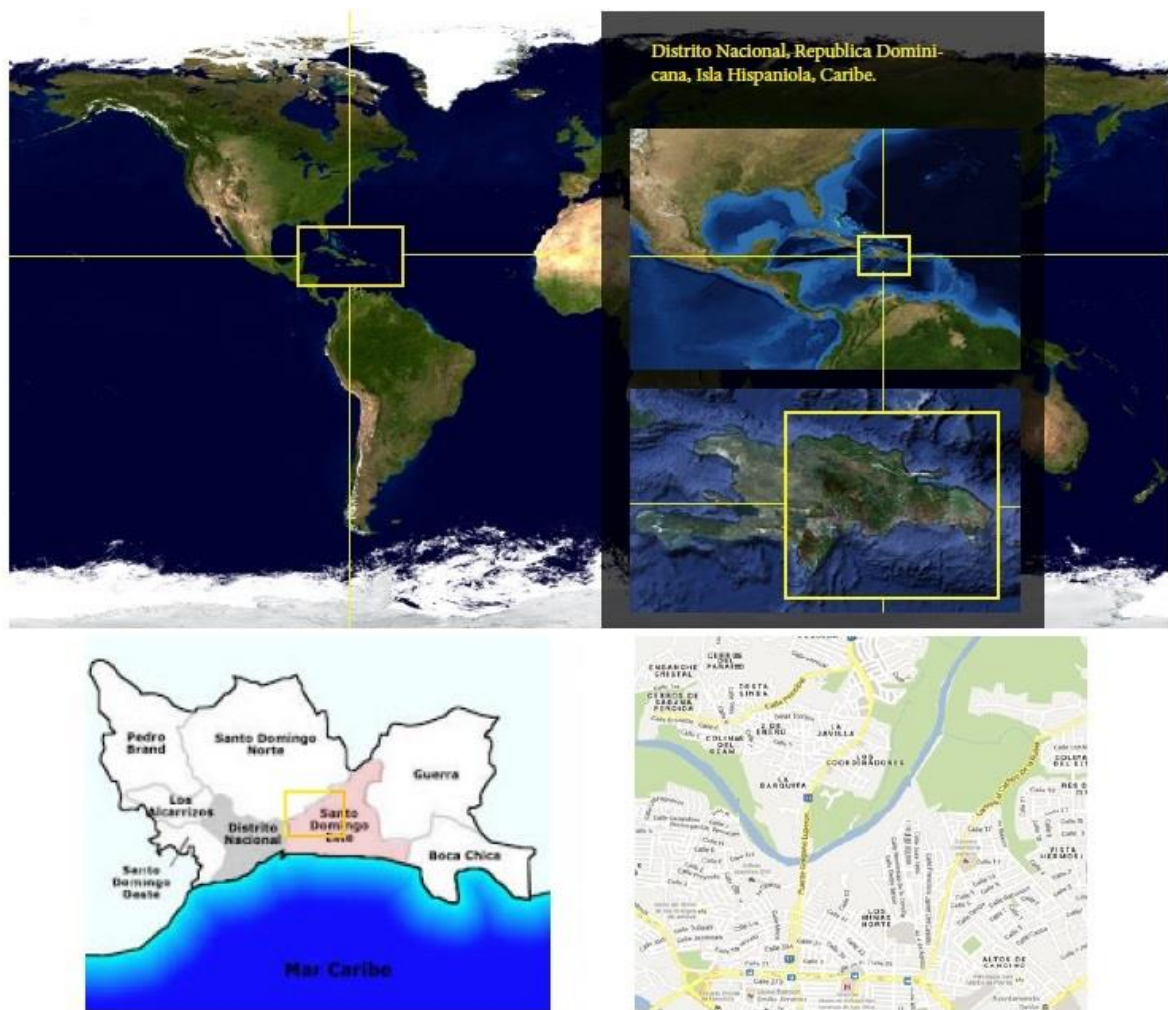


Ilustración 17: Localización proyecto habitacional Nuevo Asentamiento La Barquita. Sector San Lorenzo de los Mina, Municipio Santo Domingo Este.

4.1 Descripción del problema

El asentamiento de la barquita surge en la década de 1970, cuando grupos migratorios interurbanos inician un proceso de ocupación informal asentándose en el espacio a orillas del Río Ozama del sector San Lorenzo de los Mina del municipio Santo Domingo Este de la provincia Santo Domingo, República Dominicana.

De acuerdo al Censo Nacional del 2010, el asentamiento de la barquita tiene una población de 7,677 habitantes de las cuales se estima que alrededor de 537

presentan condiciones de discapacidad. Se estima que el asentamiento está formado por 1,876 edificaciones, repartidas para uso residencial, comercial o institucional. Alrededor de 1,294 unidades, 70% del total, corresponden a unidades de viviendas independientes.

RIESGO POR INUNDACIÓN HASTA 3 Y 6 METROS



Ilustración 18: Zona de riesgo por inundaciones, La Barquita, Santo Domingo. Fuente INCOCERCA

La mayoría de los residentes de esta comunidad se encuentra en situación de alta vulnerabilidad a inundaciones. Las edificaciones residenciales, construidas de manera informal sin apego a las regulaciones, se caracterizan por precarias y deficientes en temas estructurales y de dotación de servicios básicos. Alrededor de 1,058 casas y 4,073 habitantes residen en las zonas de más peligrosidad ante inundaciones.



Ilustración 19: Identificación de viviendas en riesgo. La Barquita, Santo Domingo. Fuente: INCOCERCA

4.2 Descripción del proyecto



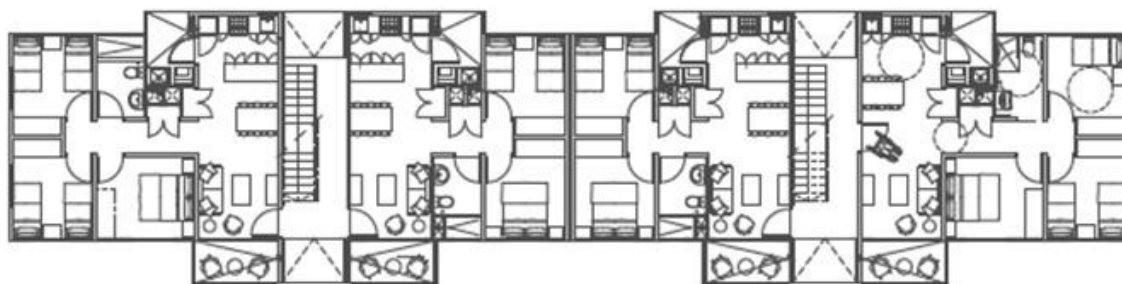
Ilustración 20: Etapa de construcción Nuevo Asentamiento La Barquita, Santo Domingo. Fuente: Acento Diario

El proyecto Nuevo asentamiento La Barquita, consiste en la reubicación y construcción integral de una urbanización para alojar alrededor de 2,000 familias que residen bajo altas condiciones de riesgo ante fenómenos naturales. Se dispondrá un área de 53 hectáreas al norte de la cuenca del río Ozama. Se construirán 244 edificios y equipamientos comunitarios diversos que contendrán 1,952 viviendas para hospedar a cerca de 5,500 personas donde se les dotará de acceso a los servicios urbanos y sociales a los que estaban privados.

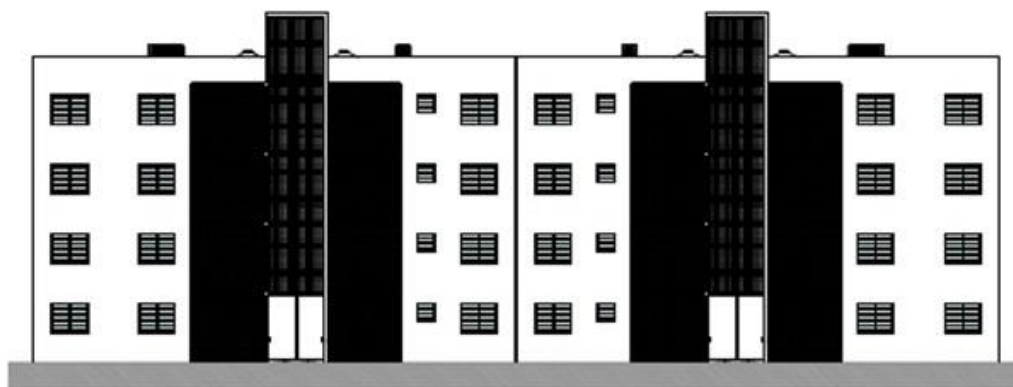


Ilustración 21: Nueva ubicación Asentamiento La Barquita, Santo Domingo: Fuente: Unidad ejecutora proyecto La Barquita

Las soluciones habitacionales están definidas por edificios residenciales de 4 niveles con 4 apartamentos por nivel. Se dispondrán de un total de 16 apartamentos por edificio configurados en 6 tipologías arquitectónicas distintas. Se habilitarán viviendas de 2 y 3 habitaciones con un promedio de 60 m² de superficie útil construida por apartamento.



Planta Baja, La Barquita, Santo Domingo.



Elevación Sur, La Barquita, Santo Domingo.

Ilustración 22: Tipología constructiva edificaciones residenciales Nuevo Asentamiento La Barquita, Santo Domingo. Fuente: INCOCERCA

La estructura se solucionó con un sistema de muros portantes de hormigón armado con refuerzo de malla de acero electro-soldada, fundación corrida y forjados aligerados. Este tipo de metodología constructiva utiliza formaletas metálicas modulares que permiten bajos costes de construcción y replicación masiva en poco tiempo. Las edificaciones de 4 niveles o menos, no requieren de ascensor de acuerdo a las regulaciones locales. Se dispondrán de tipologías arquitectónicas especiales para alojar locales comerciales en las plantas bajas de las edificaciones que estén localizadas en las vías principales y vías de acceso de la urbanización.

