



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA
INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE GRADO

***CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN DE LAS
ÁREAS INDUSTRIALES AL CAMBIO
CLIMÁTICO: ZORROZAURRE***

Alumna: Segurola, Santamaria, María

Directora: Garmendia, Arrieta, Leire

Curso: 2019-2020

Fecha: miércoles, 24, junio, 2020

DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO

- Equipo de Proyecto: María Segurola Santamaria
- Título del Proyecto: Capacidad de adaptación de las áreas industriales al cambio climático: Zorrotzaurre.
- Resumen: Se analiza el estudio de un área urbana con distintos valores de parámetros, como cañón urbano, zona verde, zona azul, etc; para demostrar cómo estos influyen sobre las temperaturas máximas a las que se puede llegar a alcanzar en el ambiente. Por ello, se hace una demostración en un caso de estudio en diferentes años con distintas características constructivas; para luego acabar evaluándola por medio de los indicadores y así hacer una elección de la situación más adecuada.
- Palabras clave: Medio ambiente, cambio climático, edificación, olas de calor, islas de calor, temperatura.
- Abstract: It is about the study of an urban area with different values of parameters like urban canyon, green area, blue area, etc. to demonstrate the way they influence on maximum temperatures to reach on the environment. Therefore, a demonstration is made in a case study in different years with different constructive characteristics to finish evaluating it through indicators and making a choice of the most appropriate situation.
- Keywords: Environment, climate change, building, heat waves, hot islands, temperature.
- Laburpena: Parametro desberdinen balioen bidez, hiriko ingurua ikertu nahi da eta, honela, ingurumenean eman ahal dadin tenperatura maximoetan daukaten influentzia frogatu. Horregatik, kasu azterketa batean, erakustaldi bat egiten da urte desberdinetan eta zenbait ezaugarri eraikitzaileekin, gero, adierazleen bitartez aztertzeko eta egoera egokiena hautatzeko.
- Gako-hitzak: Ingurumen, klima aldaketa, eraikuntza, bero uhinak, bero uharteak, tenperatura.

Agradecimientos:

La autora quiere expresar su agradecimiento a los grupos de investigación del Gobierno Vasco IT1314-19 y UPV/EHU GIU19/029.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. CONTEXTO.....	7
3. OBJETIVOS Y ALCANCE.....	8
4. BENEFICIO DEL PROYECTO.....	9
5. DESARROLLO DEL TRABAJO.....	10 – 48
5.1.Aproximación conceptual.....	10 – 14
5.1.1.Cambio climático.....	10 – 12
5.1.2.Entorno constructivo y cambio climático.....	12 – 13
5.1.3.Cambios en las formas de vida social.....	13 – 14
5.2.El impacto de la subida de temperatura.....	15 – 17
5.2.1.Olas de calor.....	15 – 16
5.2.2.Isla de calor.....	16 – 17
5.3.Factores de influencia del entorno constructivo en la subida de temperaturas.....	18 – 24
5.3.1.Altura de los edificios.....	18
5.3.2.Zonas verdes.....	19
5.3.3.Ventilación de la trama urbana.....	20 – 21
5.3.4. Cañón urbano.....	21 - 22
5.3.5. Zonas azules.....	22
5.3.6.Efecto albedo.....	22 – 23
5.3.7.Inercia térmica.....	23 – 24
5.4.Análisis de comportamiento entre y dentro de zona urbana y rural...	25 – 26
5.5.Caso de estudio: Zorrotzaurre.....	27 – 46
5.5.1.Evolución histórica.....	27
5.5.2.MasterPlan de Zorrotzaurre.....	28 – 31
5.5.3.Metodología de evaluación del confort térmico.....	32
5.5.4.Indicadores a utilizar (Definición).....	32 – 34
5.5.5.Evaluación del confort térmico.....	34 – 35
5.5.6.Análisis del nivel de confort de Zorrotzaurre en diferentes épocas	35 – 44
5.5.6.1.Zorrotzaurre en 1955.....	36 – 38
5.5.6.2.Zorrotzaurre en 1978.....	38 – 40
5.5.6.3.Zorrotzaurre en la actualidad.....	40 – 42
5.5.6.4.El Zorrotzaurre del futuro (MasterPlan).....	42 – 44
5.5.7.Discusion de resultados.....	44 – 46
5.6.Recomendaciones para futuras intervenciones.....	47 - 48
6. METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO.....	49 – 51
6.1.Fases del proyecto.....	49 – 50
6.2.Diagrama Gantt.....	51
7. DESCARGO DE GASTOS.....	52 – 53
8. CONCLUSIONES.....	54
9. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	55 – 56
9.1.Referencias Artículos.....	55
9.2.Referencias Páginas WEB.....	55 - 56

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 5.1: Análisis de riesgo. FUENTE (IPCC).....	12
Ilustración 5.2: Sociedad y Cambio climático. FUENTE (El Tiempo).....	14
Ilustración 5.3: Efecto isla de calor. FUENTE (Apuntes clase – Ambiental).....	17
Ilustración 5.4: Efecto Stack. (FUENTE [13]).....	18
Ilustración 5.5 y 5.6: Áreas con diferente densidad de edificación. (FUENTE [11]).....	19
Ilustración 5.7 y 5.8: Distintos niveles de densidad de edificación y vegetación. (FUENTE [11]).....	19
Ilustración 5.9: Diferente orientación de los edificios. (FUENTE [15])	20
Ilustración 5.10: Diseño de los podios. (FUENTE [15]).....	21
Ilustración 5.11: Esquema de Cañón Urbano. FUENTE (Universidad Católica de Salta).....	22
Ilustración 5.12: Brisa Marina. FUENTE (Wikipedia).....	22
Ilustración 5.13: Albedo de los materiales de construcción. FUENTE (UPC – Universidad Politécnica de Catalunya).....	23
Ilustración 5.14: Inercia térmica. (FUENTE [20]).....	24
Ilustración 5.15: Isla de calor dentro y fuera de la ciudad. FUENTE (Blog de geografía – profesor Pedro Oña < http://elauladehistoria.blogspot.com/2016/01/microclima-urbano-la-ciudad-una-isla-de.html >).	26
Ilustración 5.16: Zorrotzaurre del pasado. FUENTE (El Correo).....	27
Ilustración 5.17: Zorrotzaurre del futuro. (FUENTE [26]).....	28
Ilustración 5.18: Distritos de Zorrotzaurre. (FUENTE [26]).....	29
Ilustración 5.19: Red del tranvía en Zorrotzaurre. (FUENTE [26]).....	29
Ilustración 5.20: Espacios colectivos y públicos. (FUENTE [26]).....	30
Ilustración 5.21 y 5.22: Cañón urbano. (FUENTE [26]).....	30
Ilustración 5.23: Paseos para peatones. (FUENTE [26]).....	31
Ilustración 5.24 y 5.25: Edificios históricos. (FUENTE [26]).....	31
Ilustración 5.26: Factores de influencia en el confort térmico. FUENTE (BCNecologia)....	32
Ilustración 5.27: Zorrotzaurre 1955. FUENTE (Geoeskadi).....	36
Ilustración 5.28: Creación del canal de Deusto. FUENTE (Geoeskadi).....	38
Ilustración 5.29: Zorrotzaurre 1978. FUENTE (Geoeskadi).....	38
Ilustración 5.30: Zorrotzaurre actual. FUENTE (Geoeskadi).....	40
Ilustración 5.31: Zorrotzaurre del futuro. FUENTE (Geoeskadi).....	42
Ilustración 5.32: Zorrotzaurre del futuro. FUENTE (Geoeskadi).....	42
Ilustración 5.33: Zorrotzaurre del futuro. FUENTE (Geoeskadi).....	44
Ilustración 5.34: Edificios sostenibles. FUENTE (Inarquía – < https://inarquia.es/ventajas-de-los-edificios-sostenibles >).	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Orden de priorizaciones.....	35
Tabla 2: Pesos y valores – Zorrotzurre 1955.....	44
Tabla 3: Pesos y valores – Zorrotzurre 1978.....	44
Tabla 4: Pesos y valores – Zorrotzurre actual.....	45
Tabla 5: Pesos y valores – Zorrotzurre del futuro.....	45
Tabla 6: Resultados Finales – En todas las épocas de estudio.....	45
Tabla 7: Amortizaciones.....	52
Tabla 8: Presupuesto.....	53

