

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN:
INGENIERIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**IMPLATACION DE UN SISTEMA INDUSTRIALIZADO DE
MADERA PARA LA MEJORA DE LA ACCESIBILIDAD DE
EDIFICIOS ANTIGUOS.**

Estudiante: ESONO ONDO, MIGUEL NVO.
Director/Directora: CUADRADO ROJO, JESÚS.
Departamento: INGENIERÍA MECÁNICA
Curso académico: 2019/2020

Bilbao, 08, septiembre de 2020

*La arquitectura moderna no significa el uso
de nuevos materiales, sino utilizar los materiales
existentes en una forma más humana.*

Alvar Aalto.

*El arquitecto del futuro se basará en la imitación
de la naturaleza, porque es la forma más racional, duradera
Y económica de todos los métodos.*

Antonio Gaudi

AGRADECIMIENTOS

La primera persona en expresar mis agradecimientos es Engracia Ondo Esono Miko, mi madre, por ser el artífice de todos los logros académicos que he podido alcanzar. Por mas que intente no existe palabras que puedan expresar el sentimiento y la gratitud hacia ti, Gracias por todo MAMÁ.

Para mis hermanas Josefa Miko y Juanita Abeme, mi gratitud hacia vosotras es infinita. Gracias por motivarme a realizar este máster.

Agradecer al colectivo de profesores que han participado en mi formación de algún modo u otro, así como aquellos profesionales que con sus charlas también han participado en mi formación.

Gracias al director de este TFM, el Dr. Jesús Cuadrado Rojo, no solo por ser director del TFM. También por su plena disposición durante todo el curso, y aprovecho de paso en agradecer a todos y cado de los profesores participantes en el máster.

Gracias al colectivo responsable de software CadWork, en espacial a Adrián Eiras y Xurxo Ojea por guiarme en las dificultades que ofrecía el software.

Índice

MEMORIA	8
Introducción	8
Objetivo.	8
Alcance	9
Antecedentes	9
Parque de viviendas de Vitoria-Gasteiz	10
Parque viviendas de Zaramaga.	11
Análisis de la problemática de la accesibilidad en los edificios de uso viviendas	12
Accesibilidad interna o vertical.	12
Accesibilidad con el espacio exterior	14
Normativa aplicable	15
Normativa Accesibilidad.	15
Norma contra incendios	20
Soluciones actuales (análisis de las alternativas)	21
Solución actual de la accesibilidad horizontal	22
Solución actual de la accesibilidad vertical	26
Características de los edificios sin ascensor.	28
Edificios de mampostería	28
Edificios de hormigón	29
Descripción de la solución propuesta.	30
Datos importantes.	32
METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO	38
Acciones sobre la estructura.	38
Hipótesis de carga	40
cálculos.	40
Cálculo de las vigas	40
CONCLUSION	46
BIBLIOGRAFIA	48
ANEXOS	49

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Mapa de ubicación de Vitoria. Fuente: Wikipedia	10
Ilustración 2. Barrios de Vitoria-Gasteiz. Fuente: Ayuntamiento de vitoria.....	11
Ilustración 3. Una pareja de mayores con dificultad para subir las escaleras. Fuente: Alicante hoy	12
Ilustración 4. Descansillo de escalera con quiebro.....	13
Ilustración 5. Portal no accesible.....	14
Ilustración 6. Dependencia de la normativa según su ubicación.....	15
Ilustración 7. Portal con rampa de acceso.....	23
Ilustración 8. Elevador de poco recorrido instalado.....	24
Ilustración 9. Obras de bajar para cota a cero. Fuente: bt2asociados.....	25
Ilustración 10. ejecución obra cota cero terminada. Fuente: bt2asociados.....	26
Ilustración 11. Estado actual de la escalera y acceso.....	31
Ilustración 12. Acabado fachada de CLT portante.....	33
Ilustración 13. Panel CLT colocado en obra. Fuente: Egoin.....	34
Ilustración 14. Sistema modular de la escalera de madera.....	35
Ilustración 15. Modulo que forma rellano sin tramo de escalones.....	35
Ilustración 16. Escalera montada y colocada en el edificio.....	36
Ilustración 17. Detalles escalera y hueco de ascensor.....	37
Ilustración 18. Estructura escalera montada.....	38
Ilustración 19. Distribución de vigas.....	41

Lista de tablas

Tabla I. Parque viviendas Vitoria. Fuente: Ayuntamiento Vitoria-Gasteiz
Tabla II. acceso al exteriores según DECRETO 68/2000, de 11 de abril
Tabla III. características de las rampas según DECRETO 68/2000, de 11 de abril.
Tabla IV. Características escaleras y cabina ascensor según DECRETO 68/2000, de 11 de abril.
Tabla V. Dimensiones de las cabinas de los ascensores adaptados.
Tabla VI. Dimensiones mínimas de cabina con entrada única o dos entradas opuestas
Tabla VII. Criterios diseño escaleras en edificios no residenciales.
Tabla VIII. Dimensionado de los elementos de la evacuación
Tabla IX. Capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura
Tabla X. Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales
Tabla XI. Clasificación de las soluciones de accesibilidad horizontal
Tabla XII. Actuaciones eliminación y reconstrucción escaleras
Tabla XIII. Valores característicos de las sobrecargas de uso
Tabla XIV. Acciones en el rellano.
Tabla XVI. coeficiente de ponderación

Tabla XVII. Momentos máximos con la hipótesis.

Tabla XVIII. coeficiente para comprobación

MEMORIA

Introducción

Todos los seres humanos nacen libres. El artículo 7 de la declaración universal de los derechos humanos (Unidas, 2020) dice, ``Todos son iguales ante la ley y tienen, sin distinción, derecho a igual protección de la ley. Todos tienen derecho a igual protección contra toda discriminación que infrinja esta Declaración y contra toda provocación a tal discriminación``. Además, en la constitución española están los artículos 19 y 49, uno que hace referencia a la libertad de elegir residencia que es el artículo 19, mientras el 49 describe la necesidad de intervención de los poderes públicos para la integración total de personas con movilidad reducida.

Las sociedades modernas se proyectan para un futuro en la que todos tienen cabida, por esa razón, cada vez existe normativa dedicada a dar visibilidad a colectivos que antes no la tenían. La constitución habla de no discriminación, a su vez existe un colectivo social que siempre estuvo olvidado y recientemente empieza a ser visibilizado por la creación de normativa sobre la accesibilidad.

La accesibilidad es un derecho fundamental y universal para los ciudadanos de movilidad reducida, sin accesibilidad no pueden ejercer sus derechos marcados en la constitución, derechos como la libre circulación, libertad de comunicación, libertad de expresión, libertad de reunión, etc.

La falta de accesibilidad puede considerarse un hecho discriminatorio para personas de poca movilidad. La falta de accesibilidad a centros comerciales, restaurantes y otros elementos privados de uso públicos es arbitraria a la constitución.

Objetivo.

El objetivo del presente proyecto es el de mejorar la accesibilidad en los edificios situados en el barrio de Zaramaga, situada en la ciudad de Vitoria-Gasteiz provincia de Álava utilizando material de construcción con cero o casi cero huellas de carbono. El proyecto se centra en una zona en concreto, y el problema al que hace referencia es a nivel estatal y los objetivos de cero barreras arquitectónicas también son estatales, llegando a ser una solución internacional en aquellas zonas donde se existan problemas de accesibilidad.

Para conseguir estos objetivos es necesario realizar un análisis profundo de la situación actual de los edificios con problemática de accesibilidad, el tipo de sistema constructivo, material de construcción utilizado, año de construcción, estado actual y los residentes. Además, aprovechando el avance científico para realizar una construcción industrializada con madera que resulta ser mucho más económica que la construcción industrial de hormigón y metal.

Dentro de los objetivos en los que se centra el presente proyecto a parte de la sostenibilidad, es la utilización de la madera como elemento estructural fiables y solo en pavimentos ni Carpintería tal como pasa en la construcción actualmente.

El objetivo de este proyecto puede resumirse en:

- Mejorar la accesibilidad de los edificios antiguos.
- Implantar un sistema industrial de construcción con madera para no solo el edificio analizado en concreto, si no también con aquellos con características similares.
- Reducir los tiempos en ejecución de la obra de mejora de la accesibilidad en los casos en los que se tiene de sustituir o modificar la escalera, ya sea para instalar un ascensor como en el proyecto o para aumentar la anchura para la evacuación.
- Fomentar la utilización de material de construcción sostenible.

Alcance

Este es el primer proyecto de esta índole, el primer proyecto hacia un concepto global de construcción sostenible e industrializada para la mejora de accesibilidad.

Se centra en encontrar un modelo estructural de madera que sea eficaz, rápido, seguro y adaptable a cualquier tipo de edificio independiente del material del que este haya sido construido. A parte de ser utilizado en proyectos de mejora de accesibilidad, también puede ser utilizado en edificios de nueva construcción consiguiendo con ella reducir las cargas procedentes de la escalera y cerramientos. El alcance no puede quedarse en una idea, tiene que ser un modelo de construcción para escaleras en edificios, tantos los de uso privado como públicos.

Antecedentes

Vitoria-Gasteiz se fundó en el siglo XII como ciudad limítrofe entre los reinos de Navarra y Castilla, en su origen esta estaba diseñada para ser un punto estratégico en la defensa de Navarra ante los ataques e intentos de conquista del reino de Castilla y como ciudad, es decir, que se crea para construir en ella una muralla defensiva.

No se considera Vitoria-Gasteiz como ciudad hasta mediados del siglo XIII después de su conquista por el reino de Castilla y empieza albergar eventos comerciales, personalidades importantes y un punto enclave en el reino de Castilla.

Con la unificación de los reinos y la centralización del castellano en el siglo XVIII en el reinado de Felipe V, se crea el reino de España y sus respectivas protoprovincias encabezadas por un representante de Felipe V.

Las comunidades autonómicas aparecen a principios del siglo XX. La comunidad autónoma de Euskereria formada por las provincias de Bizkaia, Gipuzkoa y Álava que ocupa la capital de Euskereria y a su vez tiene Vitoria-Gasteiz como capital alavesa.

Desde su fundación o creación en el siglo XII hasta la actualidad, la ciudad de Vitoria-Gasteiz ha ido evolucionando en su funcionalidad en los IX siglos de vida hasta convertirse en un referente en medio ambiente y cuidado de sus habitantes.



Ilustración 1. Mapa de ubicación de Vitoria. Fuente: Wikipedia

Parque de viviendas de Vitoria-Gasteiz

Vitoria-Gasteiz es una ciudad con estructura radial en su origen, de forma que, su crecimiento se ha ido expandiendo desde un único punto hasta formar los 31 barrios que componen la ciudad actualmente. los nuevos barrios en su distribución interna siguen una estructura diferente a la radial, los barrios actuales siguen las tendencias modernas y forman núcleos urbanos con manzanas rectangulares, las cuales son atravesadas por calles, avenidas, boulevard y plazas.

El parque de viviendas de Vitoria-Gasteiz sigue la tendencia de los barrios en cuanto la construcción de los inmuebles. Los inmuebles más antiguos se encuentran en el centro histórico de la ciudad que hoy en día se conoce como Casco antiguo, y las viviendas mas recientes son aquellas que se construyen en los barrios recientes, como es el barrio de Aretxabaleta de recién creación para satisfacer la necesidad de crecimiento y la demanda de nuevas viviendas para absorber la movilidad demográfica.

Casco viejo, Ensanche, Anglo, Arana, Judimendi, Zaramaga y Santiago son los barrios con el parque de viviendas mas antiguo de vitorias Gasteiz. Vitoria-Gasteiz tiene un parque de viviendas que ascienda a 115.367, las cuales se distribuyen en 113.768 viviendas familiares, 173 alojamientos colectivos y 1.426 que no son empadronables por razones diversas.

Viviendas según estatus			
	Numero	Superficies (m2)	
		acumulada	media
Vivienda familiar	113.768	10.751.564	95

Alojamiento colectivo	173	24.555	125
No empadronable	1.426	202.517	142
Total	115.368	10.975.636	95

Tabla I. Parque viviendas Vitoria. Fuente: Ayuntamiento Vitoria-Gasteiz

Parque viviendas de Zaramaga.

Este análisis de accesibilidad es aplicable a cualquier territorio de España, no obstante, se centra en una zona determinada para realizar un análisis mucho más completo a través de trabajo de campo acompañado con el de laboratorio. La zona elegida para ello es el barrio de Zaramaga, situado en Vitoria-Gasteiz perteneciente a la provincia de Álava.

Zaramaga es un barrio de Vitoria-Gasteiz, se encuentra a 7 minutos caminando del centro de la ciudad. Este barrio tiene límites con Arambizkarra al sur, el polígono de Betoño en el oeste, el barrio de Pilar en el este y al norte Abetxuko.

En zaramaga existe un parque de viviendas de 5.684 distribuido en sus calles, y todas ellas construidos antes de 1.980 y posterior a 1.900. El apogeo de la construcción en este barrio se data entre los 60 y 80 ambos incluidos.