4.5 Tipología arquitectónica de apartamentos adaptados para discapacitados

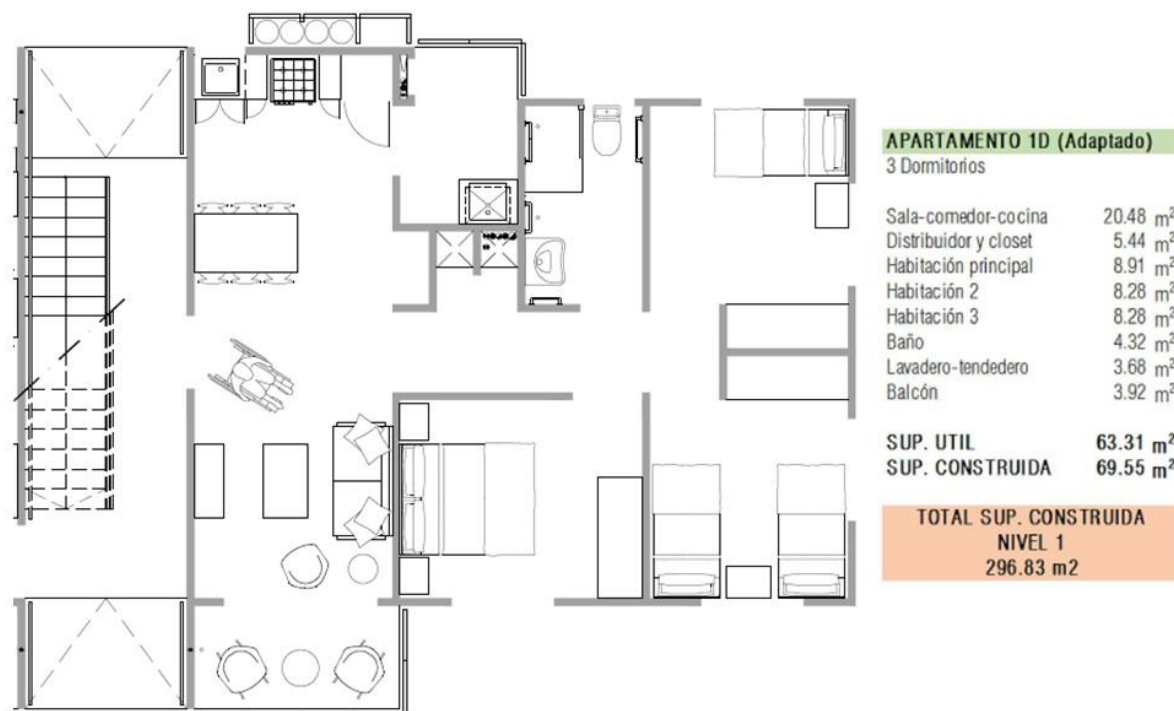


Ilustración 23: Tipología Arquitectónica de apartamentos adaptados para discapacitados, Nuevo Asentamiento La Barquita, Santo Domingo. Fuente: INCOCERCA

Para las personas con discapacidad de la comunidad La Barquita se ha diseñado una tipología arquitectónica adaptada para personas con movilidad reducida. Se dispondrán de 1 apartamento con esta tipología por cada edificio residencial. En total se construirán alrededor de 249 viviendas adaptadas. Estas viviendas estarán dispuestas en primer nivel (planta baja) de cada edificio residencial del proyecto. Contarán de rampas de acceso con comunicación al exterior tanto por la fachada frontal como por la fachada posterior.

Las viviendas adaptadas tendrán 3 habitaciones con roperos integrados, área común para sala-comedor-cocina, 1 baño adaptado con pasamanos, área de lavado y balcón. Tanto la habitación principal como la cocina, sala y baño, respetan el requisito mínimo de permitir un radio de giro de 1.50m para temas de accesibilidad en silla de ruedas. Las viviendas dispondrán de 63.31 m² de área útil y todas las habitaciones tienen ventanas que dan al exterior.

Capítulo 5: Propuesta de sistema domótico de viviendas adaptadas para discapacitados

5.1 Sistema de asistencia domótica modular transportable

Esta propuesta tecnología de implementación de un sistema domótico de adaptación de viviendas para discapacitados pretende cubrir la brecha de limitaciones sin solucionar que deja la tipología arquitectónica de apartamentos adaptados expuesta en el capítulo 4.5.

La necesidad de requerir de una tipología arquitectónica pensada para personas con discapacidad y que también se pueda reproducir sistemáticamente en grandes cantidades, implica el hecho de que esta solución general no cubre todas las necesidades de las personas con discapacidad ni se adapta a todo tipo de discapacidades.

La solución de adaptación de viviendas de personas con discapacidad debe ser personalizada tomando en cuenta las características y limitaciones de cada caso en particular. Cada tipo de discapacidad tiene sus particularidades que impiden que se pueda diseñar una única solución que aplique para todos los casos.

Tomando esto en consideración, abordamos esta problemática proponiendo un sistema domótico modular y transportable que pueda ser adaptado a las necesidades de cada caso de manera independiente.

El sistema constará de un módulo base, aplicado a todas las viviendas, sobre el cual se podrán integrar módulos de mejoras de acuerdo a las necesidades específicas de la discapacidad de cada residente. Estos módulos permitirán la ampliación e integración de nuevas características y actualizaciones al sistema a lo largo de tiempo.

De igual manera se debe permitir que el sistema domótico sea transportable para que la solución tecnológica diseñada para un individuo en particular no lo limite de por vida a residir en esa vivienda, de manera que pueda disponer del sistema en una nueva

residencia en caso de mudanza. Esta condición implica darle preferencia a sistemas de comunicación inalámbricos y dispositivos de instalación simple.

Igualmente tomaremos en consideración la disponibilidad comercial de los fabricantes de los dispositivos dando prioridad a distribuidores que tengan soporte técnico y redes de distribución en América.

5.2 Módulo Base

La solución tecnológica estará basada en el sistema domótico CastleOS. El sistema implementará una arquitectura de red centralizada conectada por una red inalámbrica por radiofrecuencias. Se dispondrá de una central controladora (PC) configurada con el Software CastleOS que se encargará del procesado de los datos recolectados por los sensores y emitirá comandos de ejecución a los dispositivos actuadores.

Esta central se hará cargo de la inteligencias del sistema domótica y servirá de plataforma de interconexión entre los protocolos de comunicación en que estén basados los diferentes dispositivos. La justificación del sistema domótico implementado se describe en detalle en el Anexo 1.



El modulo base estará conformado por un HUB o PC configurado con el software CastleOS. Se incluirá un dispositivo de comunicación inalámbrica por radiofrecuencias Z-wave conectado mediante un puerto USB que servirá como dispositivo de redes permitiendo la comunicación bidireccional entre la central controladora y los demás dispositivos. La transmisión de datos se realizara en bandas de frecuencia por debajo de 1Ghz imposibilitando problemas de interferencia con la red de datos de la vivienda.

Este módulo servirá como plataforma para la interconexión de todos los dispositivos de asistencia para discapacitados, de manera que deberá ser instalado en todas las viviendas adaptadas en la que se pretenda implementar estas tecnologías. Este módulo no requiere de ningún cableado adicional al del suministro eléctrico, por tanto se puede transportar a otra vivienda sin inconveniente.

Por sí solo, el módulo base no realiza funciones de automatización dentro de la vivienda. Se deberán de incluir módulos de mejoras para la realización de las funciones de asistencia que requieran los residentes.

Estos módulos no están atados a un solo protocolo de comunicación sin embargo deberán comunicarse mediante medios inalámbricos o por una señal portadora transmitida en la red eléctrica de la vivienda. Para los dispositivos que utilicen un protocolo de comunicación distinto al Z-wave, se requerirá la instalación de un dispositivo de comunicación adicional conectado a la central controladora mediante USB que permita la interconexión en ambos sentidos. En su defecto se podría utilizar un transceptor que sirva como traductor entre la señal Z-wave y el protocolo de comunicación deseado.

Tabla 1: Tabla de funciones del Módulo Base. Elaboración propia

Módulo Base			
Funciones	Sensores	Controladores	Actuadores
Procesado central de datos Monitoreo de módulos domóticos Ejecución de programas de control Emisión de comandos de ejecución Z-wave Conexión a servicios Web		CastleOs + CastleHUB 802.11ac WiFi Bluetooth 4.0  Aeotec Z-Stick 2 USB PC a Z-wave 	
Este módulo sirve de plataforma base sobre la cual integrar módulos controladores de funciones en la vivienda. El CastleHUB es un hardware dedicado para alojar el programa controlador domótica CastleOS. Está baso en un PC y puede ser sustituido por un ordenador convencional. El software domótico CastleOS está programado con aplicaciones dedicadas para controlar y monitorizar distintas funciones dentro de la vivienda. Se pueden programar rutinas personalizadas usando el lenguaje de programación C#. El dispositivo de comunicación se encarga de permitir la comunicación bidireccional entre la central controladora y los dispositivos a instalar. La transmisión inalámbrica de datos se realiza mediante el protocolo de comunicación Z-wave. La combinación de estos tres elementos componen la inteligencia que controlará los dispositivos en la vivienda.			

El modulo base deberá estar colocado en una posición céntrica dentro de la vivienda de manera que se permita una distribución de la señal inalámbrica efectiva minimizando puntos de baja cobertura.