1. INTRODUCCIÓN

A continuación, se va a proceder a presentar el trabajo de fin de grado “Capacidad de adaptación de las áreas industriales al cambio climático: Zorrotzaurre”, el cual ha sido realizado en la Escuela de Ingeniería de Bilbao.

En este trabajo se pretende desarrollar una metodología y validarla en un caso de estudio. Que en este supuesto, es para el barrio Zorrotzaurre de Bilbao. Con este fin, se plantea la distribución de la zona en cuatro etapas distintas a lo largo de finales del siglo XX y principios del XXI y, de este modo, demostrar como una determinada distribución del terreno, con diferentes condiciones, influye sobre el efecto de los grandes aumentos de temperatura que se generan en las ciudades a causa de las llamadas islas de calor.

Al comienzo, se encuentra un primer apartado de aproximación conceptual con el que se pretende introducir al lector en el ámbito del medio ambiente. Para lo que se plantea el problema del cambio climático que se está sufriendo actualmente en el mundo y las formas de actuación que hay para hacerle frente e intentar solucionarlo. Después, se habla más de lo que es el sistema estructural del edificio y de cómo todo esto le podría llegar a acabar afectando. Así como, también, las distintas formas en las que la población humana se ve afectada y condicionada por ello.

Para ir enfocando el tema hacia los aumentos exagerados de temperatura que sufre la tierra, se expone los conceptos de “Olas de calor” e “Islas de calor”. Para luego hablar sobre los factores de influencia en las subidas de temperatura sobre los cuales actuar; con el objetivo de paliar los riesgos a los que uno está expuesto.

Antes de meterse con el análisis de la zona de Zorrotzaurre, se hace una pequeña diferenciación entre área urbana y rural para mostrar los diferentes grados y modos en los cuales cada uno se ve afectado. Ya que el grado de riesgo no es el mismo en uno que en otro.

Entrando ya con Zorrotzaurre, se presenta una pequeña evolución histórica de la zona y el plan de proyecto futuro que se ha acordado llevar a cabo, con la idea de rehabilitar el barrio y hacer de él un lugar más confortable donde vivir.

Posteriormente, se hace una pequeña introducción del confort térmico y de la metodología de evaluación a seguir; empezando por nombrar y desarrollar los indicadores en los cuales basarse para el estudio. Al mismo tiempo, se dan pesos y se definen las escalas a utilizar en cada uno.

Seguido, se procede al estudio de Zorrotzaurre en cada una de las distintas situaciones; con el fin de dar valores a cada indicador y llegar a la mejor solución de todas, de una forma objetiva.

Por último, se dan una serie de recomendaciones generales para futuras inversiones en reformas urbanas, que podrían ser aplicadas en cualquier otra obra.

2. CONTEXTO

El concepto del cambio climático tiene su origen a principios del siglo XIX, cuando empezaron a ver evidencias de fenómenos como las épocas glaciales (grandes periodos de tiempo en los que la temperatura de la tierra disminuye, dando lugar a la formación de hielo continental en los casquetes polares), o de otros como el del efecto invernadero. [1]

A principios del siglo, los científicos ya empezaron a avisar de las posibles consecuencias que podrían acarrear la expulsión a la atmosfera de una serie de gases. Aunque, no se les dio credibilidad y no fue hasta los años 90 cuando, con el desarrollo de la tecnología, se afinco la problemática del cambio climático. Problema que viene causado por el efecto que generaban unos tipos de gases que contribuían al aumento de la temperatura terrestre y que fueron llamados “gases de efecto invernadero” (GEI). [1]

Es tanta la preocupación por este fenómeno, que se han llegado a desarrollar distintas guías o normas para la medición de la cantidad de gases de efecto invernadero que son expulsados a la atmosfera. Estas mediciones se hacen con el estudio de la “huella de carbono”, la cual representa la cantidad de GEI echados en cantidad de CO2 equivalente.

A su vez, también existen distintas metodologías de cálculo; entre las cuales se distinguen, principalmente, tres: Huella de carbono centrada en la empresa, Huella de carbono centrada en el producto y Metodología mixta MC3.

Por otra parte, a pesar de haber empezado la industria a disminuir y controlar sus emisiones, los resultados positivos solo serán notorios a largo plazo. Con lo que la humanidad va a tener que soportar igualmente el efecto de algún que otro fenómeno causado por el cambio climático como la subida del nivel del mar o la de la temperatura media global. Es por esto que también son necesarios mecanismos de adaptación para poder hacer frente a estos problemas.

En el 2015, la ONU aprobó una agenda para el 2030 de “Desarrollo Sostenible” en el que se plantea el logro de 17 objetivos con la idea de eliminar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos. Entre estos, los más relevantes son: Acción por el clima, Vida submarina y Vida de ecosistemas terrestres.

En cuanto a los edificios, estos también se verán tremendamente influenciados por este fenómeno, de tal forma que será necesario el control de aquellos indicadores más sensibles al aumento de la temperatura; como por ejemplo, la dilatación excesiva de algunos elementos estructurales.

3. OBJETIVOS Y ALCANCE

Ahora se dispondrá a numerar los objetivos de este proyecto:

OB-1: Presentar el problema del cambio climático informando sobre la influencia que tiene este en los distintos ámbitos sociales, tecnológicos, empresariales y de construcción.

OB-2: Facilitar datos sobre las formas en las que los aumentos de temperatura repercuten en la vida humana y proponer factores de control para regular y minimizar esos efectos.

OB-3: Análisis del barrio Zorrotzaurre con diferentes distribuciones y condiciones; para terminar por ver cuál sería la solución más adecuada de entre todas las planteadas.