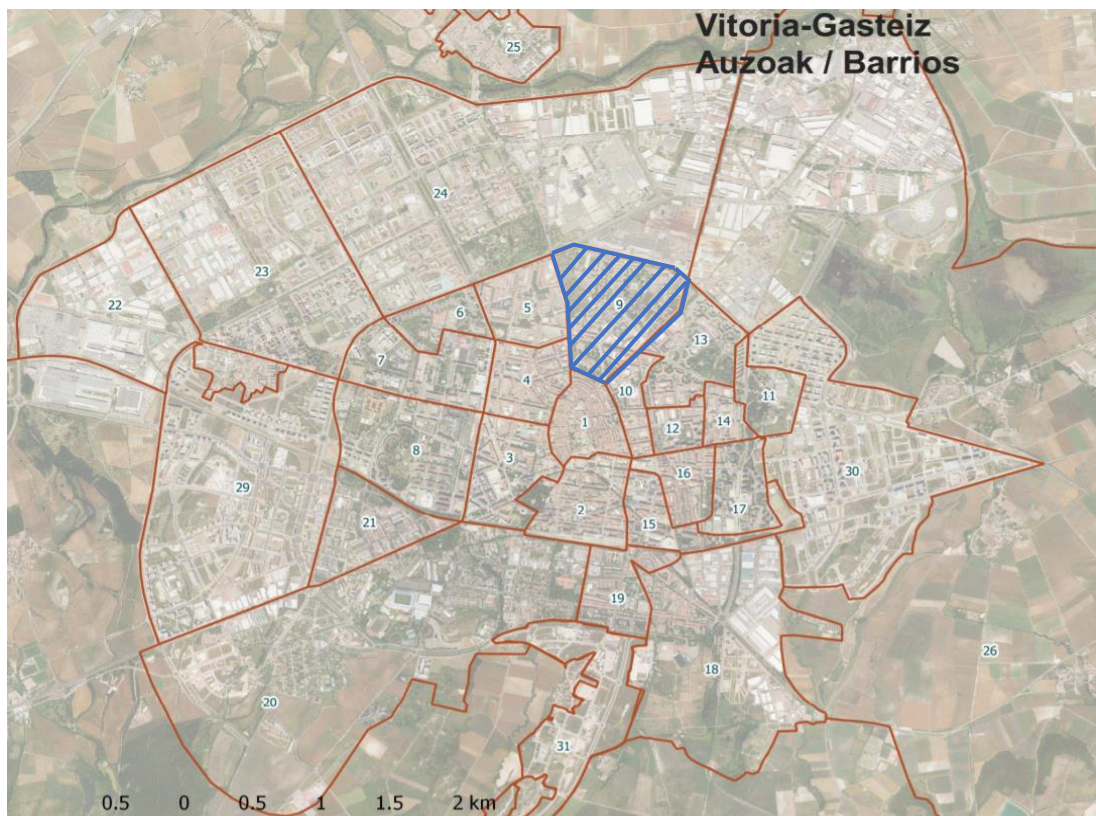


Ilustración 2. Barrios de Vitoria-Gasteiz. Fuente: Ayuntamiento de vitoria.

Análisis de la problemática de la accesibilidad en los edificios de uso viviendas

Los problemas de accesibilidad en los edificios son provocados por las barreras arquitectónicas. Dentro de este grupo se puede analizar la accesibilidad en dos aspectos, por una parte, está la comunicación interna del edificio y por otra la que hace el edificio con la calle o el exterior. Estos dos aspectos de accesibilidad son los que marcan el tipo viviendas a las que pueden acceder determinado grupo de personas en la sociedad actual.

Accesibilidad interna o vertical.

Entendemos con accesibilidad interna o vertical a la posibilidad de acceder a todas las partes necesarias tanto en la vivienda privada como en el resto del edificio, como puede ser la comunicación entre plantas, acceso a zonas comunes desde los rellanos de las viviendas hasta acceder a la azotea en caso de viviendas con cubierta transitable para toda persona sin importar su condición física o de movilidad.

El problema de accesibilidad origen de este estudio se centra en las zonas comunes, y no dentro de la vivienda privada. Se analiza los obstáculos o restricción de acceso que encuentran los residentes en el recorrido que hacen estos desde la calle hasta alcanzar el rellano que da acceso a la vivienda, llegando estos a ser insuperables por un gran número de personas lo que significa inaccesibilidad para ellos.



Ilustración 3. Una pareja de mayores con dificultad para subir las escaleras. Fuente: Alicante hoy

Tal como ya se dijo en los párrafos anteriores, este estudio se centra en el barrio de Zaramaga. Dentro del parque de viviendas de Zaramaga el 8.5% de ellas no tiene ascensor hoy en día debido a que se han ido instalando ascensores gracias a las ayudas ofrecidas por el gobierno vasco, además de los nuevos edificios que si cuentan con ascensor, un elemento fundamental que permite acceso a todos los usuarios a cualquier vivienda. La falta de ascensor en los edificios de Zaramaga limita los usuarios que pueden residir en ellos, perjudicando una parte de la población y obligándolos a buscar viviendas con características particulares como tener ascensor instalado, estas viviendas son mas caras que aquellas que no tienen ascensor y por ese precio elevado hay gente que no puede acceder a ellas por sus escasos recursos.

Vitoria-Gasteiz tiene más del 23.9% de la población con 65 años o más, si a este porcentaje se le suma las personas con movilidad reducida que habitan en el municipio, nos encontramos con un cuarto de la población que tienen restringido el uso de una

parte de las viviendas del municipio. La falta de ascensores en edificios afecta a los mayores y personas de movilidad reducida, pudiendo a llegar a convertirse en un aislamiento social involuntario, lo que significa pérdida de contacto entre personas de índole condición física. Otro aspecto que acarea la falta de ascensor o accesibilidad es la dependencia de las personas afectadas, estos no tienen acceso fácil al exterior sino se produce en malas condiciones.

Una acción tan sencilla como bajar desde un primer piso hasta el portal, para una persona joven no es más que un acto que dura unos segundos, pero para una persona de edad avanzada resulta una odisea. La dificultad de acceder al portal sin ascensor crece proporcionalmente al ritmo que se van sumando pisos superiores.

Si al problema de movilidad le añadimos el transporte de elementos voluminosos como los carros de comprar nos encontramos con problemas que no solo afecta a gente de edad avanzada ni con movilidad reducida, si que exige buena condición física a los usuarios de las viviendas con barreras arquitectónicas.



Ilustración 4. Descansillo de escalera con quiebro.

Para transportar la compra a un séptimo piso sin ascensor es necesario estar en buena condición física, se hace referencia a la compra a igual que se puede hacer sobre el gas butano ya que son elementos de primera necesidad.

Accesibilidad con el espacio exterior

La accesibilidad horizontal o comunicación del edificio con el espacio exterior es la que permite a los residentes acceder al edificio, permite acceder a la calle.

Con el Decreto 68/2000, Orden VIV/561/2010 y CTE DB SUA sigue habiendo viviendas con barreras arquitectos o poca accesibilidad entre el edificio y las zonas urbanas públicas como plazas, calles, etc.

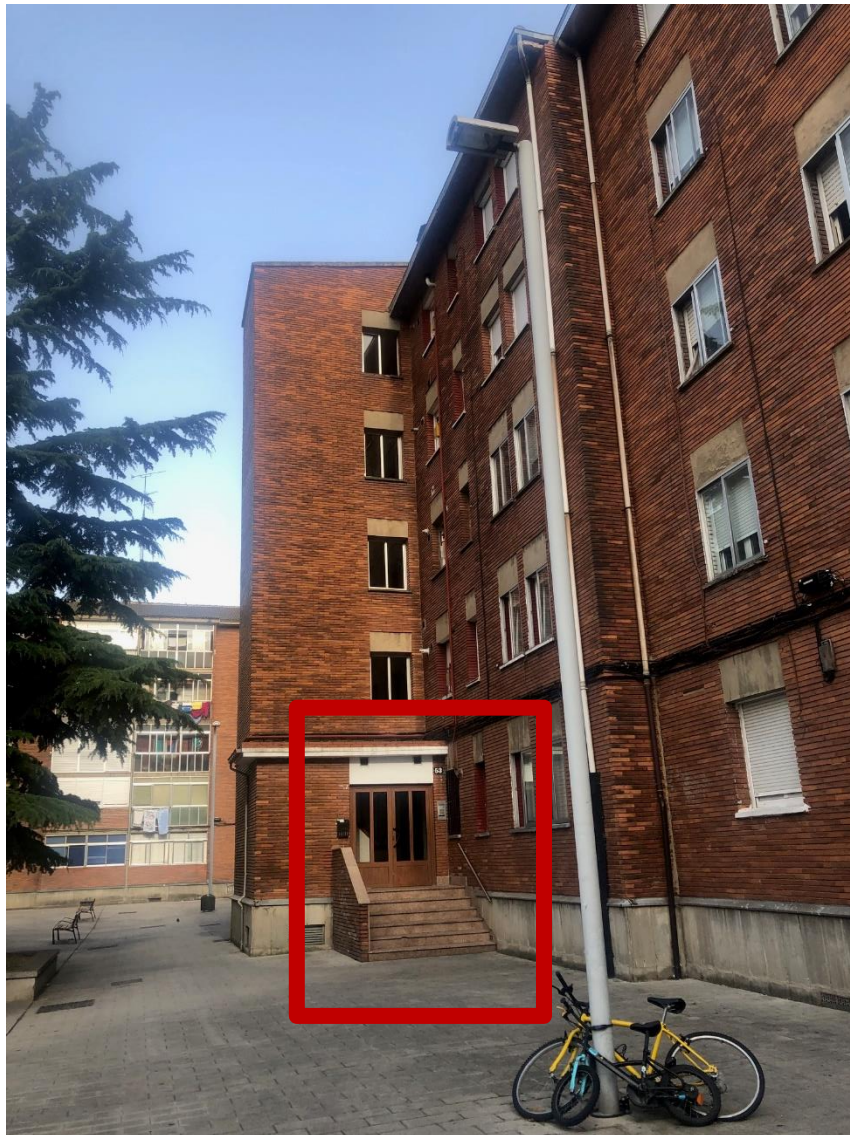


Ilustración 5. Portal no accesible.

Puede apreciarse en la ilustración 5 aquello que se ha denominado accesibilidad horizontal o exterior, unas escaleras que tienen que subir los vecinos para poder acceder a su edificio. vamos a ponernos en la situación siguiente --- imagínese un trabajador con movilidad reducida que tiene que realizar un acto tan simple como el buzoneo o un funcionario de correos--- el portal es inaccesible a toda persona con

movilidad reducida, además de un obstáculo para personas mayores impidiendo que estos puedan circular libremente ya que tendrían que bajar y subir las escaleras para cualquier gestión que estos quieran realizar en la calle. Por ejemplo, salir hacer la compra e introducirla en la vivienda, aunque vivan en la planta baja tendrán que hacer un esfuerzo físico para subir con la compra.

Para mejorar la accesibilidad de los edificios viejos que, en sus viviendas residen gente de edad avanzada, el gobierno vasco ha propuesto ayudas a las comunidades de vecinos para instalar elementos que permitan romper barreras arquitectónicas de los viejos edificios residenciales.

Normativa aplicable

Existe un marco legislativo claramente diferenciable en el estado. La normativa internacional de obligado cumplimiento y la normativa estatal, esta última afecta únicamente al estado que la redacta.

Las primeras normativas para cumplir son siempre las internacionales, de hecho, la normativa vigente de los estados se redacta bajo los estándares de las normas internacional añadiendo matices en aquellos casos en los que se considera necesario. La norma estatal de normal suele ser mas restrictiva que la internacional, lo mismo pasa con la normativa autonómica, que es mas estricta que la estatal.

Sabiendo la Pirámide (ilustración 6) que forman las normas en cuanto a su obligatoriedad se considera necesaria analizar la normativa estatal, y la autonómica si esta existe. No se puede redactar normativa de menor rango si no cumple con aquellas normativas que la preceden.

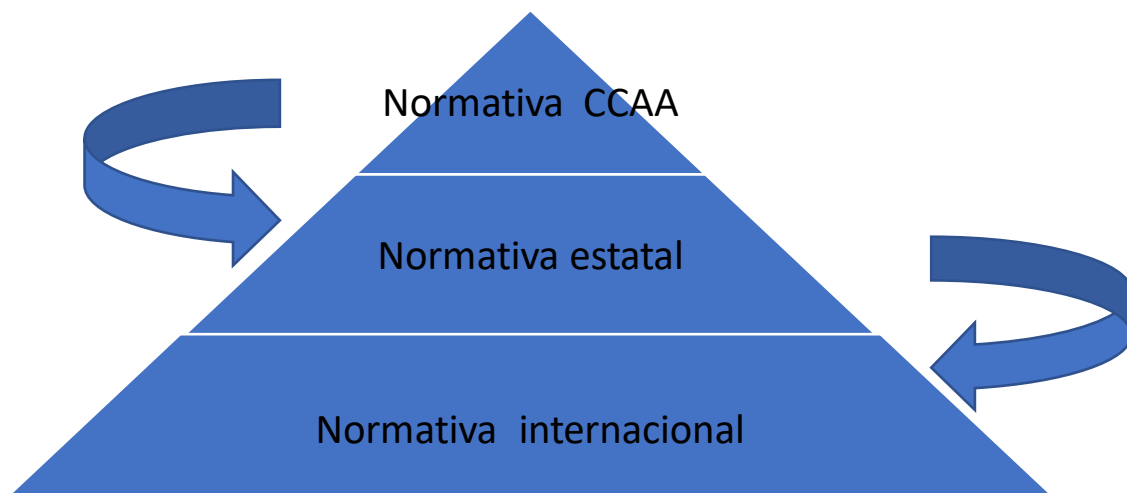


Ilustración 6. Dependencia de la normativa según su ubicación.