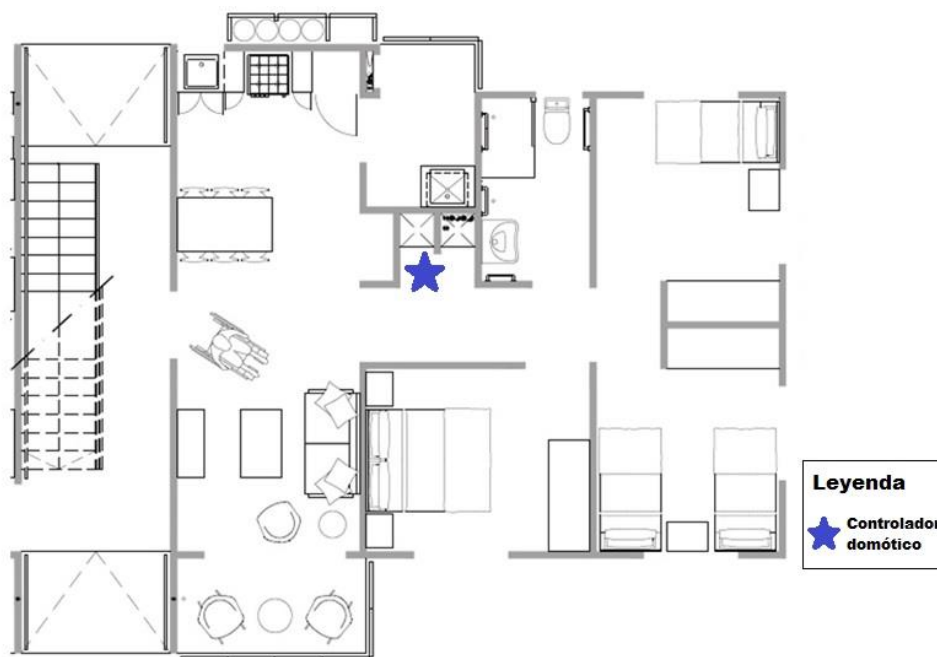


Ilustración 24: Esquema de ubicación de controlador domótico. Elaboración propia

Tabla 2: Presupuesto base de Módulo base de asistencia domótica

Presupuesto base - Módulo de asistencia para discapacidad auditiva			
Unidades	Concepto	Precio/Ud. USD	Total
1	Controlador Domótico CastleHUB (licencia incl.)	\$499.00	\$499.00
1	Aeotec adaptador USB PC a Z-wave	\$44.95	\$44.95
			\$543.95
Total Materiales (A)			\$543.95
Instalación			\$0.00
Programación < 4h			\$60.00
			\$783.95
Precio ingeniería (30% de B)			\$235.19
Margen comercial (20% de B)			\$156.79
TOTAL (B+C+D)		USD \$1,175.93	

5.3 Módulo de detección de incendios




Las personas con discapacidad tienen limitaciones a la hora de reaccionar ante una emergencia que los hace más vulnerables que el resto, bien sea por estar afectados por restricciones de movilidad o por otro tipo de limitaciones sensoriales que puedan influir en la percepción de la situación, se ven reducidos en su capacidad de reacción ante una situación de emergencia.

Por esta razón, en viviendas donde residan personas con discapacidad la detección inmediata de situaciones de emergencia es una prioridad.

Recomendaciones para la evacuación en caso de incendios para personas con discapacidad incluyen disponer de dispositivos en el interior mediante el cual se transmita una llamada de asistencia perceptible desde un punto de control[46].

Este módulo le permitirá al sistema domótico alertar rápidamente a los residentes ante la detección de un posible incendio. El módulo integrará detectores de incendio, sensores de humo y sensores de concentración de monóxido de carbono (CO). Adicionalmente se le incluirá un actuador conectado a la red domótica que interrumpirá el suministro de gas al desplegarse la alarma contra incendios. La central controladora podrá ser provista de un servicio de Teleasistencia por suscripción que informará a las autoridades de forma automática ante una alerta de incendios.

Tabla 3: Tabla de funciones de Módulo de detección de incendios. Elaboración propia

Módulo de detección de incendios			
Funciones	Sensores	Controlador	Actuadores
<p>Alarma técnica de incendios / humo</p> <p>Alarma técnica de concentración de Monóxido de Carbono</p> <p>Interrupción automatizada de suministro de gas</p> <p>Alerta sonora de detección de incendios / humo</p>	<p>Nest Protect Sensor de humo, Co, temperatura, humedad, luminosidad y presencia Wifi, Altoparlante</p> 		<p>Nest Protect (altoparlante)</p>  <p>Motor Z-Wave para llave de agua/gas ¼ de giro GR-105</p> 
<p>Este módulo le otorga las capacidades al sistema domótico de la detección de incendios, humo y concentración de CO. Adicionalmente el dispositivo seleccionado integra sensores de temperatura, humedad y luminosidad. Estos últimos, a pesar de no ser requeridos pueden ser gestionados por la central aportando en el control de la vivienda. El dispositivo Nest Protect actuará como emisor sonoro de la alerta técnica. Pueden ser configurados diferentes niveles de sensibilidad en los sensores para no incurrir en falsas alarmas. Este dispositivo se conecta con la centra domótica de forma inalámbrica vía Wifi. Ante la detección de un incendio o concentraciones elevadas de humo junto con la alerta técnica se ejecuta un comando de actuación en la electroválvula que interrumpe el suministro de gas en la vivienda. Este actuador es conectado a la red mediante radiofrecuencias Z-wave. La central controladora puede estar conectada a un servicio de Telesistencia que informe automáticamente a las autoridades del suceso.</p>			

Los detectores de incendio deberán estar distribuidos en toda la vivienda disponiendo de al menos un bulbo inteligente por habitación. Esto permite la cobertura de la función en toda la vivienda. La electroválvula que interrumpirá el suministro de gas en la acometida central de la vivienda. Este tipo de edificaciones no dispone de suministro de gas común, ni sistema de suministro de gas urbano por tuberías. Es práctica común para este tipo de viviendas disponer de un tanque presurizado fuera de la vivienda o

en el área de tendedero. El dispositivo se colocará entre la salida del tanque y la tubería de entrada a la vivienda.

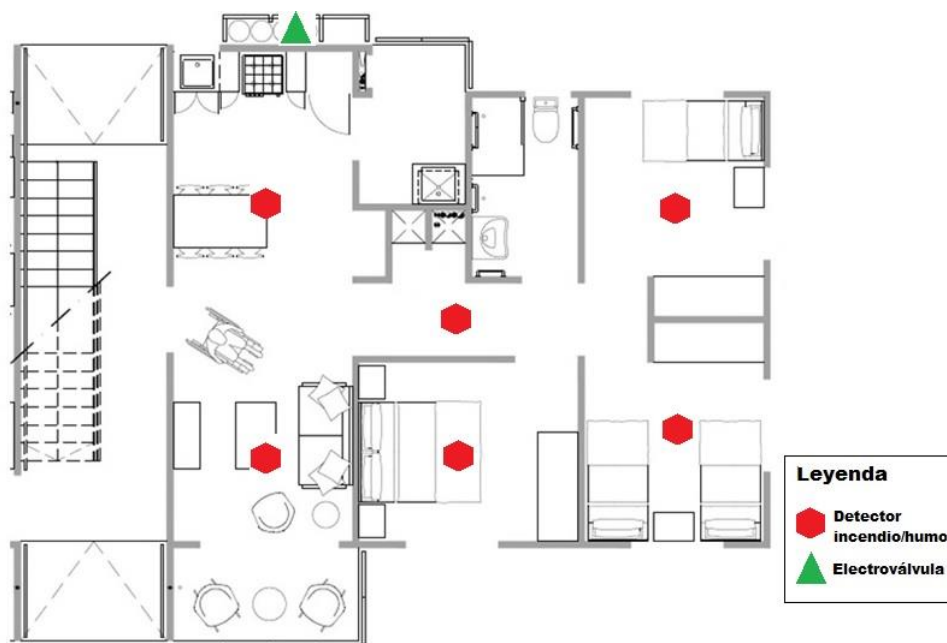


Ilustración 25: Esquema de ubicación de Módulo de detección de incendios. Elaboración propia

Tabla 4: Presupuesto Base de módulo de detección de incendios



Presupuesto base - Módulo detección de incendios			
Unidades	Concepto	Precio/Ud. USD	Total
6	Nest Protect sensor humo Co	\$99.00	\$594.00
1	Motor llave gas Zwave GR-105	\$91.08	\$91.08
			\$685.08 (A)
Total Materiales (A)			\$685.08
Instalación			\$0.00
Programación < 4h			\$60.00 \$240.00
			\$925.08 (B)
Precio ingeniería (30% de B)			\$277.52 (C)
Margen comercial (20% de B)			\$185.02 (D)
TOTAL (B+C+D)		USD \$1,387.62	

5.4 Módulo de asistencia para discapacidad auditiva

Las personas con limitaciones auditivas representan el 13.8% de las personas con discapacidad[45]. Estas limitaciones impiden que los sistemas de alerta auditivos ante emergencias (sirenas) sirvan como solución viable para las personas que posean este tipo de discapacidad. Se necesitan alternativas funcionales que hagan uso de los demás sentidos para alertar a estas personas. Las alertas visuales y las alertas por vibración son una solución eficiente cuando se utilizan en conjunto.

Este módulo estará vinculado con el procedimiento de alerta de alarmas técnicas del sistema domótico emitiendo señales visuales y de vibración. La iluminaria de la vivienda tendrá la capacidad de cambiar de colores y emitir pulsaciones luminosas en respuesta al nivel de alerta que se quiera emitir.

Tabla 5: Tabla de funciones de Módulo de asistencia para discapacidad auditiva. Elaboración propia

Módulo de asistencia para discapacidad auditiva			
Funciones	Sensores	Controladores	Actuadores
<p>Alerta luminosa de alarmas técnicas</p> <p>Alerta de vibración de alarmas técnicas</p> <p>Alerta sonora de alarmas técnicas</p>			<p>Aeotec zw098-a52 Bulbo LED RGB 9w Intensidad regulable cambio de colores</p>  <p>iLuv alarma vibradora inalámbrica SmartShaker 2 3 niveles de vibración alerta sonora 103 decibeles</p> 

Este módulo permite el sistema domótica ejecutar señales de vibración y luminosa. Los bulbos se podrán programar para emitir pulsaciones y distintos colores de acuerdo al nivel de alerta que se pretenda comunicar. La iluminaria posee un chip integrado que le permite comunicarse por sí mismo con el sistema domótico mediante radiofrecuencias Z-wave sirviendo también de repetidor de la señal de radiofrecuencias. De igual manera la iluminaria integra dentro del mismo cuerpo un dispositivo actuador que le permite cambiar de color y variar la intensidad de la iluminación. No requiere de actuadores adicionales ni reguladores de intensidad. El dispositivo de vibración se conecta a la central controladora mediante conexión Bluetooth. Este emitirá vibraciones en conjunto con la iluminaria para asegurar que la alerta sea recibida.