OB-4: Plantear un método sencillo y objetivo de elección para la mejor distribución, del barrio de Zorrotzaurre, que pudiese ser utilizada en aquellas situaciones de desacuerdo entre las personas constituyentes del proyecto, sin la necesidad de llegar a conflictos o medidas autoritarias entre ellos.

OB-5: Plantear posibles medidas a poder practicar para futuros planes de urbanización de tal forma que se siguiese perseverando el medio ambiente.

El problema del cambio climático es un tema de interés para todos, ya que se necesita la participación de todas las personas para poder actuar sobre él. Es por eso que se decidió realizar el desarrollo de este trabajo.

El alcance del presente proyecto es el análisis y posterior evaluación del terreno de Zorrotzaurre con distintas distribuciones urbanas. Para lo que se decidió hacer el estudio del barrio en diferentes años según iba cambiando la geografía y cañón urbano del área: 1955 (Zona industrial sin existencia de canal), 1978 (Zona industrial con abertura de canal), actualidad (Zona degradada y algo residencial), futuro (Masterplan). Así como, también se llega a plantear un apartado de posibles soluciones a ejecutar para conseguir proyectos que cumplan con un desarrollo sostenible a la hora de interaccionar estos con el planeta.

4. BENEFICIO DEL PROYECTO

Este proyecto puede ser beneficioso para varios campos según el punto de vista desde donde se mire.

Por una parte, como estudiante, este trabajo aporta conocimientos adicionales que ayudaran para el desempeño del Master universitario de ingeniería industrial y Master de Ingeniería de la construcción. Además, proporciona casos semejantes a la realidad, de tal forma que sirve como guía para futuras situaciones a las que tener que enfrentarse en el futuro, durante el desempeño del trabajo en una empresa.

Por otro lado, desde el punto de vista ambiental, se muestran métodos de sustentación de la naturaleza al ir en busca del rechazo nulo y de la minoración del nivel de agresividad de los contaminantes expulsados. Con todo esto, se conseguiría un mejor medio ambiente, que repercutiría en una mayor calidad de vida y a su vez en un desarrollo y logro de las distintas necesidades del hombre.

Esa búsqueda de la mejora ambiental repercute en la economía de la empresa, al conllevar consigo una disminución de costes en los desempeños productivos de esta. Esto es debido a la teoría de “El que contamina paga”, con la que lo que se quería conseguir es que con una menor generación de residuos o gases contaminantes, el empresario gozase de una bajada de gastos. De tal forma que esta reducción de gastos sea un incentivo para que las empresas añadan en sus proyectos el concepto ambiental. También, el usar energías renovables, cuida el medio ambiente y supone un ahorro económico para la organización.

Con una mejora ambiental, la necesidad de uso de instalaciones de calefacción o aire acondicionado bajaría al ser menos bruscos los cambios climáticos, como las subidas excesivas de temperatura.

Así mismo, este trabajo puede ayudar a concienciar y educar a la gente respecto al comportamiento ambiental que deberán tener. Tal es así, que se acabaría por convencer a un mayor número de personas para que participen y se comprometan con la naturaleza. Obteniéndose, al mismo tiempo, un sentimiento de comunidad-pertenencia y consiguiéndose mejores y más rápidos resultados de forma conjunta que de separada.

Para terminar, este proyecto también ayuda a estimular al lector en la búsqueda de nuevos sistemas y tecnologías que ayuden a progresar. Así como, a averiguar la razón y origen de todos los acontecimientos de estudio, por ejemplo el de la manifestación de las islas de calor.

5. DESARROLLO DEL TRABAJO

5.1. APROXIMACIÓN CONCEPTUAL

5.1.1. CAMBIO CLIMÁTICO

Las edificaciones no sólo dependen de las fuerzas directas aplicadas sobre ellas, sino que también de las que son provocadas por las condiciones meteorológicas dadas. Con el cambio climático la temperatura de la tierra va en aumento y los polos se van derritiendo, lo que generaría una subida del nivel del mar que provocaría que algunas zonas habitadas acabasen sumergidas. El nivel de los ríos también subiría y el riesgo de inundaciones en épocas de lluvia sería mayor.

Otro tema a analizar sería la subida de las temperaturas a causa del calentamiento global, el cual está ligado con el efecto invernadero. Este fenómeno ocurre a causa de la existencia de especies químicas, como el CO₂ o CH₄, por encima del nivel ambiental normal en la atmosfera. Estos gases impiden que parte de la radiación de onda larga saliente de la tierra se vaya fuera, haciendo que vuelva a entrar hacia el interior y provocando así una subida de temperatura. El nivel ambiental medio sobre el que nos basaríamos para saber si una sustancia es contaminante o no, se puede medir de dos formas. Una sería yendo a lugares remotos considerados no contaminados por el hombre como el polo norte y medir ahí cuales serían las concentraciones de cada sustancia, y otro sería ir a la legislación ambiental y ver qué es lo que toma esta como nivel base. Por otra parte, no existen sustancias tóxicas como tal, sino que, una sustancia puede ser dañina o no según la dosis en la que se encuentre, efectos sinérgicos y antagónicos, adaptación-aclimatación u otros muchos factores menos importantes.

En la actualidad, existen dos formas de actuación ante el cambio climático. Uno de ellos es la mitigación, la cual trata de reducir las fuentes de emisión de los contaminantes o mejorar los sumideros de gases con efecto invernadero. Llamando “*sumideros*” a aquellos lugares a través de los cuales el contaminante desaparece de la atmosfera. El otro medio sería la adaptación de del entorno constructivo y del hombre para amoldarse al clima futuro y a sus efectos. [2]

Hasta la fecha, las políticas de cambio climático se han ido más por la mitigación de las fuentes que por la adaptación. Este último está, todavía, en pleno desarrollo ya que es necesario un mayor desarrollo tecnológico, más investigación en mecanismos de actuación, sistematización y más concepción y participación por parte del hombre a no contaminar. A pesar de todo, cada vez está cogiendo más importancia la necesidad de amoldarse a los cambios que se están dando y los que quedan por venir, con el objeto de fomentar la conservación y el desarrollo sostenible.

El IPCC concluye que, aunque se consiguiesen eliminar todas las fuentes de gases de efecto invernadero, va a haber daños inevitables con un impacto importante sobre la sociedad, de los cuales algunos se están empezando a vislumbrar ahora y otros todavía están por venir. En muchos casos, se van a generar situaciones irreversibles, y es por todo esto que los métodos de adaptación son imprescindibles siendo los de mitigación insuficientes. A pesar de todo, existe una sinergia entre los dos métodos, es decir, que se obtendrían mejores resultados haciendo uso tanto de la adaptación como de la mitigación que el que se obtendría si sólo

utilizásemos uno de ellos. Así mismo, medidas de adaptación llevan implícitas mejoras de mitigación. [2]

En los últimos años, el cambio climático ha producido modificaciones en diferentes ámbitos como los ecosistemas; haciendo que haya especies terrestres que hayan cambiado su disposición geográfica, actividades migratorias o estacionarias, etc. Así como, también, se han producido transformaciones en el clima a soportar de un área llegando a aumentar las épocas de sequía y disminuyendo las de agua, con una mayor generación de catástrofes puntuales como las inundaciones. Todo esto afecta a la forma de vida del hombre, con lo que se hace importante sacar una metodología de análisis de riesgos. [3]

Por ello, se empezará por plantear un método para medir los riesgos por medio del análisis de otros factores como “*exposición*”, “*amenazas*”, “*vulnerabilidad*” e “*impacto*”. Comenzando por definir el concepto y acabando por dar una relación entre ellos para la determinación del riesgo.