Normativa Accesibilidad.

Todas las sociedades están regidas por normas. Las normas son herramienta de orden social diseñadas y redactadas para preservar los derechos y libertades de los ciudadanos, porque sin normas no puede existir sociedad civilizada. Sin normativa se viviría en un caos donde se rige por la ley del caos, la ley del más fuerte, la ley de la

selva, etc. Sin norma se extinguen los derechos y libertades de todas, predomina la anarquía y la fuerza, la razón y la ética pasan a ser un mero mito. La normativa está en todas las escalas de la sociedad y en todos los sectores, esta se modifica según las necesidades de bienestar general.

Dentro del abanico normativo español, existe una serie de ellas que afectan directamente a la accesibilidad, a parte de la norma general que es la constitución. La constitución a groso modo define la libertad y la igualdad de todos.

Dentro del marco legislativo de la accesibilidad se puede encontrar recomendaciones, por una parte, por otra normativa. La principal diferencia entre ambas características es la obligatoriedad de cumplimiento de las normativas, en cuanto a las recomendaciones, tal como indica su nombre no son de obligado cumplimiento siempre que el resultado cumpla con la normativa. La normativa sobre accesibilidad a cumplir para cualquier obra nueva o reforma es el **DECRETO 68/2000, de 11 de abril**, a nivel estatal, también las recomendaciones del **CTE**. A nivel autonómico está la **GUIA DE APLICACIÓN DE LA NORMATIVA TÉCNICA VIGENTE EN MATERIA DE ACCESIBILIDAD EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO** (Julio 2012). Todos los documentos mencionados anteriormente son extensos en su contenido de accesibilidad, entre sus paginas se rige o recomiendo sobre la accesibilidad en general abarcando la accesibilidad a todo tipo de elementos, sean móviles o fijos. En el caso que nos ocupa solo se detalla la parte de la normativa que hace referencia a la accesibilidad a los edificios de residencias.

Dentro de la normativa de accesibilidad solo se tendrá en cuenta aquella relacionada con la escalera, por una parte, y ascensor por otra. Esta decisión se toma porque la reforma de accesibilidad diseñado, así como la solución a los problemas de la accesibilidad descarta la instalación de elementos que no sea escalera y ascensor.

- **DECRETO 68/2000, de 11 de abril.**

El DECRETO 68/2000, de 11 de abril, es la base que regula la accesibilidad de las personas con movilidad reducida a nivel estatal. Sus indicaciones son de obligado cumplimiento. Esta normativa recoge las condiciones técnicas de accesibilidad a los edificios ya sean públicos o privados en su anejo III (CONDICIONES TECNICAS SOBRE ACCESIBILIDAD EN LOS EDIFICIOS).

La escalera es uno de los elementos principales de comunicación vertical en los edificios. Sirve para acceder a los distintos niveles del edificio para personas que carecen de problemas de movilidad, además de ser un elemento de emergencias. La imposibilidad de utilizar los medios de traslados verticales de los edificios en los casos de emergencia proporciona a la escalera mayor protagonismo, como único elemento de evacuación del edificio en los casos de emergencias.

Para su correcto diseño, y cumplimiento de la normativa, la escalera tiene que cumplir las especificaciones siguientes:

- No podrán construirse peldaños aislados.
- La altura libre de paso mínima bajo las escaleras será de 2,20 m.
- Las escaleras estarán dotadas de contrahuella y carecerán de bocel.
- Están prohibidos los solapes de escalones.

- El intradós del tramo más bajo de la escalera se ha de cerrar hasta una altura mínima de 2,20 m.

Los criterios de diseño no correspondientes a edificios residenciales de uso viviendas no son incluidos, no porque no sean importantes si no porque no afecta el criterio de diseño, ni las características de los elementos. Los criterios de diseño según el Decreto 68/2000 se muestran las siguientes tablas:

Elemento	Edificio publico	Edificios viviendas
Lateral puerta exterior	Ø libre de obstáculo 1,80m	Ø libre de obstáculo 1,50m
Angulo de apertura	> 90°	> 90°
Anchura mínima hueco	0.90m	0.90m
Anchura puerta dos hojas	0.90m paso libre	0.90m paso libre

Tabla II. acceso al exteriores según DECRETO 68/2000, de 11 de abril.

Rampas	Anchura		Altura		pendiente		
	público	viviendas	público	viviendas	público	viviendas	
anchura mínima	1.80m	1.00m					
pendiente máxima					≤10% para L>3m	≤10% para L>3m	
longitud máxima							10m sin rellano
longitud mínima							1.5m viviendas
Altura bordillos			5cm	5cm			

Tabla III. características de las rampas según DECRETO 68/2000, de 11 de abril.

elemento	Anchura	Altura	profundidad	pasamos	pulsadores	
escalera	--	2.20m	--	105cm +/-		
C. Ascensor	≥ 1.10m	--	≥ 1.40m	0.95 m +/-	0.90m a 1.20m	

Tabla IV. Características escaleras y cabina ascensor según DECRETO 68/2000, de 11 de abril.

• CTE.

El código técnico de la edificación (CTE) es una normativa de obligado cumplimiento para el sector de la construcción, especialmente la construcción de edificios. El mismo documento es a su vez es una guía de recomendación para otras construcciones que no están contempladas en su ámbito de aplicación, en sus páginas se encuentra las recomendaciones sobre todas las medidas para cumplir con la normativa vigente en el sector de la construcción. Este documento, siempre y cuando se cumpla sus recomendaciones, garantiza la tranquilidad de aquellos que están en este sector y la obligatoriedad de la normativa, de hecho, las recomendaciones del CTE están basadas en la normativa del estado, siguiendo con recelo el cumplir cada una de las normas cumpliendo sus recomendaciones.

El documento básico (DB), seguridad de utilización y accesibilidad (SUA/2) Adecuación efectiva de las condiciones de accesibilidad en edificios existentes, es la parte del CTE en la que se detallan las recomendaciones en materia de accesibilidad, las dimensiones y los criterios de diseño para edificios existentes. Es importante recalcar esa parte, porque el estudio se base en la mejora de la accesibilidad de los edificios existentes y no en los de nueva construcción. Para hacer ameno la lectura del documento solo se analizan los elementos que vayan a modificarse en la mejora de la accesibilidad, la escalera y todos los elementos restantes que la componen, la cabina del ascensor junto con los componentes que facilitan su uso y todos aquellos elementos que permitan a las personas con

discapacidad moverse libremente sin barreras arquitectónicas dentro de los edificios de uso residencial.

El CTE DB SUA en su anejo B, apartado B.3 viene especificado lo siguiente: Instalación de ascensor en fachada: Esta intervención consiste en situar el ascensor en las fachadas, tanto en la parcela del edificio como sobre dominio público. En ocasiones puede afectar al dominio público o a condiciones urbanísticas exigidas al edificio, en cuyo caso queda sujeta a la autorización administrativa del órgano competente. También puede afectar a elementos privativos, como terrazas en fachada, en cuyo caso únicamente es viable si existe acuerdo entre los propietarios o si es de aplicación el “supuesto de expropiación”.

A continuación, se va a detallar las características de los elementos de accesibilidad mediante unas tablas, analizando cada elemento.

Puertas	Dimensiones mínimas de la cabina para usuarios de silla de ruedas	
Con puertas adyacentes	125 x 125 cm o bien 120 x 140 cm (anchura x profundidad)	Las puertas se sitúan lo más alejadas del rincón que forman los lados en los que se encuentran las dos puertas
Con una puerta o dos enfrentadas:	125 x 125 cm o bien 120 x 140 cm (anchura x profundidad)	

Tabla V. Dimensiones de las cabinas de los ascensores adaptados. Fuente: CTE

Dimensiones mínimas de cabina	Carga mínima	Tipos de silla
100 x 125 cm (anchura x profundidad)	450 kg	Silla manual o motorizada de tipo A sin acompañante
110 x 140 cm (anchura x profundidad)	630 kg	Silla manual o motorizada de tipo A o B con la presencia de un acompañante

Tabla VI. Dimensiones mínimas de cabina con entrada única o dos entradas opuestas. Fuente: CTE

La clasificación de las sillas a la que hace referencia el CTE procede de la Norma EN 12183 y de la Norma EN 12184 respectivamente. En estas dos normas europeas, destinada más para fabricantes de sillas de ruedas que para los instaladores, se define las condiciones, características, dimensiones, etc... que deben cumplir las sillas de ruedas sean manual o motorizada.

Otro elemento principal que marca la accesibilidad son las escaleras. Son el elemento estructural imprescindible en cualquier tipo de edificación para permitir la accesibilidad vertical a las personas, siempre y cuando estas no tengan problemas de movilidad. Las escaleras al ser un elemento imprescindible en el edificio, tiene un mayor control por su doble uso.

Está la norma de accesibilidad, la que se detalla en este párrafo, la que indica las características que deben cumplir las escaleras para considerarlas accesibles.

Escaleras de uso restringido. Son aquellas que NO tienen uso público, comercial, sanitario, centros de enseñanza o usuarios especiales. Digamos coloquialmente, la escalera de una vivienda privada.

- La anchura será mínima de 80 cm.
- La contrahuella será de 200 mm, como máximo, y la huella de 220 mm, como mínimo. La dimensión de toda huella se medirá, en cada peldaño, según la dirección de la marcha. En escaleras de trazado curvo, la huella se medirá en el eje de la escalera, cuando la anchura de esta sea menor que 1000 mm y a 500 mm del lado más estrecho cuando sea mayor. Además, la huella medirá 50 mm,

como mínimo, en el lado más estrecho y 440 mm, como máximo, en el lado más ancho.

Elementos	Criterio de diseño
Peldaño	En tramos rectos, la huella medirá 28 cm como mínimo. En tramos rectos o curvos la contrahuella medirá 13 cm como mínimo y 18,5 cm como máximo, excepto en zonas de uso público, así como siempre que no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, en cuyo caso la contrahuella medirá 17,5 cm, como máximo. La huella H y la contrahuella C cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación siguiente: $54 \text{ cm} \leq 2C + H \leq 70 \text{ cm}$.
Tramos	Excepto en los casos admitidos en el punto 3 del apartado 2 de esta Sección, cada tramo tendrá 3 peldaños como mínimo. La máxima altura que puede salvar un tramo es 2,25 m, en zonas de uso público, así como siempre que no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, y 3,20 m en los demás casos. La anchura útil mínima del tramo de la escalera será 1.00m.
Pasamanos	Las mesetas dispuestas entre tramos de una escalera con la misma dirección tendrán al menos la anchura de la escalera y una longitud medida en su eje de 1 m, como mínimo. El pasamanos estará a una altura comprendida entre 90 y 110 cm. El pasamanos será continuo en todo su recorrido, incluidas mesetas, y se prolongarán 30 cm en los extremos, en ambos lados.
Mesetas	Las mesetas dispuestas entre tramos de una escalera con la misma dirección tendrán al menos la anchura de la escalera y una longitud medida en su eje de 1 m, como mínimo. La anchura de la escalera no se reducirá a lo largo de la meseta. La zona delimitada por dicha anchura estará libre de obstáculos y sobre ella no barrerá el giro de apertura de ninguna puerta.

Tabla VII. Criterios diseño escaleras en edificios no residenciales.

- GUIA DE APLICACIÓN DE LA NORMATIVA TÉCNICA VIGENTE EN MATERIA DE ACCESIBILIDAD EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO.**

La guía de aplicación de la normativa técnica vigente en materia de accesibilidad en la Comunidad Autónoma de País Vasco esta realizada en base a la estructura del Decreto 68/2000, de 11 de abril. No obstante, el documento está redactado en base a los siguientes criterios:

- 1.- Se han asumido los criterios más garantistas de las Normativas reguladoras en cada ámbito.
- 2.- En aquellas cuestiones en las que no se debate la mayor o menor garantía de lo dispuesto por las normativas, se han adoptado los criterios previstos por la Normativa Básica.
- 3.- Han sido incorporados a la presente guía aquellos aspectos que no habían sido abordados en el Decreto.

Esta guía pretende aclarar aquellos aspectos de la normativa en los que exista alguna laguna, aspectos que están incompletos o no quedan claramente definidos en la normativa existente a nivel estatal.

La mayoría de las recomendaciones recogidas en esta guía proceden del Decreto 68/2000, de 11 de abril y del CTE, excepto algunas procedentes de algún decreto autonómico del gobierno vasco.