Los bulbos deberán estar distribuidos en toda la vivienda sustituyendo a la iluminaria convencional disponiendo de al menos un bulbo inteligente por habitación. Esto permite la cobertura de la función en toda la vivienda. El dispositivo de vibración se debe colocar en la habitación donde dormirá la persona con discapacidad auditiva. Se debe mantener junto a la cama o debajo de la almohada.

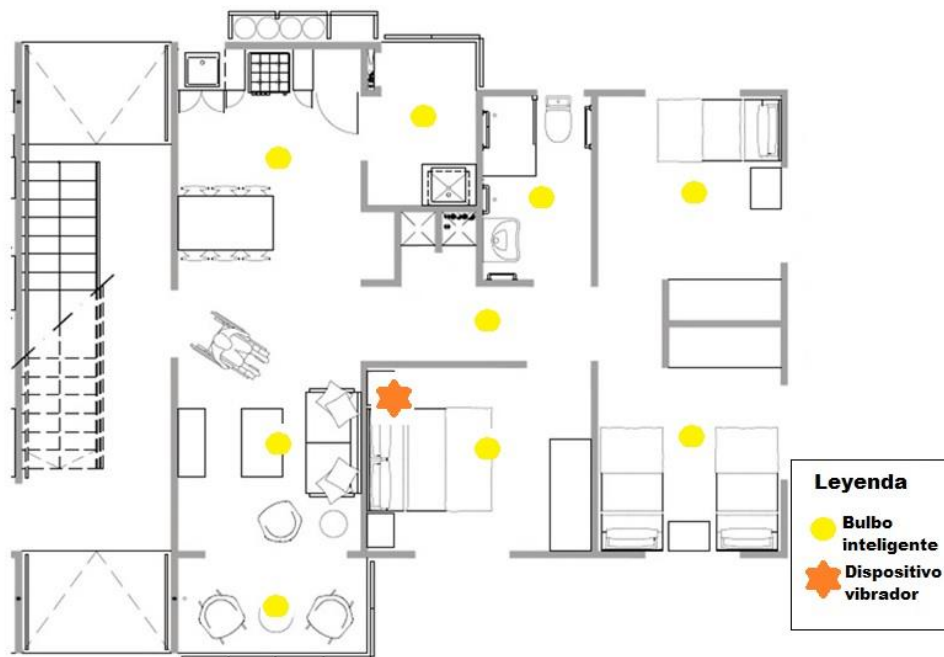


Ilustración 26: Esquema de ubicación de módulo de asistencia para discapacidad auditiva. Elaboración propia

Tabla 6: Presupuesto base de Módulo de asistencia para discapacidad auditiva




Presupuesto base - Módulo Base			
Unidades	Concepto	Precio/Ud. USD	Total
9	Aeotec bulbo LED RGB ZW098	\$49.99	\$449.91
1	iLuv alarma vibradora inalámbrica SmartShaker 2	\$29.99	\$29.99
			\$479.90
Total Materiales (A)			\$479.90
Instalación			\$0.00
Programación < 4h			\$60.00
			\$719.90
Precio ingeniería (30% de B)			\$215.97
Margen comercial (20% de B)			\$143.98
TOTAL (B+C+D)		USD \$1,079.85	

5.5 Módulo de asistencia a la movilidad

Las personas con discapacidad permanente para caminar representan el 32.3% de la población con discapacidad en la República Dominicana. Este tipo de limitaciones motrices tienden a agravarse con la edad[45]. Los elevadores de techo reducen el esfuerzo requerido para mover a la persona con discapacidad y permiten cumplir la función transferencia de estas personas de manera fácil y segura.

Este módulo de mejora estará compuesto por un motor elevador de techo portable que eleva a la personas y la transfiere de punto a punto a través de rieles sobre la cabeza. El movimiento de traslación horizontal se realiza de manera manual. El sistema de rieles será portable, podrá ser movido dentro de la vivienda a donde se necesite, pudiendo ser instalados de forma temporal o permanente.

Tabla 7: Tabla de funciones Módulo de asistencia a la movilidad. Elaboración propia

Módulo de asistencia a la movilidad			
Funciones	Sensores	Controlador	Actuadores
<p>Transferencia de personas con limitaciones motrices</p> <p>Accionamiento de elevador por control remoto</p>			<p>P-300 elevador de techo portable</p>  <p>Pista de rieles para elevación portable fijado a presión</p>  <p>Arnés de elevación tipo U</p> 
<p>Este módulo permite la elevación y traslado de personas con limitaciones motrices. El motor elevador es portable. Se puede trasladar a cualquier pista de rieles dentro de la vivienda. Permite una carga máxima de 125Kg y funciona a baterías. Puede ser controlado por control remoto. El movimiento de traslación horizontal se realiza de forma manual. Se requiere de un Arnés para su utilización. La pista de rieles puede ser colocada en cualquier parte de la vivienda. Se fija al techo mediante un mecanismo de presión en 2 puntos. Tiene ajuste de longitudes tanto verticales como horizontales.</p>			

Se dispondrán de dos pistas de traslación en las áreas donde serán de mayor necesidad. En la habitación donde dormirá la persona con discapacidad, sobre la cama y en el cuarto de baño. En caso de que se requiera, las pistas se pueden cambiar de posición fácilmente. Se hará uso de un solo elevador portable. Este puede ser colocado en la pista en que se requiera.



Ilustración 27: Esquema de ubicación Módulo de asistencia a la movilidad

Tabla 8: Presupuesto base de Módulo de asistencia a la movilidad

Presupuesto base - Módulo de asistencia a la movilidad			
Unidades	Concepto	Precio/Ud. USD	Total
1	P-300 elevador de techo portable	\$1,571.54	\$1,571.54
2	Pista de rieles para elevación portable	\$2,065.58	\$4,131.16
1	Arnés de elevación tipo U	\$132.40	\$132.40
			\$5,835.10 (A)
Total Materiales (A)			\$5,835.10
Instalación			\$0.00
Programación			\$0.00 \$0.00
			\$5,835.10 (B)
Precio ingeniería (30% de B)			\$1,750.53
			(C)
Margen comercial (20% de B)			\$1,167.02
			(D)
TOTAL (B+C+D)		USD	\$8,752.65

5.6 Módulo de Teleasistencia telefónica y botón de pánico

Ante cualquier emergencia médica, caída o situaciones en las que la persona con discapacidad requiera de asistencia se dispondrá de un botón de pánico que emitirá una llamada de Teleasistencia telefónica de emergencia. Esta función no requiere de la central controladora domótica, trabaja de forma independiente con una línea de teléfono convencional. El botón de pánico integra un cordón para ser portado en cuello como un collar. Este sistema de Teleasistencia no requiere de cuotas de suscripción adicionales.

El dispositivo funciona a modo de marcador telefónico con botón de emergencia. Se conecta a cualquier salida telefónica estandar. Con el cordón para el cuello con boto de pánico se puede activar el dispositivo a una distancia de hasta 60 metros.

Tabla 9: Tabla de funciones de Módulo de teleasistencia Telefónica. Elaboración propia

Módulo de teleasistencia telefónica	
Funciones	Dispositivo
Teleasistencia Telefónica con botón de pánico	 <p>Konig teléfono con botón de pánico SAS-AED10 3 números programables 2 botones de pánico remotos Manos libres</p>
<p>Pulsando el botón de pánico del cordón, con alcance de hasta 60 metros, se enviará un mensaje de voz grabado a un número preprogramado para que brinde teleasistencia telefónica. Si el número preprogramado no descuelga en un tiempo dado, llamará hasta a 2 números diferentes más, previamente programados, para teleasistencia. Si el receptor de la llamada de teleasistencia, pulsa cualquier dígito en su teléfono, se activará la función de intercomunicación manos libres con la base, para comprobar si todo está en orden a modo de teleasistencia. No requiere de la central domótica.</p>	

Tabla 10: Presupuesto base de Módulo de teleasistencia telefónica. Elaboración propia.

Presupuesto base - Módulo teleasistencia Telefónica			
Unidades	Concepto	Precio/Ud. USD	Total
1	Konig teléfono con botón de pánico	\$110.01	\$110.01
			\$110.01
	Instalación		\$0.00
TOTAL		USD	\$110.01

Conclusiones

Tratar el tema de una vivienda de interés social no solo implica ofrecer una respuesta de infraestructura a un problema de habitabilidad sino que incita a trabajar en busca de la inclusión social de personas de bajo recursos a servicios urbanos y condiciones de vida dignas. Dentro de este marco, las persona con discapacidad por sus propias condiciones y limitaciones tienden a ser más vulnerables ante las dificultades que se puedan presentar en las actividades de la vida diaria

Tomando esto en consideración, se espera que esta propuesta sirva de plataforma para futuros proyectos que involucren sistemas domóticos en la adaptación de viviendas de carácter social para discapacitados. Entendemos que se debe romper con los paradigmas que catalogan a los sistemas domóticos de ser en extremo complicados, costosos y de difícil instalación.

La propuesta móvil y modular descrita permitiría a las personas con discapacidad disponer de residencias adaptadas a su condición en específico, sin atarlos a una vivienda en particular. Acceder a que se puedan integrar módulos en la instalación domótica permite que se amplíe la vida útil de la solución tecnológica y que se pueda repartir la inversión a lo largo del tiempo. Módulos adicionales que aborden temas de confort y eficiencia energética también podrían ser integrados sobre la misma plataforma base permitiendo una flexibilidad de uso y ampliación difícil de lograr por otros sistemas.