Para empezar, “*exposición*” es la existencia de aquellas personas, activos sociales o culturales, infraestructuras, recursos, ecosistemas, etc. que pudieran verse afectados de forma negativa por las “*amenazas*”. [2]

Por otra parte, “*impacto*” que son los efectos generados sobre los sistemas naturales y humanos, causados por los fenómenos extremos o los cambios graduales de las condiciones climáticas. Ejemplos de estos posibles impactos podrían ser las inundaciones, sequías, subida del nivel del mar, etc.

La “*vulnerabilidad*” es la valoración del territorio, sus sistemas y elementos en función de su predisposición a ser afectados por las amenazas climáticas. Es decir, es función de la sensibilidad y capacidad de hacer frente a los efectos. [2]

Vulnerabilidad = f (sensibilidad, capacidad adaptativa) [2]

Definiendo “*capacidad adaptativa*” como al hecho de asumir los efectos aprovechando las oportunidades o superando sus consecuencias, y “*sensibilidad*” el grado en el que se ve afectado un sistema o elemento. [2]

El análisis de la vulnerabilidad es importante para ver cómo nos podrían llegar a afectar las amenazas y así plantear métodos de adaptación y políticas para minimizar la exposición y la sensibilidad, así como aumentar la capacidad de hacerles frente. Para poder desarrollar todo esto, hay una dependencia de los aspectos físicos, biológicos, económicos, sociales, territorio, etc. [2]

Una vez habiendo definido todos estos conceptos, la posibilidad que tendríamos de vernos afectados por una amenaza se traduce en el análisis del riesgo. Este es la probabilidad de que surjan los fenómenos extremos y condiciones climáticas, vinculado a las amenazas, multiplicado por las consecuencias de estos, que están vinculados a la exposición y vulnerabilidad. En la siguiente grafica se representa al riesgo como vinculo común entre la amenaza, vulnerabilidad y exposición.

Riesgo = f (amenaza, exposición, vulnerabilidad) [2]

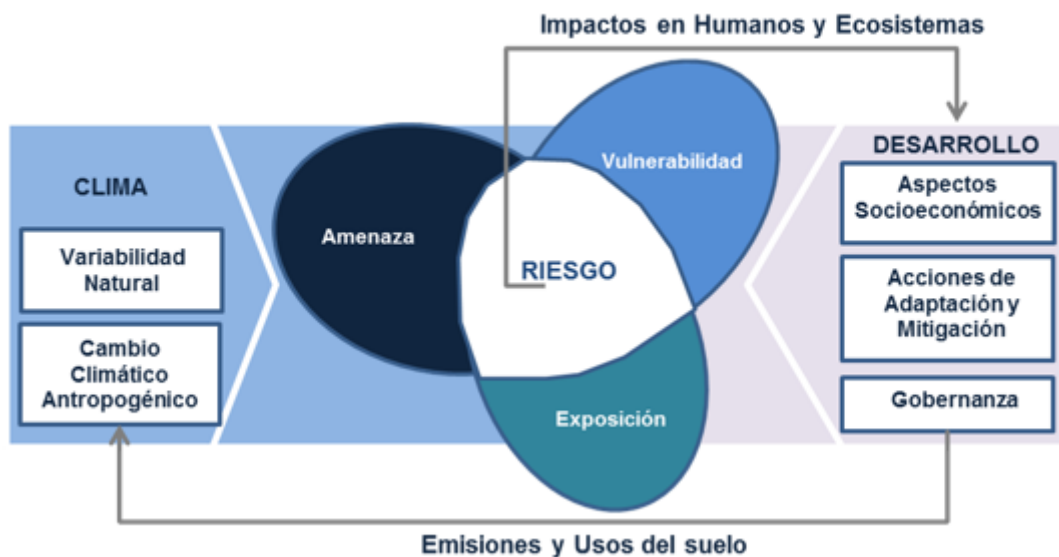


Ilustración 5.1: Análisis de riesgo. FUENTE (IPCC)

Debido a que este es un mundo cambiante, hay que tener en cuenta que, a la hora de responder a los riesgos, se tendrá una incertidumbre muy grande y continúa en la gravedad y momento que ocurran estos. Además, todas aquellas medidas adoptadas a corto plazo influirán a largo en el planeta. Es por ello que hay que estar totalmente seguros de los impactos e influencias de estas en el ambiente antes de implantarlas. [3]

5.1.2. ENTORNO CONSTRUCTIVO Y CAMBIO CLIMÁTICO

Dentro del entorno de la construcción, hay varios aspectos que se deben de tener en cuenta a parte de los fenómenos naturales como el de las subidas excesivas de temperatura.

Por una parte, está el nivel de aguante que tengan las tierras sobre las cuales se vayan a posicionar las estructuras. Por ello, el primer paso a realizar sería hacer un testeo del terreno, el cual se podrá llevar a cabo con procedimientos como el de introducir en la tierra un cilindro de forma vertical, el cual, a la hora de sacarlo, nos trajese una muestra del terreno a diferentes profundidades y, de este modo, tener una idea del tipo de sustrato al que nos enfrentamos a la hora de hacer las obras y poder evitar posibles accidentes o catástrofes a poder ocurrir.

Por otro, está el factor del bienestar social. Temperaturas demasiado altas dan sensación de agobio y asfixia y las muy bajas tienen sus efectos negativos sobre la salud. Toda la contaminación que se está generando no solo afecta de forma directa al bienestar de las personas, sino que también podría afectar de forma indirecta destruyendo la capa de ozono, la cual es la que nos da protección frente a la radiación solar.

Con todo esto, las áreas urbanas son las principales áreas a ser modificadas y adaptadas frente a los cambios climáticos ya que es donde una mayor concentración de gente hay, a la vez que son las zonas más afectadas por la contaminación y las causantes de esta.

Centrándonos ahora sobre el cambio climático, éste es un tema que está al orden del día. Supone cambios en las condiciones ambientales que hemos vivido hasta ahora con lo que, consecuentemente, se desarrolla en una modificación de los esfuerzos a tener que ser soportados por la estructura de los edificios. Al ser las acciones climáticas diferentes, estas podrían llegar a darse más fuertes de lo normal llegando a afectar de forma notoria en el comportamiento de las construcciones. Ejemplo de esto podría ser una ventisca de viento más raudal o mayor peso en las cubiertas de los edificios a causa de una mayor cantidad de nieve a soportar sobre ellos, aumentos excesivos de temperatura, etc. Aunque, a pesar de todos los factores que afectan, en este trabajo llegaremos a tratar, principalmente, el concepto de los aumentos de temperatura.