Analizada la GUIA DE APLICACIÓN DE LA NORMATIVA TÉCNICA VIGENTE EN MATERIA DE ACCESIBILIDAD EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO, se puede afirmar rotundamente que este documento es una combinación del DECRETO 68/2000, de 11 de abril y del CTE DB SUA. Existen anejos dentro de la guía en la que se ha modificado o añadido requisitos, en lo que se refiere a la parte de las escaleras y ascensor el contenido es el mismo que las normas antes mencionadas.

Norma contra incendios

La otra norma que marca las condiciones de acceso de un edificio, así como las características de los materiales es la normativa de protección contra incendios.

Existe actualmente dos tipos de enfoque en la protección contra incendios, activa y pasiva. La protección pasiva se integra en el diseño del edificio, es decir, es la protección que depende del diseño que se le da al edificio, diseño como evitar grandes distancias entre los puntos alejados y las zonas de evacuación, puntos como las puertas de las viviendas y las escaleras. La protección activa es complementaria a la pasiva, se trata de sistema o elementos instalados en el edificio tras su construcción para minimizar el riesgo de incendio, permitir la evacuación segura en caso de incendio y extinguir el incendio.

Existe normativa y recomendaciones, al igual que en el caso de la accesibilidad. Como normativa están El Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Edificios Industriales y El Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, en la parte de las recomendaciones se tiene el código técnico de la edificación, documento básico, seguridad en caso de incendio (CTE DB SI).

El reglamento de seguridad contra incendios en edificios industriales se descarta al tratarse de un edificio de uso viviendas. Por ello solo se tiene en cuenta la parte de la normativa contra incendios dedicada a los edificios de uso viviendas, El Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios y las recomendaciones del CTE.

También se puede descartar El Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, teniendo en cuenta únicamente las recomendaciones del CTE por su contenido sobre la protección pasivo, la que depende del diseño y los materiales a utilizar en el proceso constructivo.

- **Documento Básico de Seguridad en caso de incendio (DB SI).**

SI 3 Evacuación de ocupantes y SI 6 Resistencia al fuego de la estructura son los apartados del Documento Básico de seguridad contra incendios que afectan al proyecto, uno para conocer la resistencia al fuego que deben de los elementos estructurales (SI 6) y el otro (SI 3) para las dimensiones de los elementos de evacuación.

El SI 3 se desarrolla sobre la evacuación en caso de incendios. Esta no se puede realizar sin conocer el numero de personas a evacuar en caso de incendio, dato que se toma según el mismo documento como 1persona/20m² em viviendas privadas de uso residencia.

Se trata de un edificio viviendas con una única salida para evacuación en caso de incendios. El numero de plantas de la tipología de edificio analizada oscila entre 4 y 6, y el numero de viviendas por piso esta entre 2 y 4.

A continuación, se resume mediante tablas los elementos restantes integrados en el proyecto.

Tipo de elemento	Dimensionado
Escaleras no protegidas ⁽⁸⁾ para evacuación descendente	$A \geq P / 160^{(9)}$
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)^{(9)}$
Puertas y pasos	$A \geq P / 200(1) \geq 0,80 \text{ m}^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.

Tabla VIII. Dimensionado de los elementos de la evacuación

A= Anchura del elemento, [m]

P= Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

Anchura de la escalera en m	Escalera no protegida	
	Evacuación ascendente ⁽²⁾	Evacuación descendente
1.00	132	160
1.10	145	176
1.20	158	192

Tabla IX. Capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura

En la parte correspondiente a la resistencia de los elementos estructurales principales, el CTE DB SI en su apartado SI 6 dice lo siguiente sobre la resistencia al fuego: "Se admite que un elemento tiene suficiente resistencia al fuego si, durante la duración del incendio, el valor de cálculo del efecto de las acciones, en todo instante t, no supera el valor de la resistencia de dicho elemento. En general, basta con hacer la comprobación en el instante de mayor temperatura que, con el modelo de curva normalizada tiempo-temperatura, se produce al final del mismo".

Como se podrá observar mas adelante, la resistencia que se exige a los elementos estructurales principales depende del tipo de uso, la altura de edificio bajo o sobre rasante.

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante		
		altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120

Tabla X. Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales.

⁽¹⁾ La resistencia al fuego suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa sectores de incendio es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un sector de incendios, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la resistencia al fuego suficiente R que se exija para el uso de dicho sector.

Soluciones actuales (análisis de las alternativas)

Es necesario eliminar las barreras arquitectónicas que se dan tanto en la accesibilidad horizontal y vertical para conseguir una movilidad total de todos los usuarios sin importar su condición física o la edad de estos.

La solución que se da a los problemas de accesibilidad no elimina las barreras arquitectónicas en su totalidad. Depende de que accesibilidad se este trabajando se puede conseguir eliminar los obstáculos o hacer un parche que facilite un poco más la movilidad, pero sin eliminar las barreras. Se puede solucionar la accesibilidad vertical con un método que no es aplicable en la accesibilidad horizontal y viceversa.

La ejecución de solución diferente según la accesibilidad no tiene que implicar que su la utilización de este no se pueda combinar con las otras soluciones, no es necesario hacer una única solución para ambos problemas de accesibilidad.

Para proceder con la descripción de las soluciones actuales es necesario realizarlo por separado, tal como ya se hizo en la descripción de los problemas de accesibilidad.

Solución actual de la accesibilidad horizontal

De los problemas de accesibilidad, este es el que tiene más opciones de soluciones. Existe un abanico de soluciones para la accesibilidad horizontal que se puede dividir en dos grupos, las soluciones de accesibilidad que se realizan en el interior del edificio y las que se realizan en el exterior ocupando espacio público. En la tabla se puede apreciar mejor la clasificación de las soluciones según su ubicación interna/externa y según la ocupación de espacio. La clasificación que se muestra en la tabla esta realizada bajo criterio propio tras analizar varios edificios en los que se han ejecutado estas obras.

Solución accesibilidad	Ubicación de solución	
	Exterior	Interior
Rampas de accesibilidad	Si	Si
Plataformas elevadoras	No	Si
Cota cero	No	Si

Tabla XI. Clasificación de las soluciones de accesibilidad horizontal.

- **Rampas de accesibilidad.**

Las rampas de accesibilidad consisten en crear una explanada dotada de una pendiente cuya función es comunicar dos puntos que se encuentran diferentes cotas. La ocupación de superficie por las rampas depende de la diferencia de cota que deben salvar, eso se debe a que, existe una normativa de accesibilidad en la que existe una pendiente máxima. Esta solución de accesibilidad se ejecuta tanto en el interior como en el exterior de los edificios. La posibilidad de construir rampas para accesibilidad en la exterior queda limita a la ubicación del edificio, de modo que, los edificios cuyos portales estén en aceras no pueden ejecutar rampas de accesibilidad en el exterior, solo podrán en el interior si tiene suficiente espacio. El CTE en su DB SUA 1 en el pto 4.3 establece que la pendiente máxima permitida es 12%, excepto en los siguientes casos, las que pertenezcan a itinerarios accesibles, cuya pendiente será, como máximo, del 10% cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8% cuando la longitud sea menor que 6 m y del 6% en el resto de los casos. Si la rampa es curva, la pendiente longitudinal máxima se medirá en el lado más desfavorable. Tomando como ejemplo la pendiente del 10, vemos que para superar un desnivel de 1m se necesita una rampa de 10m en horizontal.

Las rampas de accesibilidad están hechas de fabrica de ladrillo y hormigón en masa sobre una malla. Primero se empieza con un replanteo de la rampa, a continuación, se colocan las hilares de los ladrillos siguiendo los límites marcados en el replanteo hasta alcanzar la cota en cada punto de la pendiente. Una vez colocados los ladrillos se rellena el recorrido con grava y se compacta, por último, se coloca la malla y se hormiga.

Una vez terminado con los trabajos de la ejecución de la rampa en sí, y con el hormigón fraguado se instalan las barandillas. La ejecución de la rampa es bastante rápida excepto en la última fase, fase en la cual se hormigona y se tiene que esperar el fraguado de este. Los trabajos de construcción de la rampa suelen oscilar desde los 3 días hasta semanas.

Estos trabajos cuando son en el exterior no suelen molestar a las vecinas, en cambio los internos si, ocupan espacio y transmiten ruido por vibraciones. En las ilustraciones 3 y 5 se puede apreciar la diferencia de un portal sin rampa y uno con rampa, también se puede ver la ocupación de la rampa en el espacio público.

Esta solución es muy popular debido a su bajo coste económica.



Ilustración 7. Portal con rampa de acceso.

- **Plataformas elevadoras o elevador de corto recorrido.**

A diferencia de las rampas que pueden ubicarse tanto en el interior como en el exterior de los edificios, las plataformas únicamente pueden instalarse en el interior de los edificios.

Las plataformas son elementos mecánicos con la función de subir y bajar en pequeñas alturas.

Esta solución se utiliza en aquellos edificios con acceso directo a la calle, con una diferencia de cota muy alta entre la cota cero que es la calle y el rellano de portal, y no disponga de espacio suficiente para una rampa.

El elevador de corto recorrido consiste en una plataforma es un mecanismo de movimiento horizontal que puede alcanzar los 3m de altura, pese a que en la mayoría de los edificios donde están instalados siempre están recorriendo distancias inferiores. Consiste en un sistema mecánico instalado sobre un foso de 15 cm y anclado al cerramiento o suelo. La instalación suele ser rápida porque viene todo el sistema preparado o incluso montado y listo instalar en la zona, no requiere de grandes reformas del espacio por su versatilidad de ser anclado en el pavimento o en los cerramientos.



Ilustración 8. Elevador de poco recorrido instalado.

La instalación de elevadores de poco recorrido no es posible en todos los portales debido a sus dimensiones, por ello la solución es solo para portales con suficiente espacio que permite el tránsito de los residentes a su vez que haya una superficie libre de 0.950x1250m. para los edificios analizados y los que se detallan más adelante, no es posible instalar un elevador de corto recorrido por falta de superficie.

El coste de esta solución es mucho más elevado que hacer una rampa. Se tiene que comprar el elevador, realizar los trabajos de acondicionamiento de la zona de instalación.

También están las sillas eléctricas que van ancladas a la escalera, aunque son más económicas en comparación con las plataformas en un principio. Estas tienen el inconveniente de reducir la anchura de la escalera hasta la mitad dependiendo de la anchura de la escalera y de la misma silla.

- **Bajar a cota cero.**

Bajar a cota cero consiste en descartar la instalación de elementos como elevadores de corto recorrido, rampas o escaleras que comuniquen el relleno del portal con el exterior.

Esta solución requiere que en el edificio haya instalado ya un elemento de comunicación entre plantas mecánicas, es decir, que hay un ascensor previamente o que este vaya a instalarse. Este proceso constructivo consiste en eliminar el desnivel entre la calle y el pavimento del portal, bajando este último a la cota de la calle.

El primer trabajo en situ es el picado del pavimento hasta alcanzar cota diseñada en el proyecto, una vez terminados los trabajos de picar el pavimento vienen los de rellano y compactación de la grava que sirve de base para el hormigón. Para el hormigón o mezcla de cemento se sigue el procedimiento de vertido, vibrado y curado. Este proceso constructivo se realiza en dos ocasiones, hacerlo en una dejaría a los vecinos incomunicados y encerrados en sus residencias.

Para los vecinos resultan muy molestas las actuaciones que se llevan a cabo en la ejecución de esta solución, las vibraciones provocadas por el martillo pica pica, el ruido de las herramientas eléctricas y los residuos que se generan.



Ilustración 9. Obras de bajar para cota a cero. Fuente: bt2asociados.



Ilustración 10. ejecución obra cota cero terminada. Fuente: bt2asociados

Los tiempos de ejecución de la solución de accesibilidad horizontal depende mucho del tiempo de solución que se esta ejecutando. Bajar a cota cero, elevador de corto recorrido y rampa de acceso, se pueden ordenar así según cual ejecución necesita mayor tiempo de ejecución, así pues, el mismo orden sirve para ordenarlos por el precio de solución.

Solución actual de la accesibilidad vertical

la problemática de la accesibilidad vertical sigue siendo un problema sin solución. Las soluciones realizadas no eliminan el problema de la accesibilidad, aunque facilita la comunicación para aquellos que sin la solución pueden moverse con total libertad.

Podemos apreciar dos tipos de actuación en el caso de accesibilidad vertical. La solución mas ejecuta es la instalación de ascensor únicamente, luego están aquellos en los que se ejecuta un proyecto completo con demolición de escaleras.

- **Instalación de ascensor únicamente.**

La solución para la accesibilidad vertical realizada en los edificios consultados ha sido la instalación de ascensor, esta condición no cumple con la normativa de accesibilidad. Los ascensores instalados no cumplen con accesibilidad debido a los puntos de estacionamientos, no se realizan en los rellanos de las entradas a las viviendas, se hacen en los descansillos de las escaleras y la gente usuaria del ascensor tiene que subir o bajar escalones, aunque exista un ascensor instalado.

La instalación de ascensor con paradas en los descansillos no elimina los problemas de accesibilidad, lo único que hace es reducir el numero de escalones para poder acceder a su vivienda. Esta solución se puede resumir en, para usted acceder a su vivienda tiene que subir o bajar por las escaleras si o si, lo mismo que para salir a la calle.