Desde el punto de vista de la integración de estos sistemas en futuros proyectos habitacionales, la adquisición de los dispositivos domóticos en grandes cantidades podría suponer descuentos de hasta un 40% en el costo de los equipos. Sumado esto con la nueva legislación sobre discapacidad en República Dominicana que exenta de impuestos a los equipos tecnológicos destinados a la asistencia de personas con discapacidad, la integración de estas soluciones se torna cada vez más viables.

Durante la elaboración de este trabajo se presentaron ciertas dificultades ante la imposibilidad de disponer de un prototipo que permitiera analizar el comportamiento y la compatibilidad de los dispositivos con el software controlador. Esperamos que en un

futuro se pueda disponer de un “Modo demostración” en el cual se pueda emular en un ambiente virtual la integración de los distintos dispositivos de un sistema domótico.

Entendemos que los sistemas domóticos y las demás tecnologías de automatización de viviendas están cada vez más cerca de una integración masiva en la sociedad. La disposición de tecnologías de asistencia integradas dentro de las residencias podría lograr alcanzar nuevos estándares en materia de seguridad, confort y eficiencia energética dentro de la edificación.

Bibliografía

- [1] P. R. Newswire, «Global ZigBee-enabled Smart Thermostat Market to Grow 67.45% - Key Vendors are Fiture, Honeywell & Leviton», *Research-and-Markets*. Y, 22-mar-2016.
- [2] J. Green y S. Marvin, «Energy Efficiency and home automation», No 3, 1994.
- [3] ABB SACE, «Home automation spurs increasing energy efficiency in buildings», *Eco-friendly technologies for use in construction*. Home & Building automation.
- [4] Observatorio Regional de la Sociedad de la Información (ORSI). Consejería de Fomento, «Vivienda conectada. Las TIC en el hogar», 2008.
- [5] Hogartec, «Sistemas domóticos centralizados, descentralizados y distribuidos.» [En línea]. Disponible en: <http://hogartec.es/sistemas-domoticos-centralizados-descentralizados-y-distribuidos/>. [Accedido: 23-feb-2016].
- [6] «Arquitectura», *Domótica*, 2009. [En línea]. Disponible en: <http://arqcompus-domotica.blogspot.com.es/2009/06/arquitectura.html>. [Accedido: 23-feb-2016].
- [7] R. Carretero, «Por qué y cuando elegir un sistema domótico centralizado o distribuido», 2012. [En línea]. Disponible en: <http://www.raulcarretero.com/2012/04/17/por-que-y-cuando-elegir-un-sistema-domotico-centralizado-o-distribuido/>. [Accedido: 23-feb-2016].
- [8] M. FLORES ARRIAGA y C. A. SANCHEZ ALVAREZ, «IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO DE ARQUITECTURA DOMOTICA MIXTA USANDO COMUNICACION ZigBee.» 07-sep-2012.
- [9] INMOTICA, «Glosario de términos de Domótica», 2008. [En línea]. Disponible en: <http://www.inmomatica.com/glosario-domotica.html>. [Accedido: 23-feb-2016].
- [10] S. Veleva y D. Davcev, «Implementation Perspectives of Wireless Sensor and Actuator Networks in Smart Grid», *Adv. Mater. Res.*, vol. 433-440, pp. 6737-6741, ene. 2012.
- [11] Q. Sun, W. Yu, N. Kochurov, Q. Hao, y F. Hu, «A Multi-Agent-Based Intelligent Sensor and Actuator Network Design for Smart House and Home Automation», *J. Sens. Actuator Networks*, vol. 2, n.º 3, pp. 557-588, sep. 2013.
- [12] S. A. para el desarrollo de las Telecomunicaciones, «Estado del arte de las TIC aplicadas a la edificación», *Conserjería Econ. Innovación y Cienc.*, 2011.
- [13] J. M. Alloza, *Montaje de componentes y periféricos microinformáticos*.

IFCT0108. IC Editorial, 2014.

- [14] S. Montgomery, «X-10 basics.», *ComputerCraft*, vol. 3, n.º 12, p. 18, dic. 1993.
- [15] «Sistema domótico X10 - La Tienda de Domotica.» [En línea]. Disponible en: <http://latiendadedomotica.com/37-sistema-domotico-x10>. [Accedido: 25-feb-2016].
- [16] M. Hussain-Alanbari, D. Gachet-Páez, y J. Angulo-Zevallos, «El bus domótico KNX, una única infraestructura para todos los servicios.», *KNX bus Autom. a unique Infrastruct. all Serv.*, vol. 86, n.º 6, pp. 671-675, dic. 2011.
- [17] «¿Qué es KNX? - KNX Association [Official website].» [En línea]. Disponible en: <https://www.knx.org/es/knx/associacion/que-es-knx/index.php>. [Accedido: 25-feb-2016].
- [18] «Medios de transmisión - KNX Association [Official website].» [En línea]. Disponible en: <https://www.knx.org/knx-es/knx/tecnologia/medios-de-transmision/index.php>. [Accedido: 25-feb-2016].
- [19] «A FONDO: ZIGBEE.» [En línea]. Disponible en: <http://www.domodesk.com/a-fondo-zigbee>. [Accedido: 25-mar-2016].
- [20] B. A. Miller, T. Nixon, C. Tai, y M. D. Wood, «Home networking with Universal Plug and Play», *IEEE Communications Magazine*, vol. 39, n.º 12. pp. 104-109, 2001.
- [21] «Qué es la plataforma LonWorks – LonMark.» [En línea]. Disponible en: <https://www.lonmark.la/plataforma-lonworks/>. [Accedido: 25-mar-2016].
- [22] A. integral de E. AldeE, «Sistema Lonworks.»
- [23] A. L. España, «Introducción a la tecnología LonWorks.»
- [24] «Información Detallada sobre el Protocolo Modbus - National Instruments.» [En línea]. Disponible en: <http://www.ni.com/white-paper/52134/es/>. [Accedido: 27-mar-2016].
- [25] X. Martí Carné, «ModBUS, el protocolo Bueno, Bonito, Barato.» [En línea]. Disponible en: <http://www.xmcarne.com/blog-tecnico/introduccion-modbus/>. [Accedido: 27-feb-2016].
- [26] «Domótica Insteon .» [En línea]. Disponible en: <http://latiendadedomotica.com/303-domotica-insteon>. [Accedido: 27-mar-2016].
- [27] «INSTEON Technology.» [En línea]. Disponible en: <http://electronicdesign.com/embedded/refresh-insteon-technology>. [Accedido: 27-mar-2016].
- [28] «Protocolo INSTEON I ALHENA, Simply Smart Homes.» [En línea]. Disponible en: <http://alhenaing.com/protocolo-insteon-2/>. [Accedido: 27-mar-2016].
- [29] R. Vega, «Z-Wave: un protocolo inalámbrico para la domótica.» [En línea]. Disponible en: <http://ricveal.com/blog/z-wave/>. [Accedido: 27-feb-2016].

- [30] «A FONDO: Z-Wave, Sin Cables.» [En línea]. Disponible en: <http://www.domodesk.com/a-fondo-z-wave-sin-cables>. [Accedido: 27-mar-2016].
- [31] «ZigBee, Z-Wave, Thread and WeMo: What's the Difference?» [En línea]. Disponible en: <http://www.tomsguide.com/us/smart-home-wireless-network-primer,news-21085.html>. [Accedido: 27-mar-2016].
- [32] «Dominican Republic», *Funk & Wagnalls New World Encyclopedia*. World Book, Inc., p. 1p. 1, 2015.
- [33] J. E. Marcano M, «Geografía de la República Dominicana», 2009. [En línea]. Disponible en: <http://jmarcano.com/mipais/geografia/index.html>. [Accedido: 01-ene-2016].
- [34] «Elevaciones Republica Dominicana», 2016. [En línea]. Disponible en: http://www.dominicanaonline.org/portal/espanol/cpo_orografia5.asp. [Accedido: 26-feb-2016].
- [35] J. E. Marcano M, «Clima de la República Dominicana: Vientos», 2009. [En línea]. Disponible en: <http://www.jmarcano.com/mipais/geografia/clima/clima4.html>. [Accedido: 30-mar-2016].
- [36] ACS Asociados, «Climatología República Dominicana.» [En línea]. Disponible en: http://www.acqweather.com/Climatologia.htm#HUMEDAD_RELATIVA.
- [37] X. Rodríguez Lloveras, «Aplicación de la cartografía de inundabilidad a la reducción de la vulnerabilidad en la República Dominicana», 2008.
- [38] 3diariode3.com, «Terremotos ocurridos en la República Dominicana desde 1910», 2014.
- [39] C. Besoain y M. Cornejo, «Vivienda social y subjetivación urbana en Santiago de Chile: Espacio privado, repliegue presentista y añoranza.», *Soc. Hous. urban Subj. Santiago Chile Priv. space, sense withdrawal Nostalg.*, vol. 14, n.º 2, pp. 16-27, may 2015.
- [40] L. M. Falla Zúñiga, «Vivienda de interés social: el resultado del presupuesto equivocado.», *Rev. Derecho Público*, n.º 32, pp. 5-19, jun. 2014.
- [41] A. C. Méndez, «Vivienda social en Barcelona..... conversando con Jaume Barnada.», *Social housing in Barcelona...talking to Jaume Barnada.*, vol. 33, n.º 1. Facultad de Arquitectura ISP JAE, pp. 132-136, ene-2012.
- [42] J. Severino, «El deficit de la vivienda crece en 20,500 por año», *Listin Diario*, Santo Domingo, 06-jun-2011.
- [43] «El 66% de personas con discapacidad en República Dominicana no trabaja», 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.diariolibre.com/noticias/el-66-de-personas-con-discapacidad-en-repblica-dominicana-no-trabaja-KFDL580291>. [Accedido: 30-ene-2016].
- [44] O. M. de La Salud, «OMS | Discapacidad y salud», World Health Organization, 2015.