5.1.3. CAMBIOS EN LAS FORMAS DE VIDA SOCIAL EN LAS CIUDADES

En el futuro, las ciudades también sufrirán grandes cambios, apareciéndose, sobre todo, en los ámbitos, económicos, sociales, políticos o tecnológicos. Por ello, en este apartado procederemos a analizar todos estos factores de influencia y a dar una posible medida de respuesta del hombre hacia estos problemas.

Dentro del mundo económico, pronto se verán incluidos en los presupuestos los costes ambientales. No existe ningún sistema tecnológico milagroso capaz de cambiar y reinventar todas las fuentes de energía y, en poco tiempo, se verá el fin de los combustibles fósiles a causa de su agotamiento. El mundo social también sufrirá cambios parecidos, ya que todavía existen muchas desigualdades económicas entre los ciudadanos de distintos países e, incluso, hasta dentro de uno mismo. Se vive en una época en la que los países más ricos son los principales causantes de la contaminación en el mundo mientras que otras zonas, como África, con un número de residentes bastante mayor, causan mucho menos daño. Aun así, estos últimos serán los que más se vayan a ver afectados por fenómenos como la disminución de productividad agrícola, sequías o, incluso, inundaciones, mientras que los países de Europa serían mucho menos influenciados aun siendo, estos últimos, el foco de causa de todos los problemas. La política también se verá muy cambiada a causa del cambio climático. En ella, se empezaran a contemplar conceptos como el de los costes de la economía global a causa de los bienes y servicios sacados de la naturaleza, o el de la desigualdad social, que existe de forma general, en todo el mundo. [4]

La evolución en la tecnología provoca cambios en los modos de vida de las personas, pero, además, el cambio climático hará que estos cambios ocurran con mayor rapidez y que sean más acusados. Ejemplo de estos podrían ser las modificaciones a darse en procesos de producción y consumo de bienes y servicios, generación de energía, etc. Por otra parte, la tecnología juega un papel muy importante en el calentamiento global pudiendo llegar a desarrollarse sistemas con el fin de disminuir la cantidad de contaminantes que hay en la atmosfera. Como consecuencia de esto, está en pleno desarrollo la idea de sacar al mercado una tecnología capaz de atrapar el CO₂ (unos de los gases invernaderos más abundantes en el aire) en los puntos de desecho de este como las fábricas, para luego comprimirlo y ser almacenado bajo tierra o bajo los océanos, convirtiéndose, finalmente, en mineral sólido. Otra vía en plena investigación es la fabricación de sistemas formados por filtros de tambor, encargados de recoger el aire directamente de la atmosfera y hacer una separación del CO₂ del resto. Por último, también habría que tener en cuenta que, a pesar de sacar inventos

novedosos y útiles, estos también tienen que ser a un bajo coste para que puedan estar al alcance de todos y ser extendidos lo máximo posible por todo el mundo. [5]

Por todo esto, la sociedad responderá a los problemas urbanos como el de la pobreza, forma de vida, transporte, desarrollo urbano, permisos de accesos a los ambientes naturales, etc. con el fin de hacer frente al calentamiento global y, de este modo, mitigar sus posibles efectos.

Con el objetivo de hacer frente a todo esto, hay que comenzar por intentar hacer que las personas se den cuenta del daño real que se está causando y de los efectos negativos que estos podrían acarrear en caso de no hacer ningún esfuerzo por cambiar los hábitos de vida y, así, mejorar la calidad del ambiente natural del mundo. Una vez siendo conscientes, se empezara por aumentar el nivel de vegetación de las ciudades dejando estas de tener materiales tan artificiales como el asfalto. También, se debería mantener nuestras aguas limpias y echar la menor cantidad de contaminantes posibles al mar, o bien, reducir la peligrosidad y aumentar la capacidad de biodegradabilidad e estos.



Ilustración 5.2: Sociedad y Cambio climático. FUENTE (El Tiempo)

5.2. EL IMPACTO DE LA SUBIDA DE TEMPERATURA

Como ya se ha dicho anteriormente, el tema a tratar en este TFG va a ser el fenómeno de las subidas de la temperatura. Es por ello, que se empezara por hablar sobre conceptos derivados de este como las Olas de calor o la generación de las Islas de calor. Posteriormente, se analizarán distintos factores determinantes que influirían mucho en los resultados como Zonas verdes o Ventilación de la trama urbana. Para más tarde profundizar en lo que sería la trama urbana; distinguiéndose distintas zonas a poder darse dentro de esta y factores más estructurales como el Efecto albedo o la Inercia Térmica.

5.2.1. OLAS DE CALOR

Hay ciertos meses del año en los que se produce un disparo de las temperaturas, lo cual es normal en las épocas de verano. Pero, cuando esto lleva a que se produzcan calores demasiado agresivos y que puedan llegar a durar semanas o, incluso meses, esto produce lo que se conoce como "*Olas de calor*". Lo que cual puede derivar en problemas de bienestar y salud de las personas. [6]

El concepto de Ola de calor es diferente según la zona geográfica en la que nos encontremos, ya que, cada país tiene sus condiciones normales de clima a darse en cada estación del año. Por ejemplo, Países bajos llama ola de calor a cuando se reciben temperaturas superiores a los 25°C durante más de 5 días. Mientras que en Estados Unidos, lo conciben como aquel fenómeno en el que se registran temperaturas superiores a 32,2°C durante más de tres días [6]. En el caso de España, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), considera este fenómeno cuando se dan 3 o más días consecutivos donde, por lo menos, el 10% de las estaciones meteorológicas ha sufrido temperaturas superiores al percentil del 95% de la serie de datos de temperaturas máximas diarias durante los meses de julio y agosto [7]. Aquí hay una serie de 4 olas de calor más importantes dadas desde 1975 y todas ellas concentradas durante estos 17 últimos años. La primera fue la de 2003, done el verano de este año es el considerado el más cálido de entre todos los registrados con una temperatura media de 25°C dentro de la península. La siguiente fue la de 2012, considerada esta como la ola de calor más extensa al ser a la que un mayor número de provincias afecto, concretamente 40, con una temperatura máxima de la ola e calor de unos 39,5°C. Proseguimos con la de 2015, la cual ha sido la ola de calor más larga durante estos últimos 40 años, con una duración desde el 27 de junio hasta el 22 de julio de este año. Por último, está el verano de 2017, considerado como el año donde un mayor número de olas de calor se dieron. Todas ellas concentradas entre el 13 de junio y el 22 de agosto con una afectación de 14 provincias. [8]

Estas olas de calor se suelen dar en el periodo canícula del verano. Este periodo comprende un rango de días entre del 15 de julio y el 15 de agosto y se dice que es en el que temperaturas más altas se dan. Por otra parte, esto es un poco contradictorio porque, en realidad, el día que recibimos los rayos con mayor intensidad es el 21 de junio, el día del solsticio de verano. Pero, el caso es que para este día, las aguas del mar y ríos como las tierras, todavía no han podido absorber mucho calor, con lo que se pueden mantener temperaturas regulares. A pesar de todo, según vamos avanzando en el tiempo, llegara un momento en el que las aguas y tierras se habrán calentado tanto, como para poder empezar a darse estas olas de calor. [6]