Otro problema que acarea la instalación de ascensor es la eliminación de los elementos de ventilación natural. Para la colocación del ascensor se tiene que eliminar la fachada de las escaleras, y crear otro cerramiento nuevo con huecos para colocar las puertas del ascensor. La ejecución de los trabajos de albañilería

es manual y lenta, genera ruidos y residuos, y produce malestar en los residentes.

- **Instalación de ascensor con demolición de la escalera antigua y construcción de una nueva.**

Esta solución es la más completa, contiene una reforma total de la accesibilidad a las viviendas y elimina la totalidad de barreras arquitectónicas.

El proceso consiste en instalar ascensor, retirar la escalera y ejecutar una nueva adaptada al funcionamiento del ascensor. La base de esta actuación consiste en quitar la escalera vieja, hacer una nueva y que esta se ajuste al ascensor quedando los rellanos de la escalera y las puertas del ascensor con acceso directo a las puertas de las viviendas.

Es una solución completa, en cambio tiene demasiado hándicap que no lo hacen viable en la práctica, de 10 edificios visitados en ninguna se ha realizado en proyecto de reforma total, no quiero decir que no se haga, sino que no se ha visto uno con esa actuación.

Los principales hándicaps para este tipo de proyecto son el tiempo de ejecución, el acceso a las viviendas y costes del proyecto.

En cuanto a los tiempos de duración de este tipo de proyectos, se estiman que duran meses. Los trabajos se ejecutan en tres fases en las escaleras, la retirada de la escalera vieja tiene menor duración que las actividades restantes. En la segunda fase se hacen los trabajos de encofrado y armado, y en la última fase se hormigona.

para primera fase de las labores de sustitución de la escalera vieja es necesario desalojar las residencias el tiempo que dura la obra, condición indispensable por la falta de acceso a las viviendas y para la seguridad de los residentes. Dicha condición resultará ser la más perjudicial para los residentes por su obligación de abandonar sus residencias por largo periodo, a parte, conlleva realizar un transporte de enseres necesarios para el tiempo de estancia fuera de la vivienda.

Existen casos en los que los vecinos no son desalojados de sus viviendas, en esos casos estos tienen que acceder a sus viviendas desde andamios montados en la fachada. Acceder a la vivienda por la terraza conlleva inseguridad y riesgo para los vecinos, a esto súmalo los efectos de convivir con la ejecución de la obra, el ruido, las vibraciones y los residuos generan un ambiente molesto para los propietarios de las viviendas.

Una vez que los residentes se instalan fuera de las residencias se empiezan con los trabajos de ejecución. Los trabajos de cambio de escalera consisten en la eliminación de la escalera vieja, también los rellanos utilizando una sierra de corte manual guiada por unos carriles o un martillo pica pica. A continuación, se perfora el forjado donde irán introducidos los redondos de las escaleras para conectarlos entre sí, después empiezan los trabajos de encofrado de la escala y estos son ejecutados de forma manual por operarios. Antes de hormigonar se coloca el armado sobre el encofrado, por último, se hormigona.

Los trabajos de alicatados y resto de trabajos de acabados si pueden realizarse con los residentes ya en el edificio, si bien se recomienda realizarlos aprovechando la reubicación de los residentes de sus viviendas.

Todas las actividades ejecutadas en el proyecto conllevan una serie de riesgos que se resumen en la tabla

Actividad	Duración Estimada		Riesgos	
	Normativa	real	estructural	humano
Corte forjado	Presto	ejecución	alto	alto
Encofrado	Presto	ejecución	no	alto
Armado	Presto	ejecución	no	alto
Hormigonado	Presto	ejecución	alto	alto

Tabla XII. Actuaciones eliminación y reconstrucción escaleras

Características de los edificios sin ascensor.

España es un crisol de arquitectura. Se puede ver en sus ciudades la corriente arquitectónica de los pueblos que han vivido y ocupado estas tierras, no solo eso, también ha seguido la corriente moderna de la arquitectura. Edificios como la torre de Hércules en Coruña (Galicia) representa la arquitectura romana, la Alhambra de Granada, construida en el siglo IX por los árabes durante su ocupación en una parte de península es una obra maestra de la arquitectura árabe. La influencia arquitectónica sigue hoy en día, en ciudades como Irún (Guipúzcoa) y Figueras (Girona) predomina la arquitectura colonial francés.

Las sociedades evolución, sufren cambios, se adaptan a las necesidades actuales y futuras, esta misma transición la sufren todos los elementos que componen la sociedad, desde los servicios hasta las personas. La arquitectura como elemento principal de cambio en la distribución de las urbes, también sigue las corrientes del cambio y se adapta a la demanda de la población.

Aunque los elementos mas representativos de la corriente arquitectónica son los edificios emblemáticos, estos solo son una minúscula parte del bloque de edificios donde predominan los edificios de viviendas, que también reflejan influencias arquitectónicas dependiendo del año de construcción y del arquitecto responsable del diseño.

Se puede diferenciar dos tipos de edificios de residencias en el territorio español. Los edificios de mampostería estructura madera y los edificios construidos con hormigón, estos últimos son posteriores a la guerra civil en su mayoría mientras los primeros van del revés.

Edificios de mampostería

Las zonas más comunes donde predomina este sistema constructivo son los centros históricos o casco antiguos de las ciudades. Estos edificios, construidos con sistema primitivo de construcción donde no se utilizaba elementos mecánicos para facilitar el trabajo son el antecesor a la arquitectura actual.

La ventaja principal de los edificios de mampostería es la utilización del material que mas cerca se encuentra, por esa razón, este tipo de edificios son construidos por materiales diferentes según la zona, pese a que el sistema constructivo es el mismo, los materiales son diferentes en cuanto a su características y resultados.

Los edificios de mampostería se caracterizan por ser muy voluminosos, cualidad de la que depende la estabilidad del edificio y su capacidad portante. En este

sistema constructivo está formado madera, piedra y cal. Los muros son el elemento estructura vertical, actuando como elemento estructural portante sobre la que los demás elementos transmiten las cargas, debido a su capacidad portante, estos tienen dimensiones considerables llegando alcanzar el metro de anchura en algunos casos, la mayoría de ellos en edificios de varias plantas.

En este tipo de construcción no existen pilares. El entramado estructural está formado por vigas de madera y muros portantes. Las vigas de madera se apoyan directamente en los muros, en otros casos se deja una crugia entre el muro y la viga como protección frente a humedad. Los dinteles también son de madera en edificios de mampostería.

Los muros y las zapatas son del mismo material. Los muros están formados por piedra y cal, colocados manualmente.

Las dimensiones de las zonas comunes son dispares según edificio y zona, la ratio de anchura de escalera va desde los 70cm hasta el metro y medio. Con los peldaños mas de lo mismo, en el casco histórico existen edificios con escaleras compuestas por peldaños (contrahuella) de 13cm.

Edificios de hormigón

Desde la invención del cemento portland por Joseph Aspdin en el XIX hasta el siglo XX cuando el ingeniero Juergen Hinrich Magens desarrollo la industria del hormigón con la invención del primer transporte para hormigón, la construcción de edificios de hormigón armado dependía mucho de la cercanía de fábricas de cemento portland.

Este invento permitió industrializar la construcción de edificios de hormigón armado, se podía transportar el hormigón fresco, fabricado en una planta industrializada donde existía mayor control sobre el proceso de la elaboración del hormigón. Los avances no llegan al territorio español hasta finales del siglo XIX, cuando se construye en Bilbao el primer edificio de hormigón armado de España (las Ceres) que pertenece a la compañía de harina las Ceres y se trata de un edificio industrial. Al ser un sistema novedoso entonces, el mercado constructivo español se encontraba sin mano de obra cualificado para el desarrollo de esta actividad.

Los edificios de hormigón tienen un sistema estructural formado por zapatas, pilares y vigas, es un sistema en el que se combina hormigón con acero obteniendo como resultado el hormigón armado. Existen otro sistema estructural en los que las zapatas se cambian por losas de hormigón armado.

Los forjados transmiten sus cargas a las vigas sobre las que están apoyadas, para aligerar el peso de estos se utilizaba bovedillas de cerámicas. Hoy en día existen bovedillas de hormigón, cerámica, poliestireno, ect. En los edificios de varias plantas, los forjados de losa maciza se descartan porque son mucho más pesados en comparación con los de vigas y bovedillas.

Los pilares son los receptores de las cargas procedentes de las vigas y el resto de los elementos que componen el edificio, su función es mantener la verticalidad del edificio y asegurar que este se mantenga emergente. También son los responsables de transmitir las cargas a la cimentación, trabajan a compresión

principalmente, sin embargo, en los cálculos se tiene en cuenta todos los esfuerzos que estos puedan sufrir.

La envolvente de edificios de hormigón armado es de fábrica de ladrillo principalmente. En cuanto a los cerramientos interiores, estos también son de fábrica de ladrillo.

La escalera es de hormigón al igual que el resto de la estructura. Para obtener un parámetro de inicio, se han analizados el hueco de la escalera de 13 edificios incluidos el de actuación no existen cambios considerables en las dimensiones analizadas, hay variación de +/- 5cm en la anchura de la escalera, en la huella y contrahuella el valor se reduce tanto que se considera despreciable. Se trata de edificios de vpo, todos construidos en un periodo de diez años. El edificio objetivo del estudio fue construido en el año 1960.

Para el edificio de actuación se ha obtenido los datos siguientes:

- contrahuella = 0.17m.
- Huella = 0.26 m.
- Descansillo longitud = 2.02 m.
- Rellano longitud = 2.02 m.
- Descansillo anchura = 0.88 m.
- Rellano anchura = 1.30m.
- Peldaños planta baja a 1ª = 22
- Peldaños de planta 1ª a 2ª = 16 contrahuella.

En cuanto a los acabados de las zonas comunes, el pavimento tiene un acabado en cerámica en todo el recorrido de la escalera. Las paredes tienen un enlucido tipo gotelé, excepto la entrada, que tiene las paredes con Cerámica. La barandilla es un fabrica de ladrillo con una altura de 90cm, acabada en madera en la parte superior.

Descripción de la solución propuesta.

La solución consiste en demoler la escalera actual de hormigón, instalar una nueva escalera de madera y finalmente instalar un ascensor a cota cero. La ilustración 11 muestra el estado actual de la escalera y la fachada.

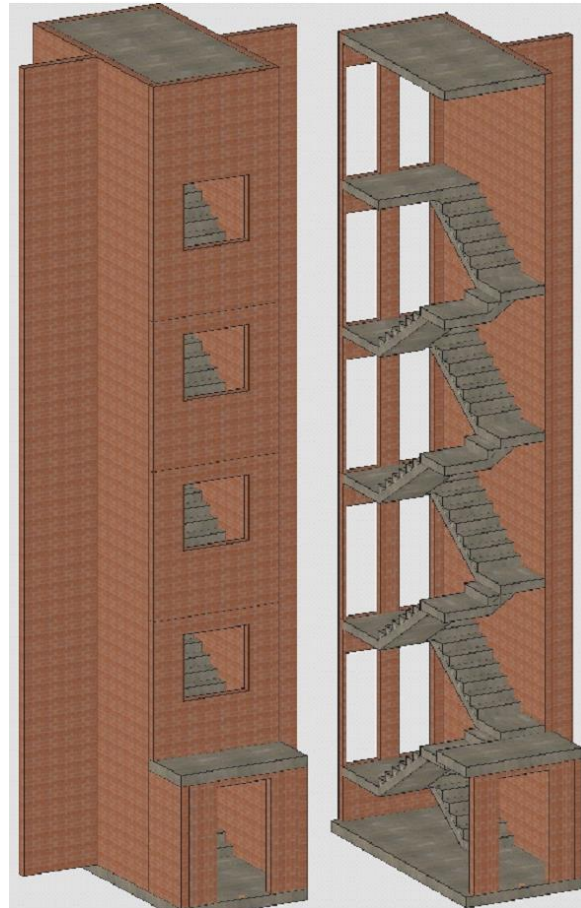


Ilustración 11. Estado actual de la escalera y acceso.

El elemento estructural principal que se va a tocar para eliminar la problemática de accesibilidad es la escalera, la fachada donde van colocadas las ventanas y la puerta de acceso actual, todos estos elementos tienen que ser eliminados en su totalidad junto con los descansillos y proyectar una nueva.

¿Por qué usar madera como elemento para mejorar la accesibilidad?, se puede dar varias respuestas a la pregunta que se plantea. No obstante, la respuesta a la cuestión se irá desarrollando al ritmo que se va redactando la solución propuesta en madera.

La construcción está incluida en la lista de los sectores que más contaminan, sea directa o indirectamente. El material fundamental para la construcción con hormigón armado es el cemento y su producción emite a la atmósfera una tonelada de CO₂ por tonelada de cemento, alcanzando producciones de 1.6 billones de toneladas al año. No solo es el cemento es el material que contamina en el sector de la construcción, está la industria del acero y el consumo de energía en la fase de construcción, y en la fase de obtención de materia prima. El sistema constructivo actual intenta sin éxito incorporar elementos que de alguna forma reducen el nivel de contaminación del sector, mientras el sector siga obteniendo la materia prima de canteras y se siga optando por los materiales pétreos la construcción seguirá contaminando. Es necesario hacer cambios en el sistema constructivo actual, acercarlo a los materiales ecológicos, materiales con huella de carbono cero o materiales reciclables.