- [45] ONE, «Encuesta Nacional de Hogares de Propósitos Múltiples ENHOGAR-2013», 2013.
- [46] R. Ribes Pérez, *La evacuación en caso de incendio de personas con discapacidad en una vivienda*. 2012.
- [47] J. Coma, G. Pérez, A. Castell, C. Sole', y L. F. Cabeza, «Green roofs as passive system for energy savings in buildings during the cooling period: use of rubber crumbs as drainage layer», *Energy Effic.*, vol. 7, n.º 5, pp. 841-849, oct. 2014.
- [48] A. Milandru, M. Anastasiu, D. J. Stanescu, y A. F. Florea, «Renovation of residential buildings using the passive house standard», *Bul. ISPE*, vol. 55, n.º 3, pp. 54-65, ene. 2012.
- [49] Y. Wang, J. Kuckelkorn, F.-Y. Zhao, D. Liu, A. Kirschbaum, y J.-L. Zhang, «Evaluation on classroom thermal comfort and energy performance of passive school building by optimizing HVAC control systems.», *Build. Environ.*, vol. 89, pp. 86-106, jul. 2015.
- [50] J. Coma, G. Pérez, C. Sole', A. Castell, y L. F. Cabeza, «New Green Facades as Passive Systems for Energy Savings on Buildings», *Energy Procedia*, vol. 57, pp. 1851-1859, ene. 2014.
- [51] A. T. Alemu, W. Saman, y M. Belusko, «A model for integrating passive and low energy airflow components into low rise buildings», *Energy Build.*, vol. 49, pp. 148-157, jun. 2012.
- [52] F. Bougiatioti y A. Michael, «The architectural integration of active solar systems. Building applications in the Eastern Mediterranean region», *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 47, pp. 966-982, jul. 2015.
- [53] R. M. Silva, J. Arakaki, F. Junqueira, D. J. S. Filho, y P. E. Miyagi, «Modeling of active holonic control systems for intelligent buildings», *Autom. Constr.*, vol. 25, pp. 20-33, ago. 2012.
- [54] J. A. Díaz Angulo, J. J. Pérez Díez, J. A. Ferrer Tevar, y M. R. Heras, «Energetic experimental evaluation of the active systems of the RDB building 70 of the SSP-ARFRISOL», *Energy Build.*, vol. 87, pp. 272-281, ene. 2015.
- [55] F. Manteca, «Diseño de edificios de elevada eficiencia energética en construcción sostenible», *Construcción sostenible*, 2012. [En línea]. Disponible en:
http://www.eoi.es/wiki/index.php/Dise%C3%B1o_de_edificios_de_elevada_eficiencia_energetica_en_Construcci%C3%B3n_sostenible. [Accedido: 18-feb-2016].
- [56] ISO, «ISO 7730: Ergonomics of the thermal environment Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria», *Management*, vol. 3, pp. 605-615, 2005.
- [57] P. Gonzáles Roza, «El clima y principios de diseño arquitectura bioclimática en los andes tropicales», Universidad Politécnica de Catalunya, 2010.

- [58] M. Lopez, «Estrategias Bioclimáticas en la Arquitectura», en *Acercamiento a Criterios Arquitectónicos Ambientales para Comunidades Aisladas Naturales Protegidas de Chiapas*, 2003.
- [59] <http://www.bcn.cat>, «Qué hacer en caso de incendio en vivienda urbana | Qué hacer en caso de incendio | Consejos de protección civil y prevención | Bombers de Barcelona El web de la ciudad de Barcelona.»
- [60] «Instituto de Seguridad Laboral » Procedimiento ante un temblor.» [En línea]. Disponible en: <http://www.isl.gob.cl/procedimiento-ante-un-temblor/>. [Accedido: 30-mar-2016].
- [61] R. Want, B. N. Schilit, y S. Jenson, «Enabling the internet of things», *Computer (Long. Beach. Calif.)*, vol. 48, n.º 1, pp. 28-35, 2015.
- [62] M. Attard y M. Montebello, «Donet: A Semantic Domotic Framework», en *www*, 2006, pp. 997-998.
- [63] V. Miori, D. Russo, y M. Aliberti, «Domotic technologies incompatibility becomes user transparent», *Commun. ACM*, vol. 53, n.º 1, pp. 153-157, 2010.
- [64] V. Miori, D. Russo, y R. Bianchi Bandinelli, «A solution for heterogeneous domotic systems integration», *CITTEL '10 - VI Congr. Int. Telemática y Telecomunicaciones 15 Conv. Cient. Ing. Y Arquít.*, pp. 361-366, 2010.
- [65] A. Nedelcu, F. Sandu, M. Machedon-Pisu, M. Alexandru, y P. Ogrutan, «Wireless-based remote monitoring and control of intelligent buildings», en *2009 IEEE International Workshop on Robotic and Sensors Environments*, 2009, pp. 47-52.
- [66] «Mobile Statistics - Statistics Made Visual.» [En línea]. Disponible en: <http://www.mobilestatistics.com/mobile-statistics/>. [Accedido: 31-mar-2016].
- [67] Vivint, «Smart Home Use Cases Are Key to Driving Mass Market Adoption», *Business Wire (English)*. ene-9d. C.
- [68] A. F. Santamaria, F. De Rango, D. Falbo, y D. Barletta, «SmartHome: a domotic framework based on smart sensing and actuator network to reduce energy wastes», en *Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering*, 2014, vol. 9103, p. 910308.

Anexo 1: Justificación del sistema domótico propuesto

El sistema domótico a utilizar es el Sistema CastleOS + Controlador domótico CastleHUB



Ilustración 28: CastleHUB

Criterios de selección de sistema domótico

El sistema domótico seleccionado debe cumplir con los siguientes requisitos:

- El sistema domótico debe permitir la integración de distintos protocolos de comunicación permitiendo la intercomunicación de dispositivos de basados en tecnologías de inalámbricas y tecnologías cableadas.
- Fácil instalación tanto en obra nueva como en obra de reforma
- Se debe permitir la inclusión de mejoras de hardware de forma sencilla
- El sistema debe ser amigable con la interconexión digital de los objetos cotidianos de la vivienda (Internet de las cosas)[61] [62]
- El software dedicado debe de hacerse cargo del monitoreo de las variables pertinentes (temperatura interior, humedad relativa, velocidad de aire exterior) para determinar acciones a ejecutar
- Algunas variables de difícil monitorización deben poder ser determinadas de forma indirecta mediante el seguimiento de variables correlacionadas, de

manera que la detección de presencia dentro de una habitación combinada con el aumento de la temperatura y humedad en relación a las demás habitaciones debe dar indicios de un aumento en la actividad metabólica de los usuarios y requiere acciones locales para mantener el confort térmico. El controlador domótico deberá asumir estas nuevas condiciones y determinar las acciones a ejecutar para mantener el confort activamente de manera local como la apertura de ventanas y la ventilación forzada mediante el accionamiento de ventiladores

- En todo momento el usuario debe ser capaz de sobre-escribir los comandos del controlador domótico de forma local (mediante el accionado de un interruptor, apertura/cierre de ventanas o comando remoto), el controlador debe reconocer estas nuevas restricciones impuestas y determina nuevas acciones a ejecutar.
- Las restricciones se deben mantener mientras el sistema detecte presencia dentro de la habitación. Una vez que el usuario abandone la edificación el sistema debe regresar a la configuración predeterminada de mayor eficiencia energética.
- Las acciones sobrescritas por el usuario de forma repetitiva deben ser reconocidas como patrones de preferencia de uso, el sistema debe aprender estas preferencias y auto configurarse activamente.

Justificación de selección del sistema domótico

- **Integración y soporte (listo para usarse) de los dispositivos y protocolos domóticos más importantes: X10, INSTEON, Z-Wave, UPB, WeMo, LightwaveRF, Nest, Sonos, Ecobee y otros:**

Una de las problemáticas más importante en temas de automatización en edificaciones es dificultad de comunicación entre diferentes dispositivos[63]. En gran medida a esto y a los altos costos de instalación y mantenimiento se debe la poca difusión que poseen los sistemas domóticos en ambientes residenciales.

Por otra parte, la mayoría de los sistemas domótico son de carácter propietario. Esto quiere decir que las empresas desarrolladoras diseñan dispositivos con arquitectura cerrada de forma que solo se pueden comunicar con dispositivos de la misma marca y sistema[64]. Esta característica en contrario a ser una ventaja, es una limitación. El impedir la el desarrollo abierto y la comunicación entre distintos sistemas limita la versatilidad de integración y mejora.

Para fines de intervención de instalaciones domóticas existentes históricamente se ha limitado a implementar las tecnologías pre instaladas dejando muy poco espacio de maniobra para actualizar los sistemas a tecnologías más recientes.

El sistema domótico CastleOS como controlador central recibe y analiza internamente la información de cada dispositivo independientemente para luego ejecutar acciones pre programadas de acuerdo a las configuraciones del usuario. Posteriormente traduce los comandos a los dispositivos actuadores en sus respectivos lenguajes nativos. Esto permite la integración multi-sistemas de dispositivos que no tienen medios ni protocolos de comunicación en común. Poder combinar distintos sistemas de diferentes fabricantes aumenta considerablemente la vida útil del sistema y le permite adaptarse a las nuevas tendencias del mercado.

- **Arquitectura abierta, rápido soporte e integración con dispositivos inteligentes nuevos en el mercado.**

La arquitectura abierta del sistema domótico permite que cualquier desarrollador externo a la empresa tenga acceso a los códigos fuentes de programación y le permitan desarrollar nuevos sub-sistemas y dispositivos continuamente. Esta virtud mejora exponencialmente la tasa de evolución y difusión de la tecnología.