Por otra parte, a pesar de ser estos fenómenos naturales, pueden traer fenómenos catastróficos como los incendios forestales, los cuales tienden a darse durante las olas de calor en las épocas de sequía de la zona. Otras secuelas a poder aparecer son la mortalidad en aquellas personas más débiles a las altas temperaturas como los más jóvenes o los ancianos. La salud de las personas también se vería fuertemente alterada, donde podrían llegar a darse casos de golpes de calor o hipertermia a causas de esa exposición a las altas temperaturas durante largos periodos de tiempo. Además, para poder hacer frente a este fenómeno, lo más normal es enchufar los sistemas de aire acondicionado, lo que conllevaría un gran consumo de energía eléctrica por nuestra parte y, con este gran aumento, se podrían llegar a dar fallos en la red de distribución de la electricidad. [6]

Desde el punto de vista de la medicina, las olas de calor son épocas de temperatura superiores a la media donde las personas podrían llegar a padecer de alteraciones de la salud como dermatitis, quemaduras, calambre, etc. Como consecuencia de esto, todos los medicamentos necesarios para poder tratar todos estos contratiempos deben ser conservados en unas determinadas condiciones para que estos no pierdan sus características y puedan seguir surgiendo efecto en aquellos que los necesitan. Por lo que aumentan los consumos de energía necesarios afectándose al calentamiento global. [9]

5.2.2. ISLA DE CALOR

Estas olas de calor de las que se ha hablado anteriormente llevan a causar otros fenómenos como el de "*Islas de calor*".

Las zonas urbanas son focos donde se concentra mucho el calor generando una diferencia de temperatura entre la que hay en el núcleo y la de las afueras de las ciudades. A este fenómeno se le llama "*Islas de calor*", generándose temperaturas muy altas en el centro y más bajas según nos vamos yendo hacia los suburbios de las ciudades. A su vez, se define el comportamiento de este fenómeno como el de la generación de unas corrientes de tipo convectivo, donde el aire caliente del centro de las zonas urbanas sube hacia arriba a la vez que se va hacia fuera, enfriándose y después volviendo a entrar en estas. Aunque, en contrapartida, también están lo que se llaman Islas frescas que son contribuidas a las explanadas de vegetación como los parques, los cuales tienen una alta capacidad de disminución de las temperaturas mitigando los efectos de la Isla de calor. [10]

Lo más normal, es que durante el día las temperaturas sean máximas para luego disminuir, dando un descanso a las personas, durante las noches. Pero, con el fenómeno de Islas de calor este descenso no se contabiliza. Todo esto está asociado al uso de automóviles, las calefacciones, las zonas de concentración de polígonos industriales, centros comerciales, pistas de césped artificial para eventos deportivos o, incluso, debido al tipo de materiales a utilizar, los cuales acumulan todo el calor durante el día, para luego expulsar este en las noches, dándose, de este modo, la imposibilidad de refrescar el entorno.

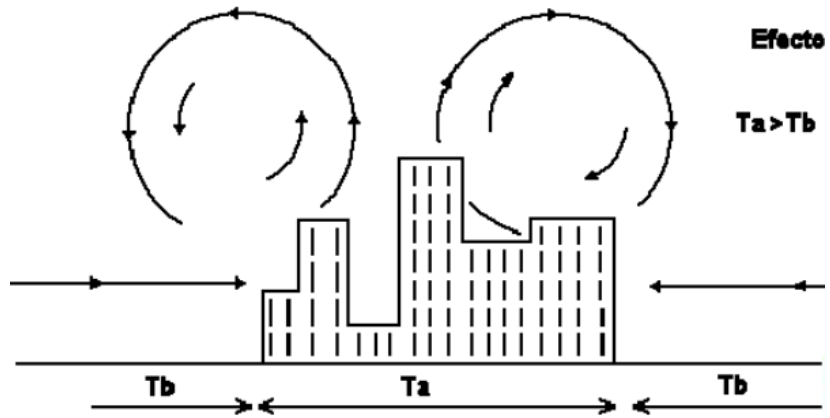


Ilustración 5.3: Efecto Isla de calor. FUENTE (APUNTES CLASE - AMBIENTAL)

5.3. FACTORES DE INFLUENCIA DEL ENTORNO CONSTRUCTIVO EN LA SUBIDA DE TEMPERATURAS

A continuación se procederá a analizar los parámetros a poder utilizar con el fin de disminuir los efectos de las “olas” e “islas” de calor. Entre estos están la distribución de los edificios, densidad de estos, alturas y pavimentación, etc. Aunque este trabajo se centrará más en la morfología urbana y las soluciones constructivas.

5.3.1. ALTURA DE LOS EDIFICIOS

La altura de los edificios es un factor importante a tener en cuenta, ya que, para una misma densidad en una determinada zona, con sistemas estructurales más altos llegamos a temperaturas menores a nivel del suelo que con los bajos. Esto último podría ser porque las edificaciones con un mayor número de plantas de vivienda dan más sombra que los menores, y cuanto mayor sea la densidad de la zona, más notorio será este efecto pero, por contrapartida, se disminuirá la ventilación urbana. [11]

Por otra parte, la altura también influye en el efecto de ventilación de las viviendas, generándose mayores corrientes de aire en aquellos que se encuentran en los pisos superiores a comparación de los inferiores y, con ello, aumentando la influencia del “efecto stack” o “efecto convectivo” en las escaleras u otros caminos interconectados a lo largo de todo el edificio. [12]

Esto último consiste en la estratificación del aire a causa de la diferencia de temperatura entre el que se encuentra en el exterior y el del interior; siendo el más frío el de afuera. En un conducto como el de una escalera, el aire de dentro tiene menor densidad a causa de su elevada temperatura, lo que le hará subir hacia arriba permitiéndose así la entrada de aire más frío desde fuera. Este mecanismo necesita de una abertura inferior y otra superior permitiéndose constantemente la entrada y salida del aire. Así como, cuanto mayor sea la largura de estos conductos, mayor será la influencia de este efecto. Otra ventaja a considerar de este sistema es que no hay dependencia de la velocidad del viento, permitiéndose de este modo la ventilación de los pisos más afectados en una edificación que son los más bajos. [13]

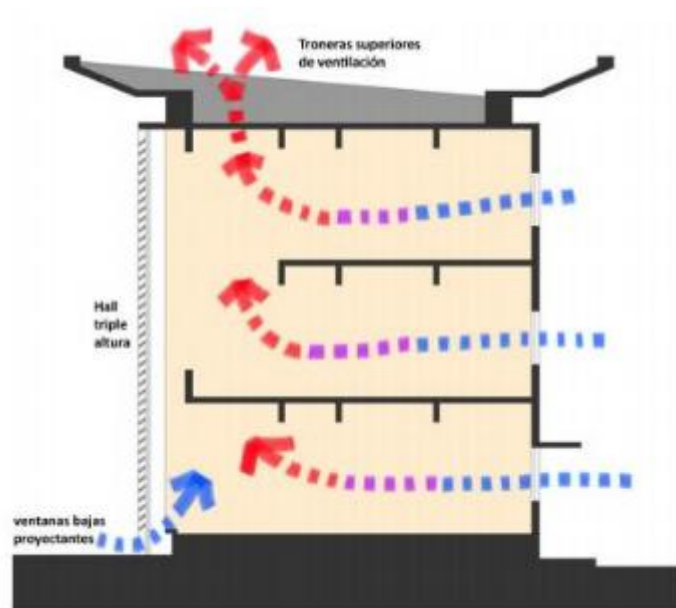


Ilustración 5.4 Efecto Stack. (FUENTE [13])

5.3.2. ZONAS VERDES

Las zonas verdes son todas aquellas áreas vegetales dentro de una ciudad que están con el fin de mejorar la forma de vida de las personas, así como, el bienestar de estas. [14]

A continuación se procederá al estudio de diferentes situaciones para poder ver la influencia de este parámetro en cada una de ellas.