De los materiales mencionados, el material con huella de carbono cero es la madera. El resto produce contaminación cuando son utilizados en la construcción. Los árboles producen el 20% del oxígeno del planeta, la comparativa entre la contaminación en su

tala y transporte y la producción de oxígeno hace que la huella del CO₂ sea nula. Desde su plantación hasta su tala, los árboles absorben el 20% del CO₂ de la atmósfera. Los árboles tienen propiedades mecánicas, en su entorno natural están sometidos a fuerzas ejercidas por elementos naturales y tienen buen comportamiento frente a esos esfuerzos, si a este hecho se le suma las propiedades ecológicas, la madera se encuentra en una posición privilegiada para ser usada en el sector de la construcción, pero eso no ocurre.

Por sus propiedades mecánicas, ecológicas y otras sería de ventajas que se detallan más adelante, se escoge la madera para realizar el proyecto de mejora de accesibilidad.

Datos importantes

Es necesaria la ocupación de espacio público para llevar a cabo el proyecto. Para reducir la ocupación de espacio público y que esta sea la mínima se ha modificado la escalera respecto a la original, y esta modificación implica diseñar la escalera de forma cumpliendo con las normas de accesibilidad no ocupe mucha superficie pública.

- Para el ascensor se necesita una superficie de 1.70x1.70 m tabiques incluidos. Una superficie total de 2.89m².
- El hueco de la escalera se mantiene la anchura constante. Se tiene que prolongar 0.70 m. una superficie de 1.414m² necesaria para nueva escalera.
- La madera no tendrá protección en la parte inferior y los laterales donde se vea, solo irá protegida en la parte superior con el pavimento gres.

La superficie pública que se va a ocupar para este proyecto son los 2.89m² del ascensor más 1.414m² de la nueva escalera, sumando una **superficie total de 4.40m²** redondeados. Esta ocupación no será en aceras, si no en una zona peatonal con una separación de ocho metros entre edificios y la ocupación se hará de tal forma que para escalera se ocupará una dirección y para el ascensor en otra.

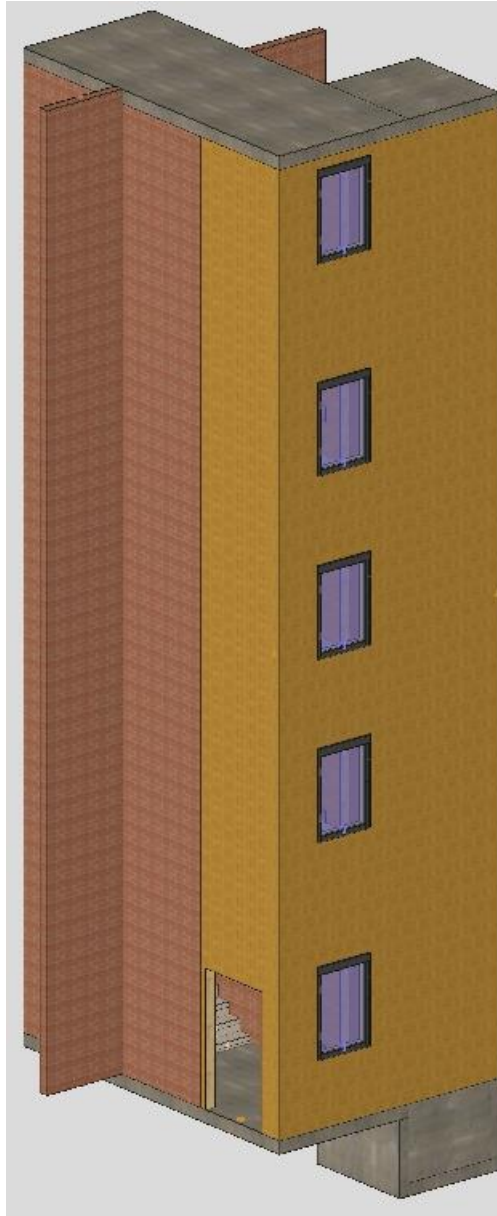


Ilustración 12. Acabado fachada de CLT portante

Para cerramiento de la zona ampliada de la escalera se usará paneles de CLT portantes apoyados directamente en el pavimento. No obstante, el cerramiento de ladrillos del hueco de la escalera orinal se mantiene, tal como se puede observar en la ilustración 12, que también sirve para el resultado tras realizar la mejora de accesibilidad. Usando estos paneles de CLT se elimina la carga producida por los cerramientos sobre la estructura, se puede descartar en el momento de cálculo de la estructura.



Ilustración 13. Panel CLT colocado en obra. Fuente: Egoín.

Para la escalera se usa madera maciza de coníferas. Se elige este tipo de madera por la cercanía, es la madera con mayor extensión dentro de la CCAA de País Vasco.

Diseño de la escalera de madera.

Para diseñar la nueva escalera de madera partimos con un hueco de 3.74x2.02 esta área se mantiene constante de la primera a la última planta (anexo II). El portal en cambio tiene una superficie mayor, ocupa 4.67x2.20m de superficie.

La nueva escalera, la de madera, se proyecta en un solo tramo recto sin descansillo. Eso permite ocupar menos superficie en planta. Se reduce el número de peldaños respecto a la escalera original, la de madera tiene un peldaño menos que la original. Los peldaños de la escalera de madera tienen una huella de 0.2357m y una contrahuella de 0.18133m, ambas medidas cumplen con el CTE.

La escalera tiene una anchura de 0.90m. El CTE permite anchuras de hasta 0.90m, eso significa que la anchura de la escalera también la normativa.

En las ilustraciones 14 y 15 se muestran los módulos que conforman la escalera del edificio, centrándose en la ilustración 15 se observa el relleno y las barras que lo forman, y este módulo se diseña para ser transportados con independencia del tramo de escalones que se aprecia en la ilustración 14.

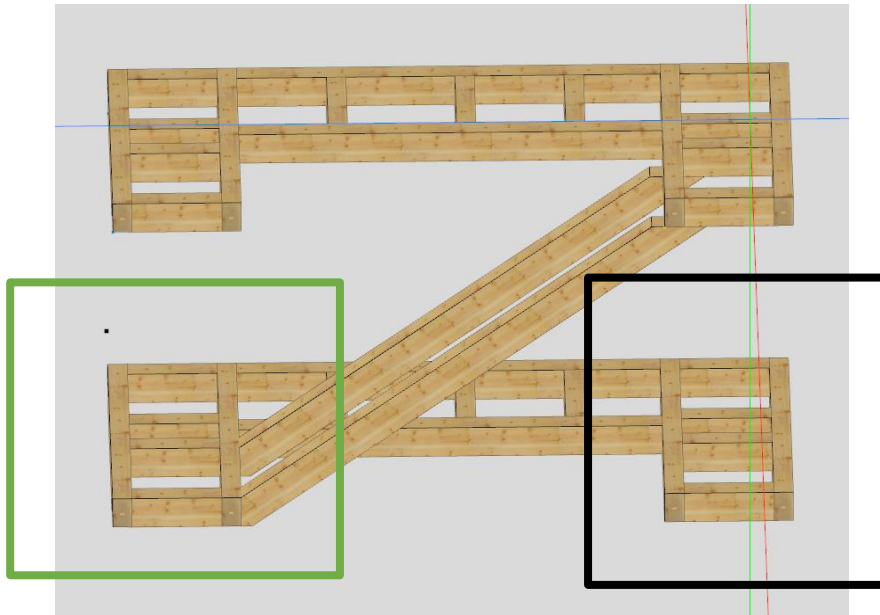


Ilustración 14. Sistema modular de la escalera de madera.

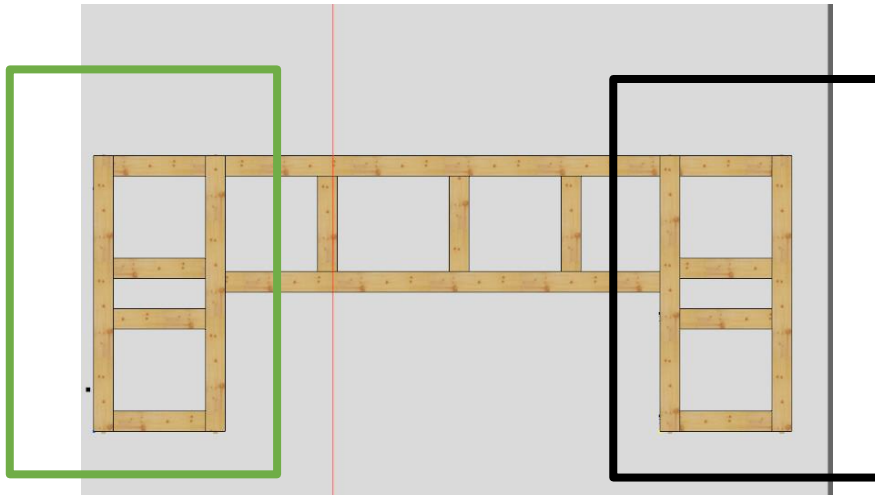


Ilustración 15. Modulo que forma rellano sin tramo de escalones.

Diseño de Rellanos y escalera

El rellano al igual que escalera también es de madera. El rellano tiene forma de U (ilustración 15), para cumplir con los requisitos de accesibilidad y la normativa vigente se ha optado con un rellano formado por dos módulos y vigas. Para la zona de entrada a las viviendas y ascensor, se proyecta un sistema estructural en forma de rectángulo formado por vigas de madera. El pasillo de unión de ambas zonas se hará con vigas, que irán ancladas desde el módulo rectangular de la entrada a las viviendas hasta el modulo rectangular situado en la zona del ascensor.

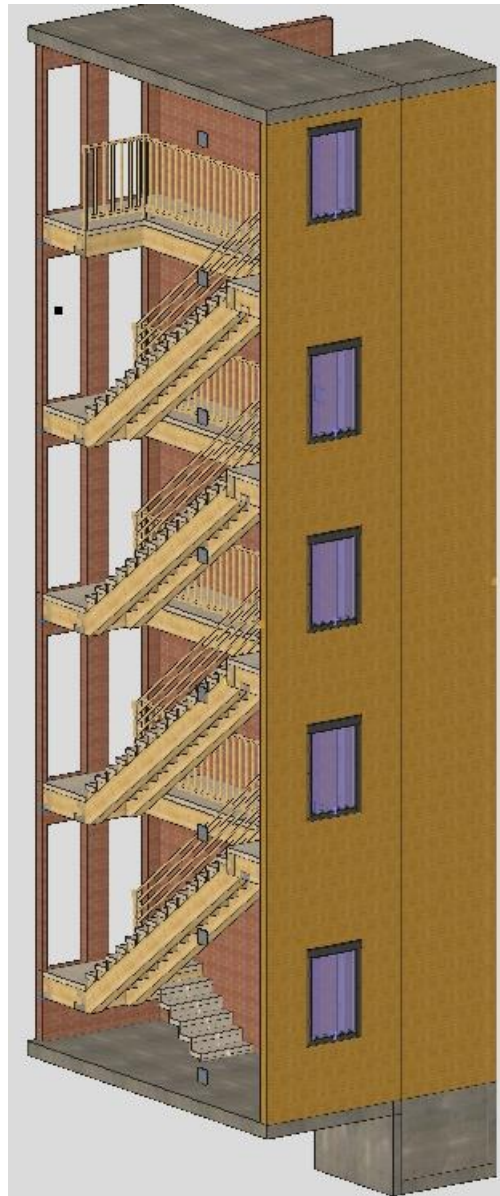


Ilustración 16. Escalera montada y colocada en el edificio.

El rellano tiene una anchura de 1.00m en todo su recorrido. hay dos rectángulos marcados, el rectángulo con el marco negro corresponde con la zona del rellano por donde esta la salida del ascensor. En cuanto al rectángulo verde indica el rellano de la entrada a las viviendas, y la zona intermedia entre ambas es el pasillo de comunicación entre zonas.

Vista las partes de la escalera y criterios seguidos para su diseño, a continuación, se procede a los criterios seguidos para el dimensionamiento de la estructura. No obstante, se adjunta una la ilustración 15 para que sea pueda apreciar como queda el conjunto de la escalera y rellano una vez montado.