Se suministra como parte del producto soporte continuo en la integración de nuevas tecnologías y sistemas tanto abiertos como propietarios mediante actualizaciones de software y posibles mejoras de hardware.

- **Control por voz**

La implementación de comandos de voz ha sido deseada desde varias décadas pero no ha tenido mucho éxito en el mercado debido a la dificultad de desarrollar programas eficientes en el reconocimiento de voz[65].

CastleOs no posee un sistema de reconocimiento de voz nativo, sin embargo permite la utilización de programas de reconocimiento de terceros (Windows Kinect) sacando la mejor partida de décadas de desarrollo propietarios de empresas dedicadas en exclusividad a dicho tema.

Esta forma de integrar el producto de terceros garantiza la disponibilidad de recursos domóticos actualizados sin incurrir en costos de modificación de la plataforma central. Subsecuentemente el sistema permite emitir comando hablando en voz alta desde cualquier parte de la edificación.

- **Compatibilidad con sistemas operativos Smartphone iOS, Android, Windows Phone, Blackberry OS, Firefox OS, Linux.**

La interacción de los sistemas de control domótico con los dispositivos móviles es una tendencia en crecimiento. La utilización de teléfonos celulares inteligentes permite el monitoreo y control remoto de la edificación. Tanto como para definir parámetros de iluminación y climatización como para notificaciones de eventos y revisión de reportes digitales de consumo energético. La inspección remota de cámaras de seguridad por medio del teléfono celular también es una posibilidad.

La compatibilidad con los distintos sistemas operativos móviles permite indirectamente a abrirse a un mercado de +2 millones de aplicaciones y +400,000 desarrolladores de aplicaciones móviles que pueden coexistir con el sistema domótica además del desarrollo de aplicaciones dedicadas a la automatización y monitoreo de sistemas de automatización residenciales[66].

- **Compatibilidad Android Wear (SmartWatches)**

La utilización de dispositivos tecnológicos “vestibles” es un tema de vanguardia. Tener una conexión constante a los dispositivos inteligentes puede ser gran utilidad para el seguimiento y rastreo por geo localización de personas vulnerables al igual que en el monitoreo de signos vitales especialmente en personas de movilidad limitada o que estén en condiciones de salud limitadas.

Para temas de accesibilidad para discapacitados los dispositivos tecnológicos vestibles aporta una conexión directa entre el usuario y asistencia tanto humana como automatizada dentro de la edificación.

Los relojes inteligente o “Smart Watches” permiten una relación bidireccional entre el usuario y la central controladora del sistema domótico. Tanto sirven de medio para informar notificaciones y reportes como para emitir comandos digitales y de voz. Sub sistemas de acceso sin llaves “Keyless entry” son de igual manera perfectamente compatibles con el CastleOS.

- **Compatibilidad con aplicaciones multimedia Netflix, Hulu, Youtube, Amazon Prime, Pandora, Spotify, Itunes y más.**

El consumo audiovisual y multimedia ha evolucionado rápidamente en las últimas décadas. Desde los disco de vinilo y cintas magnéticas hoy día el consumo audiovisual está orientado a sistemas de difusión en continuo por suscripción a través del internet mediante aplicaciones multi-plataforma. La adquisición de discos musicales, mp3s y la renta de películas DVD ha sido desplazadas por estos sistemas ponen a disposición del usuario grandes bibliotecas digitales constantemente actualizadas de manera fácil, rápida y cómoda.

Los sistemas domóticos que perduren a las próximas décadas deben permitir la integración con los sistemas más utilizados en el suministro de contenido multimedia siendo este hoy en día un requisito solicitado por el mercado.

- **Integración con servidores multimedia MediaBrowser, Plex, Kodi/XBMC!, DirecTV**

El DirecTV y los sistemas de servidores multimedia como Media Browser, Plex entre otros, han desplazado a la televisión por cable, la televisión satelital y los sistemas de difusión de televisión analógicos.

- **Registro individualizado de consumos energéticos por dispositivos**

Mediante la utilización de dispositivos de doble funcionalidad sensores/actuadores conectados directamente a las salidas eléctricas se puede monitorear y dar seguimientos del consumo eléctrico individual de cada dispositivo dentro de la edificación. La medición del consumo eléctrico es el primer paso determinar maneras de reducirlo. A diferencia del monitoreo del consumo eléctrico centralizado, el seguimiento del monitoreo individualizado por dispositivo permite determinar patrones de consumo para su optimización mediante la inclusión de los costos de la energía de acuerdo al horario

Los sistemas típicos de monitoreo de consumo energético incluyen sensores, un dispositivo de entrada y procesado de la información y un monitor para el reporte de la información.

CastleOS permite la utilización de pequeños dispositivos que aportan tanto la función de sensor como de actuador para interrumpir el suministro eléctrico parásito para dispositivos en espera "Standby" de forma inalámbrica comunicado por medio de radio frecuencias. Para el procesado de la información se utilizaría la misma central controladora del sistema sin necesidad de recurrir a nuevas centrales de procesamiento.

- **Notificaciones vía correo electrónico y SMS**

El sistema CastleOS permite notificaciones automatizadas vía correo electrónico al tener acceso constante al internet y debido a su soporte de la tecnología GSM (Sistema global para las comunicaciones móviles) de telefonía móvil digital, puede también enviar notificaciones vía SMS (sistema de mensajes cortos).

- **Acceso remoto mediante aplicación CastleOS**

El acceso remoto implica una tecnología en la que el usuario puede acceder y tener total control de la edificación en cualquier parte del mundo vía internet. La aplicación CastleOs permite trabajar en el la central controladora domótica desde otro dispositivo terminal ubicado en otro sitio que puede ser tanto un ordenador como un teléfono inteligente o Tableta. La seguridad de la conexión se controla mediante clave de acceso y encriptación de datos.

- **Configuración y personalización sin restricciones mediante lenguaje de programación C#**

El sistema operativo CastleOS está basado en el lenguaje de programación C#. La utilización de este lenguaje de programación le ofrece robustez al sistema además de permitir un rango suficientemente amplio de personalización de parte de programadores y desarrolladores.

- **Host dedicado CastleHUB basado en PC Hardware/Windows 10**

Este sistema posee un servidor dedicado basado un ordenador PC estándar. Este ordenador presta los servicios de alojamiento y procesado de datos del sistema operativo CastleOS. Este servidor es exclusivo y no comparte recursos con otros clientes por tanto se dispone del 100% de la capacidad de procesamiento instalada. Este dispositivo es el centro del controlador domótico y se configura de manera que se adapte perfectamente a las necesidades particulares del cliente. Dentro de él se procesa y almacena la información además de encargarse de enviar los comandos los dispositivos actuadores.

Tener un servidor dedicado permite un mayor control sobre las aplicaciones que se corren en él y favorece las labores de mantenimiento y seguridad. El PC es el estándar mundial e en términos de hardware y esto acarrea la ventaja de poseer de gran soporte a nivel de programación y dispositivos periféricos.

- Integración con aplicaciones dedicadas de eficiencia energética y automatización/personalización domóticas: DawnGuard, NightShield, Likewise, EnergyEye, HungryPet, PermaLight, etc

El sistema operativo CastleOS posee aplicaciones dedicadas incluidas en la programación para dar seguimiento y control a los temas de automatización de edificación principales.

DownGard es una aplicación que se caracteriza por asegurarse de que la iluminación no permanezca encendida luego de la salida del sol. El sistema automáticamente apagará los dispositivos, grupos de dispositivos o escenas cada día luego cuando los sensores de iluminación detecten que la luz natural es suficiente para mantener un estado de confort dentro de la edificación. El programa se ajusta diariamente a la hora de amanecer local dando prioridad a la iluminación natural.

NightShield se percata de que las luces se enciendan luego de la puesta del sol. El sistema automáticamente encenderá los dispositivos, grupos de dispositivos o escenas cuando el sol se ponga. El programa se ajusta diariamente a la hora local de la puesta del sol. La aplicación también permite establecer distintos niveles de intensidad para las iluminarias en vez de permanecer completamente encendidas.

EnergyEye es un temporizador conducido mediante sensores para el apagado automático de iluminarias y dispositivos. Se pueden vincular sensores de movimiento, cierre/apertura de puertas, iluminación y demás. Las acciones se pueden sobrescribir en cualquier momento por el usuario al activar un actuador o interruptor. De usuario determina la duración del temporizador este puede ser asociado tanto a dispositivos individuales como a grupos de dispositivos. Si el sistema no detecta actividad alguna durante el tiempo preestablecido en el temporizador se activa el temporizador se activan los ajuste pre-programados por el usuario.

PermaLight esta aplicación se encarga de que las luces y demás dispositivos se mantengan bajo una configuración determinada y no pueda ser modificada incluso si se manipulan los interruptores para evitar que invitados o personas no deseadas manipulen la intensidad de las luces durante un evento. Se bloquean los comandos manuales y la configuración solo puede ser modificada mediante software.

HungryPet: Esta aplicación se encarga de controlar el dispositivo cuya función es servir alimento automáticamente las mascotas además de confirmar que el alimento ha sido consumido por el animal y guardar un registro electrónico. El usuario solo debe configurar las cantidades a servir y la frecuencia [67].

- **Posibilidad de actualización de Hardware CastleHUB.**

Al ser el CastleHUB una plataforma basa en PC las posibilidades de expansión de hardware son las de cualquier otro ordenador. Esto le permite la versatilidad de añadir dispositivos periféricos extra para cubrir aquellas funciones que no se puedan realizar de forma nativa, permitiendo varios niveles de actualización de hardware sin tener que incurrir a la necesidad de sustituir el equipo.

- **La información se almacena encriptada en un servidor local. Se evita el almacenamiento de datos en la Nube.**

La central controladora CastleHUB guarda toda la información del sistema de forma encriptada en el mismo servidor lo que favorece la seguridad. No se requiere acceso a servidores externo por lo que evitan cargos de anualidades por membresía de cuentas de almacenamiento en la nube. Se evitan además posibles fallos en el servicio y acceso de personas no autorizadas a los sistemas de seguridad de la edificación.