Dándose dos lugares sin zonas verdes y con edificios de la misma altura, pero uno con un mayor número de edificaciones que el otro, el de mayor densidad presentara unos rangos de temperatura mayores que el menor.

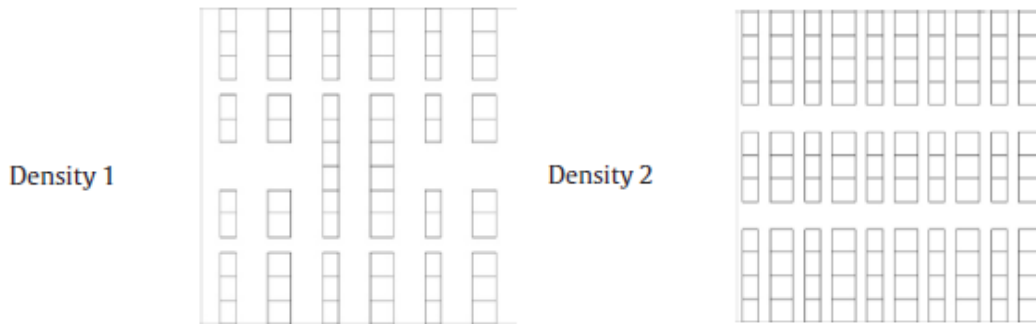


Ilustración 5.5 y 5.6: Áreas con diferente densidad de edificación. (FUENTE [11])

Considerando ahora los efectos que la vegetación puede tener a la hora de mitigar las temperaturas, esta depende de la cantidad de flora que haya, así como también, del tipo de plantas a poner (tejados ajardinados, áreas con árboles, césped, etc.).

Una gran densidad de vegetación en un área urbana consigue un gran descenso de las temperaturas frente a los casos de ausencia de flora, sea cual sea la densidad de edificación de la zona. Aunque, para las zonas con menor número de edificios y siendo estos más altos, se obtienen mejores resultados. También se puede probar que cuanto más naturaleza haya, una mayor mitigación se notará. Por otra parte, el tipo de vegetación a utilizar también tiene un papel importante, siendo los casos de utilización de zonas ajardinadas con árboles y plantas (jardines, parques, etc.) más efectivos que los de techos con césped. El tipo de clima que se encuentra en las áreas estudiadas también afecta de forma importante, siendo las zonas más secas y calurosas más sensibles a la mitigación de la temperatura con el uso de la vegetación. [11]



Ilustración 5.7 y 5.8: Distintos niveles de densidad de edificación y vegetación. (FUENTE [11])

5.3.3. VENTILACIÓN DE LA TRAMA URBANA

Una adecuada ventilación dentro de la trama urbana puede ayudar a mantener una temperatura de confort adecuada en el entorno y derivar en el bienestar de la sociedad. Cuanta más ventilación de aire haya en las calles, mejor sensación térmica habrá. Esto se puede conseguir construyendo espacios abiertos como plazas, no obstaculizando la entrada de la brisa del mar en la ciudad, etc. EL diseño del edificio (cerramiento de este) tiene un mayor impacto que la altura de estos en cuanto a la circulación del aire a nivel peatonal. Para conseguir buenos resultados, es importante orientar bien los edificios obteniéndose una adecuada ocupación del suelo con ellos. De tal forma que habría que escalonar los edificios de un modo adecuado con el objetivo de que la brisa del mar, o cualquier otra, penetre las primeras filas de edificación y llegue tanto a los edificios que están más al fondo como a los niveles más bajos donde se encuentran los peatones. Para el caso de la construcción de una ciudad nueva, habría que plantearse la construcción de los edificios de tal forma que el eje de estos quedase paralelo al viento predominante de entrada. Una solución óptima podría ser variar la altura de los edificios de forma decreciente según nos vamos acercando al punto de origen de donde proviene el viento.

La provisión de permeabilidad a nivel del suelo (peatones) es mucho más importante que a altas alturas, de tal manera que así no solo se consigue un mayor confort para las personas, sino que también se podría eliminar los contaminantes y el calor generado en la superficie. El objetivo de todo esto es maximizar la velocidad el viento y minimizar la radiación solar. [15]

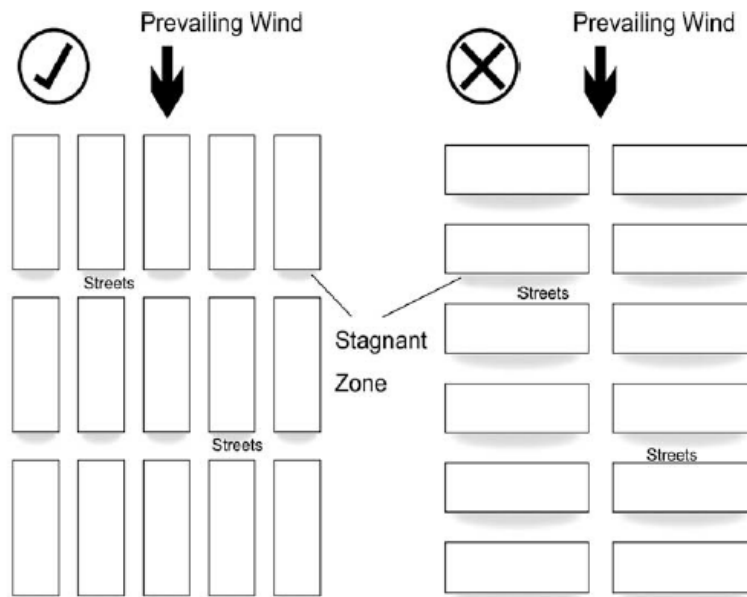


Ilustración 5.9: Diferente orientación de los edificios. (FUENTE [15])

Los corredores por los cuales pasa el aire y permitir, así, que penetre más viento en el interior de las ciudades, pueden ser carreteras, espacios abiertos y edificios de poca altura. Los espacios abiertos deben estar introducidos y alienados de tal forma que se creen corredores de ventilación y las estructuras que se encuentren a lo largo de estos tienen que ser de poca altura.