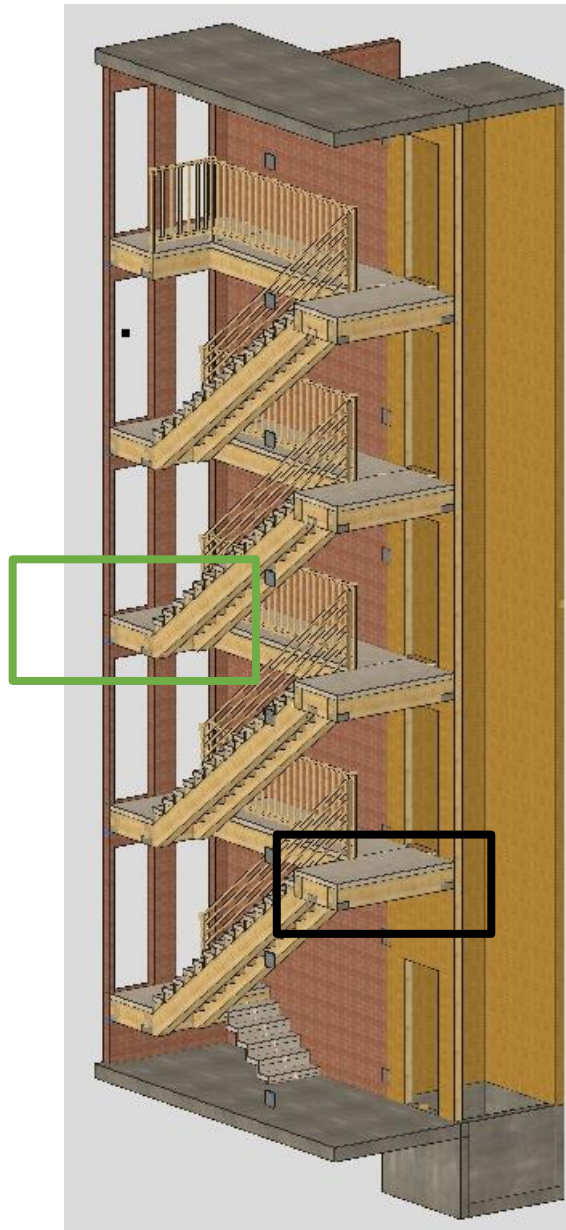


Ilustración 17. Detalles escalera y hueco de ascensor.

Una vez montadas las piezas que conforman la escalera (relleno y tramo de escalones), la estructura resultante tiene que ser anclados al edificio. Se aprovecha el forjado de hormigón, los cerramientos de ladrillo, los paneles de CLT portantes y los pilares como elementos portantes de la escalera. En la ilustración 17 se puede apreciar el resultado de con la escalera anclada al edificio (a falta de mostrar todos los cerramientos).

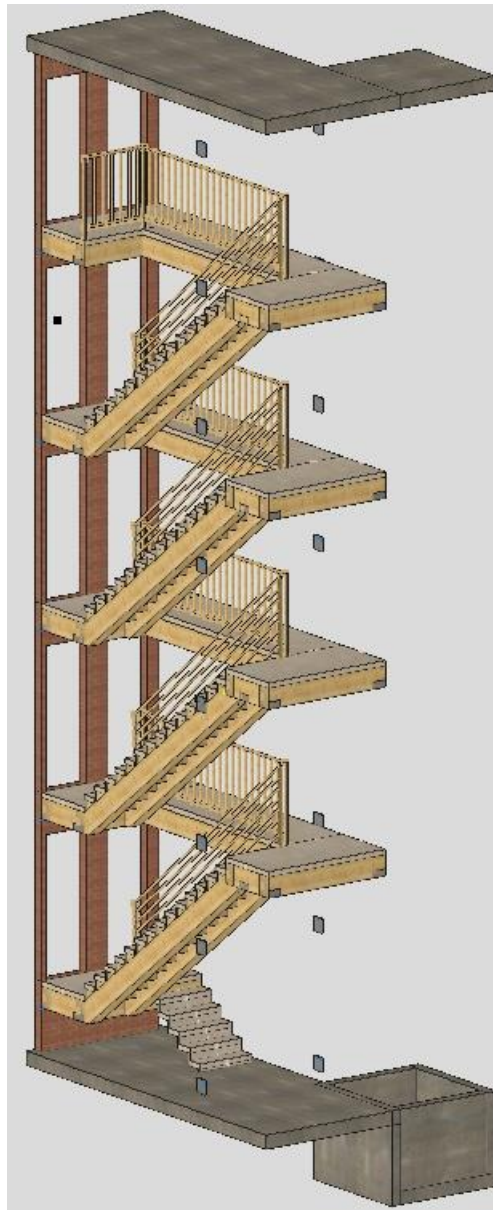


Ilustración 18. Estructura escalera montada.

METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO

Acciones sobre la estructura.

Para obtener la dimensión de las barras que componen la estructura de la escalera se hará por el procedimiento de cálculo, siguiendo siempre la normativa y sus correspondientes requisitos.

El primer paso realizado es la obtención de las cargas que actúan en la escalera, para ello se acude al CTE DB en el apartado de seguridad estructural, acciones en la edificación (SE-AE) del cual se obtiene la tabla Sobre las acciones variables, entre ella la sobrecarga de uso.

Categoría de uso	Subcategorías de uso	Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
------------------	----------------------	-------------------------------------	------------------------

A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2

Tabla XIII. Valores característicos de las sobrecargas de uso

En el mismo apartado 3 del CTEDB SE AE se viene a decir lo siguiente " En las zonas de acceso y evacuación de los edificios de las zonas de categorías A y B, tales como portales, mesetas y escaleras, se incrementará el valor correspondiente a la zona servida en 1 kN/m^2 ", eso significa que para las escaleras se tiene que sumar 1 kN/m^2 a los 2 kN/m^2 de carga uniforme.

para las barandillas las cargas son diferentes, la fuerza se considerará aplicada a $1,2 \text{ m}$ o sobre el borde superior del elemento, si éste está situado a menos altura. Para las barandillas en edificios residenciales se considera una fuerza horizontal de 0.8 kN/m .

la escalera esta cubierta, no hay cargas en el elemento estructural de madera provocada por la nieve. Para tal caso se considera la carga de nieve nula. Para el viento se sigue el mismo criterio utilizado para la nieve, se considera la acción de este nula por ser una escalera cubierta y protegido con cerramiento frente a los elementos naturales.

Para el pavimento se estima diferentes cargas en función del tipo de acabado. Para este proyecto se recomienda un pavimento de baldosa hidráulica o cerámica, este actúa como elemento pasivo de protección contra incendios para la madera. La carga del pavimento esta entre 0.5 kN/m^2 para espesores de 0.03m hasta los 1.10 kN/m^2 en espesores de 0.07m , en estas cargas ya están incluidas el material de agarre.

Para tablero y resto de elemento del forjado excepto acabados se toman una carga de 1.1 KN/m^2 .

Las acciones son constantes en sus magnitudes según CTE. No obstante, el valor real sobre cada elemento de construcción es diferente. En el caso del rellano con una anchura de 1 metro los valores reales de la estructura para el calculo son los de la tabla a falta de introducir los coeficientes de mayoración, seguridad y simultaneidad.

Tipo de carga	Nombre	Valor kN/m^2
Media duración	Sobre carga de uso	3
Permanente	Pp + pavimento + Barandilla+ Resto elementos	3
Corta duración	Nieve + Viento	0.0

Tabla XIV. Acciones en el rellano.

Las cargas reales en la escalera son diferentes a las del rellano, en este caso se obtiene las cargas reales en función del ángulo de la escalera y la anchura de 0.9m . Con una altura de 2.72m y una longitud en planta de 3.30 m , el ángulo de la escalera es de 39° con la horizontal.

Tipo de carga	Nombre	Valor kN/m ²
Media duración	Sobre carga de uso	3
Permanente	Pp + pavimento + Barandilla + Resto elemento	3
Corta duración	Nieve + Viento	0.0

Tabla XV. Acciones en la escalera.

Hipótesis de carga

En el interior de edificio de viviendas se descartan tanto la acción del viento como la de nieve quedando únicamente la acción permanente y la sobre carga de uso. En la acción de carga permanente se integran los forjados, acabado y demás elementos, en el caso de las acciones de media duración están la sobre carga de uso. En función de la situación de la acción, existen valores de ponderación o seguridad para combinar las cargas cuando son favorables o desfavorables.

No hay acción de viento, no hay acción de nieve, la acción del peso propio actúa de forma desfavorable sobre la estructura a igual que la sobrecarga de uso. Sin una acción que actúe favorable a estructura solo existe una hipótesis posible. La hipótesis de calculo que se realiza es la combinación de la carga permanente y sobre carga de uso.

Tipo de acción	Situación persistente		Situación accidental	
	Favorable	desfavorable	Favorable	desfavorable
permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Variables	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_G = 0,00$	$\gamma_G = 1,00$

Tabla XVI. coeficiente de ponderación

La hipótesis final de calculo queda del siguiente modo:

- **Hipótesis (A) rellano: $3 \cdot 1.35 + 1.9 \cdot 1.5$**
- **Hipótesis (B) escalera: $2.7 \cdot 1.35 + 1.71 \cdot 1.5$.** a falta del ángulo.

cálculos.

Cálculo de las vigas

Para el calculo se define tres elementos principales **V1**, **V2**, **V3** que son las vigas que conforman el rellano y la escalera, y sobre ellas actúan las cargas y sus acciones.

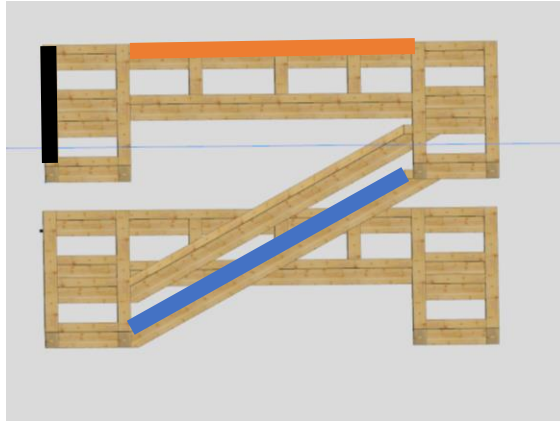


Ilustración 19. Distribución de vigas.

El cálculo se realiza con las hipótesis de carga vistas en el apartado anterior, para las V1 y V2 se usa la hipótesis (A), en cambio para V3 la hipótesis es la (B). los cálculos se realizan utilizando el software Wineva para la obtención de los momentos, cortantes, deformaciones, etc.

Las vigas se calculan independiente del resto de la estructura. Se toman como vigas empotradas en los extremos con articulaciones rígidas, tanto en la unión entre elementos de madera como con el edificio.

Para V1 y V2 la acción de las cargas que tiene son aquellas correspondientes a la anchura de 1m y la longitud de esta. En el caso de V3 la anchura de la carga es de 0.9m y esta no es horizontal si no que tiene que esta inclinada.

La madera utilizada para calculo es la aserrada conífera C22 con $b=150\text{mm}$ y $h=200\text{mm}$.

Elemento	B(m)	H(m)	L(m)	Mmax+ KN*m	Mmax- KN*m	Flecha mm	Cortante KN
V1	0.150	0.200	2.02	1.48	2.96	0.4	8.80
V2	0.150	0.200	3.30	3.27	6.54	1.9	13.07
V3	0.150	0.200	5.93	4.45	11.84	7.9	15.56

Tabla XVII. Momentos máximos con la hipótesis.

Como todas las vigas son de la misma medida, se toma los datos de la V3 para realizar las comprobaciones necesarias y saber si la sección cumple la normativa. Los datos por comprobar son los siguientes:

- $M_d = 11.84\text{KN}\cdot\text{m} = 11.840.000\text{N}\cdot\text{mm}$
- Modulo resistente $W_y = b \cdot h^2 / 6 = 150 \cdot 200^2 / 6 = 1.000.000\text{mm}^3$.
- Tensión máxima de cálculo $\sigma_{m,d} = M_d / W_y = 11.84\text{N}\cdot\text{mm}$.

Comprobación ELU del Momento

El CTE indica que los datos obtenidos en el cálculo tienen que comprobarse para ver si cumplen con el índice de agotamiento, para eso se tiene que obtener los coeficientes que a continuación se van detallando.

- Factor de modificación (k_{mod})** se encuentra en el CTE-DB-SE-M Tabla 2.4: Corrige la Resistencia de la Madera (para cada tipo: aserrada, laminada, microlaminada, ...) en función de la duración de la carga y de la clase de servicio. Para madera maciza, CS1 y carga media duración (menor de la combinación), $K_{mod} = 0.8$, se toma este valor por la hipótesis de calculo realizada en el que se combina una carga permanente y una carga variable.
- Factor de carga compartida (K_{sys})** CTE-DB-SE-M Pto. 2.2.1.2: Cuando un conjunto de elementos estructurales a flexión similares, dispuestos a intervalos regulares* se encuentre, transversalmente conectado a través de un sistema continuo de distribución de carga, las propiedades resistentes características de los elementos del conjunto pueden multiplicarse por un factor denominado de carga compartida k_{sys} . Siempre que el sistema de distribución de carga sea capaz de transferir las cargas de un elemento a otros que estén en sus proximidades, puede tomarse un valor de $k_{sys}=1,1$. (sino $K_{sys} = 1$) $k_{sys}=1,1$
- Factor de altura (K_h)** CTE-DB-SE-M Pto. 2.2.1.2: Existe una relación entre la resistencia de la madera y el tamaño de la pieza, de tal forma que cuanto mayor sea el volumen de la pieza menor resulta la tensión de rotura (teoría de la cadena; rompe por el eslabón más débil, cuanto más eslabón mayor probabilidad de fallo). Al aumentar la luz, necesariamente aumenta el canto, por ello la altura de la viga puede relacionarse con su volumen.
 Madera aserrada
 Si $h \leq 150\text{mm}$,
 $K_h = (150 / h) 0,2 \leq 1,3$
 $K_h = (150 / 200)^{0,2} = 0.94$
- Coefficiente parcial de seguridad (γ_M)** CTE-DB-SE-M Tabla 2.3: Para madera aserrada, $\gamma_M = 1,30$.
- Valor característico a flexión ($f_{m,k}$)** CTE-DB-SE-M Anejo E (tabla E1): Para C22, $f_{m,k} = 22 \text{ N/mm}^2$

Coeficiente	k_{mod}	K_{sys}	K_h	γ_M	$f_{m,k}$
Valor	0.8	1.1	0.94	1.3	22

Tabla XVIII. coeficiente para comprobación

Una vez obtenida los valores de los coeficientes se hace comprobación según la ecuación Resistencia de cálculo a flexión $f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$.

$$f_{m,d} = 0.8 \cdot 1.1 \cdot 0.94 \cdot 22 / 1.3 = 13.99 \text{ KN} \cdot \text{mm}^2.$$

a continuación, se usa la resistencia de cálculo a flexión $f_{m,d}$ para comprobar el índice de agotamiento. Este índice se encuentra en el CTE-DB-SE-M Pto. 6.1.6.