- **Auto aprendizaje y auto programación de acuerdo a los patrones de uso.**

Tanto el termostato inteligente como las demás aplicaciones tienen protocolos dentro de la programación que determina los patrones de utilización del usuario para auto configurarse sin necesidad de intervención externa. Estas modificaciones automatizadas de las configuraciones pueden ser sobrescritas por el usuario en cualquier momento.

- El sistema CastleOS no requiere hardware exclusivo. Puede ser instalado en un PC o servidor con Windows.

El sistema CastleOS al ser basado en pc no requiere exclusivamente de la central controladora domótica CastleHUB para ser implementada. Cualquier ordenador pc personalizado por el usuario capaz de correr Windows 10 puede ser utilizado siempre y cuando cumpla con los requisitos de hardware.

Anexo 2: Dispositivos domóticos seleccionados

Criterios de selección de dispositivos domóticos

Por dispositivos domóticos nos referimos a los aparatos electrónicos/mecánicos que cumplirán la función de sensores y actuadores dentro de la red domótica[68]. Para la selección y depuración de los dispositivos a utilizar nos servimos de los siguientes criterios:

- Posibilidad de integración con el controlador domótico seleccionado
- Disponibilidad de conexión a red por radiofrecuencias compatibles al sistema domótico
- Distribución comercial de fácil acceso en el continente Americano
- Compatibilidad eléctrica
- Portabilidad
- Función de repetidor de señal de radiofrecuencias
- Rango de cobertura de señal de radiofrecuencia
- Fácil instalación para obras de reforma
- Posibilidad de integración de mejoras
- Soporte postventa del fabricante
- Compatibilidad de ciclos de mantenimiento
- Bajo consumo energético
- Se valorará en mayor medida los dispositivos de carácter multifuncional

Controlador domótico CastleHUB

Este dispositivo es en esencia un ordenador convencional (PC) y puede ser sustituido por otro ordenador con características similares. No es requerido como hardware único para la implementación del software CastleOS. Sin embargo, este dispositivo incluye una licencia del software CastleOS con un valor de USD \$200. Se prefiere que la central controladora del sistema domótico sea un dispositivo exclusivo para esta función. El no integrar un interfaz gráfica por defecto facilita la labor de limitar el uso inapropiado



Especificaciones técnicas:

- Sistema operativo Windows 10
- Procesador Intel Celeron 2957U
- Disco duro solido 30 GB
- Memoria RAM 2GB
- Placa de redes Gigabit Ethernet, 802.11ac, WiFi
- Bluetooth 4.0
- Salidas multimedia HDMI y DisplayPort
- Lector de memoria SD 4-en-1
- Puertos 4x USB 3.0, 3x USB 2.0
- Consumo energético de 7W
- Soporte de comando de voz con Microsoft Kinect y Amazon Echo
- Soporte de integración multi-protocolos
- Acepta mejoras de Hardware

Precio: USD \$499.00

Fuente: <http://www.castleos.com/store/castlehub-details.aspx>

Aeotec bulbo LED RGB ZW098

Esta iluminaria integra la función de actuador, regulador de intensidad, y comunicación por radiofrecuencias en un solo dispositivo. Las especificaciones están dentro de las mejores del mercado. El fabricante Aeotec posee soporte técnico en América si ha comprobado la compatibilidad con el sistema CastleOS.



Especificaciones técnicas:

- Temperatura iluminación: 2,580 - 7,050 Kelvin
- 16 millones de colores
- 850 lúmenes
- Índice de reproducción cromática IRC 80
- Consumo máximo operativo: 9W
- Consumo modo espera: 0.7W
- Temperatura de operación: -10~45°C
- Humedad relativa de operación: 8%~80%
- Conexión inalámbrica Z-Wave c/ Repetidor
- 50,000 hora de vida útil
- Cobertura 180°
- Interior/exterior
- Actualización firmware inalámbrica
- Distancia de transmisión: 150m
- Intensidad regulable

Precio: USD \$49.95

Fuente: <http://www.thesmartesthouse.com/collections/aeon-labs-series-6/products/aeotec-by-aeon-labs-z-wave-plus-led-bulb-gen-5>

Sensor de humo y CO Nest Protect

El sensor Nest Protect tiene las mejores referencias del mercado. Integra en un solo cuerpo más funciones domóticas de las estrictamente requeridas, pero son de utilidad en una instalación centralizada. Pose integración por defecto con dispositivos móviles y puede ser gestionado sin necesidad de la central domótica.



Especificaciones técnicas:

- Sensor de monóxido de carbono
- Sensor de calor $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- Sensor de humedad $\pm 3\%\text{RH}$
- Sensor de presencia 120°
- Sensor de iluminación
- Micrófono omnidireccional
- Altavoz 80dB
- Sirena de alerta 85dB
- Conexión WiFi 802.11 b/g/n @ 2.4 Ghz
- Conexión inalámbrica 802.15.5 @ 2.4 Ghz
- Bluetooth de baja energía BLE
- Temperatura de: operación
- Alimentación a baterías

Precio: USD \$99.00

Fuente: <https://store.nest.com/product/smoke-co-alarm/>

Motor Z-Wave para llave de agua/gas ¼ de giro GR-105

La electroválvula GR-105 destaca por su precio. Es un dispositivo simple que integra un chip de comunicación Z-wave salvando la necesidad de tener que instalar un dispositivo de comunicación adicional.



Especificaciones técnicas:

- Control de válvulas ¼ de vuelta
- Diámetro de tuberías: ¾"
- Par Max: 60 kg.cm
- Tiempo de apertura/cierre: 5-10s
- Distancia de transmisión 50m
- Conexión Z-wave
- Botón de activación manual
- Alimentación: 12 V DC 1ª

Precio: USD \$90.21

Fuente: <http://zwaveit.com/GR-105>

Aeotec adaptador PC USB a Z-Wave Z-Stick ZW090

El adaptador Aeotec es un estándar en el mercado. Posee compatibilidad garantizada con el sistema CastleOS. Este dispositivo tiene las mejores referencias dentro del mercado.



Especificaciones técnicas:

- Frecuencias Z-wave 868.42/908.42 MHz
- Distancia de transmisión: 150m
- USB 2.0 12Mbps
- Temperatura de operación: 0 - 50°C
- Alimentación USB DC 5V

Precio: USD \$44.95

Fuente: <http://www.thesmartesthouse.com/products/aeon-labs-z-stick-gen5-z-wave-plus>

iLuv alarma vibradora inalámbrica SmartShaker 2

El dispositivo iLuv integra funciones adicionales a las estrictamente requeridas. Por defecto permite la integración de dispositivos móviles mediante una aplicación dedicada y reproducción de música.



Especificaciones técnicas:

- Integración iOS / Android
- Conectividad Bluetooth Smart
- 10 modos de alarmas configurables
- 3 niveles de vibración
- Reproducción streaming de música
- Alarma sonora de 103 decibeles
- Alimentación a baterías
- Puerto USB

Precio: USD \$29.99

Fuente: https://www.iluv.com/product_detail.asp?model=smsshaker2

P-300 elevador de techo portable

El elevador P-300 destaca por su costo. Dentro de su rango de características el dispositivo más económico que cumpla todos los requisitos para la función. Es de fabricación estadounidense y posee amplio servicio técnico en toda América.



Especificaciones técnicas:

- Capacidad de carga: 136 kg
- Velocidad de movimiento de elevación: 1.8 pulg/seg
- Motor 24VDC
- Alimentación a batería NiMH 1.8 AH
- Peso: 3 kg
- Autonomía de batería: 2-3 días

Precio: USD \$1571.54

Fuente: <http://www.rehabmart.com/product/p300-portable-ceiling-lift-2778.html>

Pista de rieles para elevación portable

Este modelo es más adecuado para las viviendas que requieran e un sistema de rieles para elevación que pueda ser transportado de una habitación a otra. Es la alternativa mucho más versátil que los sistemas de rieles de instalación fija al techo.



Especificaciones técnicas:

- Sistema de fijación por presión
- Nivel de burbuja integrado
- Medidor de presión integrado
- Capacidad de carga: 200 Kg
- Peso: 29 Kg
- Ancho efectivo: 1.8m – 2.4m
- Altura efectiva: 2.1m – 3.0m

Precio: USD \$2, 065.58

Fuente: <http://www.rehabmart.com/product/pressure-fit-patient-lift-tracks-2478.html>

Arnés de elevación tipo U

Este arnés se puede utilizar con o sin soporte de cabeza. Es adaptable a una amplia variedad de formas, tamaños y necesidades. Se puede combinar concadenas y correas opcionales mas no son un requisito. Tiene construcción en poliéster y cojines acolchados.



Especificaciones técnicas:

- Tamaño 96.5cm x 165.1 cm
- 4 puntos de soporte
- Diseño solido
- Material: poliester
- Capacidad de carga: 275 Kg

Precio: USD \$132.40

Fuente: <http://www.rehabmart.com/product/drive-padded-patient-lift-usling-11102.html>

Konig SAS-AED10 marcador telefónico con botón de pánico

Este dispositivo integra un marcador telefónico programable para situaciones de emergencia. Cuando el botón de pánico es presionado se envía una grabación a los números preprogramados.



Especificaciones técnicas:

- Conexión a línea telefónica convencional
- 3 números de emergencia pre programables
- Incluye 2 botones de pánico con cordón para el cuello
- Rango de 60m para botones de pánico
- Rango de microfon de 3m
- Funcion de Manos libres
- Alimentacion 6VDC

Precio: USD \$110.01

Fuente: http://www.amazon.com/Konig-telephone-dialer-button-SAS-AED10/dp/B00QC04RS8/ref=sr_1_2?s=photo&ie=UTF8&qid=1460894644&sr=1-2&keywords=panic+button+phone