- índice de agotamiento:

$$I_{m,y} = \sigma_{m,d} / f_{m,d} \leq 1 = 11.84 / 13.99 = 0.846 \leq 1 \quad \checkmark \text{ se cumple } 85\%.$$

Para reducir el índice de agotamiento vale con cambiar la madera elegida por un C24 y se consigue reducir hasta $0.775 = 77,5\%$.

Comparación ELU del cortante.

Para la comprobación del cortante ya se tiene V_d que se obtuvo de la hipótesis de cálculo, siendo su valor $V_d = 15.56\text{KN}$ que ese valor del cortante máximo.

- Ancho eficaz de la viga a cortante (b_{ef})**
 $b_{ef} = k_{Cr} \cdot b$ ---- $k_{Cr} = 0.67$ para madera aserrada
 $b_{ef} = 0,67 \cdot 150 = 100.5 \text{ mm.}$
- Factor de modificación (k_{mod})** CTE-DB-SE-M Tabla 2.4: Para madera maciza, CS1 y carga media duración (menor de la combinación).
 $k_{mod} = 0,8$
- Coefficiente parcial de seguridad (γ_M)** CTE-DB-SE-M Tabla 2.3: Para madera aserrada.
 $\gamma_M = 1,30$
- Valor característico a cortante ($f_{v,k}$)** CTE-DB-SE-M Anejo E (tabla E1) **Para C22, $f_{v,k} = 3.8 \text{ N/mm}^2$.**

Obtenidos los coeficientes necesarios para la comprobación, el primer paso a seguir a partir de ahora es la obtención de la tensión máxima de cálculo. Para ello se usa la ecuación siguiente: $T_d = 1,5 \cdot V_d / b_{ef} \cdot h$

$$T_d = 1,5 \cdot 15.560 / 100.5 \cdot 200 = 23.340 / 20.100 = 1.166 \text{ N/mm}^2$$

Ahora se sigue con la obtención de la resistencia de cálculo a cortante:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 0.8 \cdot 3.8 / 1.3 = 2.33 \text{ N/mm}^2.$$

por ultimo se hace una comprobación del entre la tensión máxima de calculo y la resistencia de cálculo a cortante.

$$I_{v,y} = T_d / f_{v,d} \leq 1$$

$$I_{v,y} = 1.166 / 2.33 = 0.500 \leq 1 \quad \checkmark \text{ se cumple}$$

Para la dimensión y tipo de madera seleccionada se cumple con el ELU del CTE para elementos de madera.

Comprobación ELS de la viga.

La comprobación del ELS consiste en analizar si la flecha obtenida en el calculo cumple con las flechas límites del CTE.

Para esta escalera se realizará dos análisis de la flecha, por una parte, está la flecha relacionada con los daños que se puedan dar en los elementos apoyados

en la viga (U_{unit}) y luego está la flecha máxima para el confort de los usuarios (U_{con}). Para el confort de los usuarios el CTE pone una flecha máxima de $U_{con} \leq l/350$, en cambio para la U_{unit} la flecha $\leq l/400$. Se ha tomado $l/400$ en U_{unit} porque se ha usado pavimento rígido con juntas (gres).

La flecha instantánea obtenida en los cálculos es de $7.9\text{mm} \leq 5930/400 = 14.825\text{mm}$. la flecha de calculo esta por debajo de la flecha máxima permitido según el tipo de tabique y pavimento, siendo **$7.9\text{mm} \leq 14.825\text{mm}$** .

Comprobación a fuego.

Para realizar la comprobación al fuego de la madera se acude al CTE DB SI, en el pto de este documento vienen redactadas la resistencia de la estructura de madera frente al fuego.

En el pto 6, tabla E.1 vienen dadas las velocidades de carbonización para madera sin protección. Para las coníferas aserradas la velocidad de carbonización es de $0.80\text{mm}/\text{min}$, teniendo en cuenta que es un elemento de evacuación y que tiene un $R=60$, se tiene que sumar a la sección de cálculo una sección de $0.80 \cdot 60 = 48\text{mm}$. Con la comprobación al fuego las nuevas dimensiones de las vigas son **$b=150+48=200\text{mm}$** , **$h=260+48=310\text{mm}$** .

Uniones y anclajes.

Para unir los elementos de madera de la escalera se usa piezas de unión ocultas de la casa Rothoblaas, se usa alumini215.

Las características de estas uniones vienen expresadas en el catalogo del producto que se adjunta en los anexos, no obstante, decir que se ha comprobado que las piezas tienen capacidad suficiente para afrontar los esfuerzos resultado de las cargas que actúan en la escalera.

Para el anclaje de la escalera al edificio se usa uniones de escuadra o angular, también de la casa Rothoblaas. Estas uniones están diseñadas para soportar esfuerzos cortante y traccion, a parte que se adaptan muy bien al CLT que es uno de los materiales que se ha usado como cerramiento exterior y sobre el que se apoya parte de la escalera. A igual que las uniones ocultas, las características las uniones angulares están en los anexos. Los puntos donde van colocados las uniones y los anclajes se definen en los planos que se pueden encontrar en los anexos.

Los anclajes internos son colocados en el forjado de hormigón existente, se aprovecha las propiedades de este material y así se evita la colocación de pilares para la escalera de madera. En la fachada exterior, uno de los puntos de los anclajes es la estructura del ascensor (la caja de CLT) que a su esta montado a una estructura de metal, en la pared frontal al ascensor el anclaje va en el panel de CLT.

Barandillas.

Existe dos tipos de barandillas en el proyecto, la barandilla que protege la zona de los escalones y la barandilla situada en los rellanos.

En las dos barandillas se ha usado perfil tubular rectangular como montante, la dimensión del perfil tubular es de 50*30*3.2 con una altura de 1m. para pasamos y barandal el perfil tubular elegido es el circular con dimensión 33.7x2.5. el sistema de sujeción de pasamos y barandal con el montante es con pernos.

En la barandilla de los rellanos se colocan balaustre con una separación de 0.110m dimensión que cumple con la separación máxima indicada en el CTE, estos van soldados al pasamos y barandal. La separación del barandal con el suelo es de 0.170m, esta distancia también cumple con el CTE.

La barandilla de los escalones no lleva balaustre, lo que lleva son largueros que recorren de montante a montante situados en los extremos de los escalones. Los largueros tienen una separación entre ellos de 0.180m, esta separación se disminuye a 0.05m entre la parte superior de los escalones y el barandal.

Para las dimensiones de las longitudes de las escaleras se redirecciona al lector al anexo II.

CONCLUSION

La accesibilidad es un derecho fundamental que viene detallado en la constitución, y se tiene que trabajar para mejorar la accesibilidad de todos y todas.

La falta de accesibilidad es un problema social, económico y cultural. Con un parque de viviendas que data anterior a la década de los 80, y con la población de mayores de 65 años en aumento, a parte de las personas con discapacidad, el problema de accesibilidad abarca a un porcentaje muy alto de la población. No tiene cabida la falta de accesibilidad en la sociedad actual. El aislamiento social o falta de acceso que tiene una parte de la población por la falta de accesibilidad les quita su derecho constitución de libre circulación y acceso, y es necesario aplicar medios para mejorar y encontrar solución a este problema.

La falta de accesibilidad provoca aislamientos de las personas que forman parte de los grupos mencionados antes, lo que puede pasar a ser un problema para la persona que sufre el aislamiento ya que se sienten solas y abandonadas. La reducción de contacto físico entre personas conlleva enfermedades como la depresión, la falta autoestima, etc.

Para mejorar la vida de las personas en general, y en particular la de aquellas personas que viven en edificios con barreras arquitectónicas es necesario realizar obras que eliminen esos problemas. Así se consigue una sociedad más feliz, en la que todos tienen cabida y pueden moverse libremente sin que la condición física dicte los puntos en los que pueda acceder.

Para realizar la mejora de la accesibilidad de una forma industrializa, rápida, con coste medio y cumpliendo con la sostenibilidad, la madera es el mejor material, gracias a las propiedades que se detallan en los párrafos siguientes.

La construcción con madera no tiene que sonar a novedoso en pleno siglo XXI porque es un material que siempre ha estado presente en el sector de la construcción. Antes del descubrimiento del metal, la madera formaba el conjunto de la estructura de los edificios o residencias que se construían en esa época.

Con una sociedad cada vez mas sostenible y la necesidad urgente de disminuir el nivel de contaminación atmosférico, la madera va cobrando otra vez la importancia que había perdido frente al hormigón y el acero. El hormigón y el acero son materiales con un impacto ambiental mayor, tanto en el proceso de obtener la materia prima como el material en sí, en cambio la madera no contamina y en su crecimiento absorbe parte de la contaminación atmosférica.

la madera es un material con una densidad muy baja, es el 16,5% de la densidad del hormigón y 5.35% del acero. Esto representa que las estructuras de maderas son mas ligeras frente a las de hormigón y acero.

Si se suma las propiedades de la madera, propiedades como sostenible, poca densidad, reutilizable, adaptable a diferentes formas y ambientes, compatible con cualquier otro material, a esto se le añade la rápida que evoluciona la

industria y la tecnología actualmente, se llega a la conclusión de que la madera es el material de construcción del futuro.

Aprovecho la ocasión para cerrar el TFM con la siguiente frase:

*No puede haber igualdad de oportunidades
mientras existen barreras que restringen
la movilidad de un parte de la población.*

Miguel N. Esono Ondo.

BIBLIOGRAFIA

- Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. (2016). *EL PARQUE DE VIVIENDA*. Vitoria: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.
- Ayuntamiento Vitoria-Gasteiz. (2004). *LA EDIFICACION RESIDENCIAL Y LA VIVIENDA*. Vitoria: Ayuntamiento Vitoria-Gasteiz.
- Bueno, L. C. (s.f.). *Nuevo marco legislativo de accesibilidad en España*.
- El español*. (23 de Julio de 2019). Obtenido de Los edificios antiguos sin ascensor: un problema de accesibilidad: https://cronicaglobal.elespanol.com/vida/edificios-antiguos-ascensor-problema-accesibilidad_263520_102.html
- Encofrados y enfaginados metálicos. (1911). *La construccion moderna*, 1-28.
- fomento, M. d. (2011). *Instruccion de hormigon estructural EHE 08*. Madrid: Centro de publicaciones secretaria general tecnica. Ministerio de fomento.
- Gaton, N. (4 de Mayo de 2015). *Gasteiz hoy*. Obtenido de El PNV propone ayudas para las 14.284 viviendas que no tienen ascensor: <https://www.gasteizhoy.com/viviendas-sin-ascensor-en-vitoria/>
- hoy., A. (16 de Julio de 2020). *Alicante hoy.es*. Obtenido de <http://alicantehoy.es/2017/09/30/ayuntamiento-subvencionara-la-eliminacion-barreras-arquitectonicas-viviendas-comunidades-vecinos/>
- Instituto Tecnológico de l Construccion de Catalunyaña. (1986). *Soluciones constructivas para la rehabilitacion de viviendas de alta montaña*. BARcelona: ISBN.
- Ministerio de Fomento. (20 de Diciembre de 2019). Documento Básico SI. Madrid, Madrid, España: Centro de publicaciones secretaria general tecnica Ministerio de Fomento.
- OSALAN. (2007). *GUÍA PRÁCTICA DE ENCOFRADOS*. Cruces-Barakaldo: OSALAN. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales.
- Ramón Argüelles Álvarez, F. A., & Bustillo, R. A. (2013). *ESTRUCTURAS DE MADERA. BASES DE CÁLCULO*. ISBN.
- Roiz, J. A. (Junio de 2018). Cálculo de un forjado de madera. Vallodilid, España.
- Sánchez, E. M. (2013). *Construccion de Estructura de Madera*. ISBN/EAN.
- Unidas, N. (21 de Julio de 2020). *Naciones Unidas*. Obtenido de <https://www.un.org/es/universal-declaration-human-rights/index.html>

ANEXOS

Anexo I: Cálculos

Anexo II: Planos

Anexo III: Manual de usuario.