El diseño de los podios también es un tema importante a tratar, donde se debe adoptar un diseño adecuado de estos; de tal forma que se dirija hacia abajo el flujo de aire para que haya un mayor movimiento de este a nivel superficie e intentar dispersar los contaminantes emitidos por los vehículos. [15]

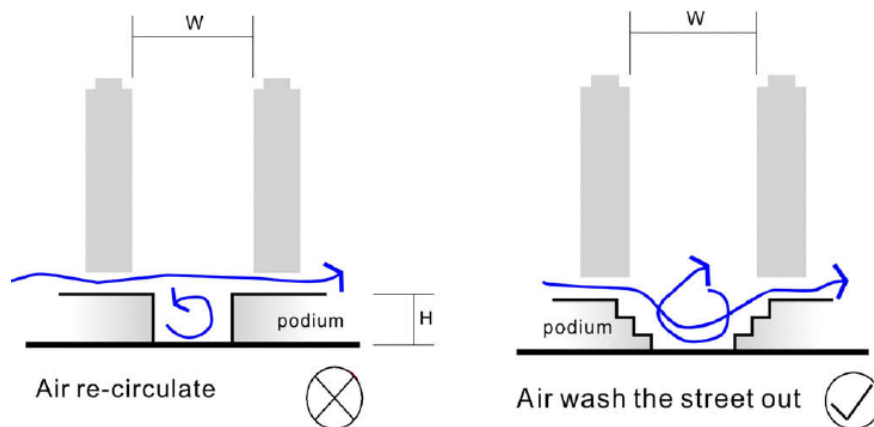


Ilustración 5.10: Diseño de los podios. (FUENTE [15])

5.3.4. CAÑÓN URBANO

El cañón urbano hace referencia al volumen libre que hay a lo largo de una calle limitada por edificios, los cuales pueden ser de distintas alturas entre ellos. Cuanto mayor sea ese volumen libre, más fácil correrá el aire a través de él y temperaturas más bajas se lograrán. Consiguiéndose así un mayor confort de los ciudadanos y un menor efecto de las islas de calor.

Se trata de un carácter geográfico donde los parámetros más importantes que lo definen son:

- **H:** Hace referencia a la altura del edificio más alto que limite la calle de estudio.
- **W:** Anchura de la calle.
- **L:** Largura de la calle.
- **Θ :** Orientación del cañón. El cual hace referencia al ángulo que forma este con el eje Norte – Sur.
- **SVF:** Factor de visibilidad del cielo. Que trata sobre la cantidad de cielo que es deslumbrada desde una determinada superficie del cañón. Este último parámetro suele tomar valores muy pequeños a causa de la cantidad de obstáculos que se encuentran, normalmente, en las calles de las ciudades, los cuales dificultan la entrada de los rayos del sol, así como, a causa de la gran altura que suelen llegar a tomar los edificios que conforman estas.

Por último, también es común hablar sobre el termino de densidad edificada la cual viene de relacionar entre si los tres primeros parámetros definidos anteriormente. [16]

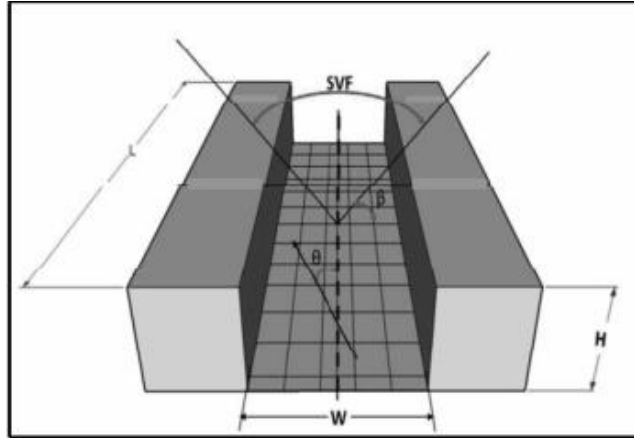


Ilustración 5.11: Esquema de Cañón Urbano. FUENTE (Universidad católica de Salta)

5.3.5. ZONAS AZULES

Estas son aquellas áreas dentro o cercanas a una zona urbana, con grandes cantidades de agua como los mares o ríos. Se caracterizan como un parámetro importante para el estudio de los aumentos de temperatura a causa de las características brisas que provienen de esas zonas, las cuales ayudan a refrescar el ambiente.

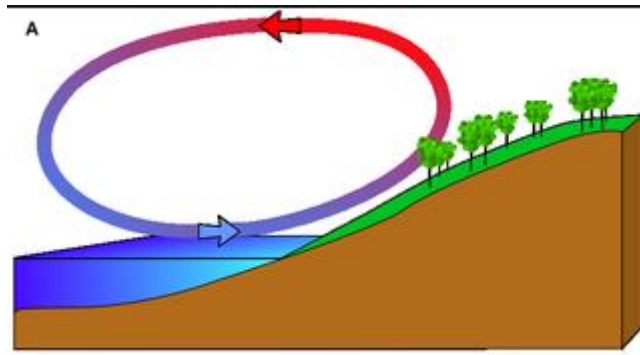


Ilustración 5.12: Brisa Marina. FUENTE (Wikipedia)

5.3.6. EL ALBEDO

Como se ha dicho anteriormente, de toda la radiación solar, parte es reflejada por las nubes, atmosfera o superficie de los elementos constructivos. La que es devuelta por esta última es lo que se llama Albedo, es decir, el tanto por ciento de la radiación solar que, tras incidir sobre la tierra, vuelve a la atmosfera [17]. Este fenómeno puede dar como resultado dos efectos distintos, uno sería el de "Refrigerante", donde la radiación es reflejada, y otro sería el de "Calentamiento", con el que lo incidido es absorbido generando un aumento de la temperatura terrestre. Así pues, también hay una relación de todo esto con los colores de los objetos sobre los que caiga la radiación, siendo los claros los que más reflejan y los oscuros los que mayor absorción generan. Con todo, una posible medida a poder hacer sería la de construir las estructuras, con mayor exposición al sol, de colores claros con el objetivo de reducir el efecto de "Calentamiento" definido antes. Por otra parte, en las zonas rurales, aunque no haya tanta edificación como en las urbanas, las tierras de cultivo generadas como resultado de una actividad humana, también provocan que sea pequeño el porcentaje de radiación solar devuelto a fuera. Además, dentro de los elementos naturales a poder analizar, parece curioso decir que los bosques tienden a albedos bajos, ya que el color verde absorbe

casi toda la radiación que le llega. Esto último es algo que llama la atención ya que la vegetación ha sido nombrada, en apartados anteriores, como una herramienta eficaz a la hora de querer provocar una disminución de la temperatura en las ciudades. Por otro lado, en zonas de nieve o hielos, como en los polos, al tener un color claro, se tienen albedos altos. Aunque, los aumentos de temperatura hacen que la nieve o hielo se derrita disminuyéndose el área de color claro, lo cual, a su vez provoca un menor albedo y un mayor calentamiento global. [18]

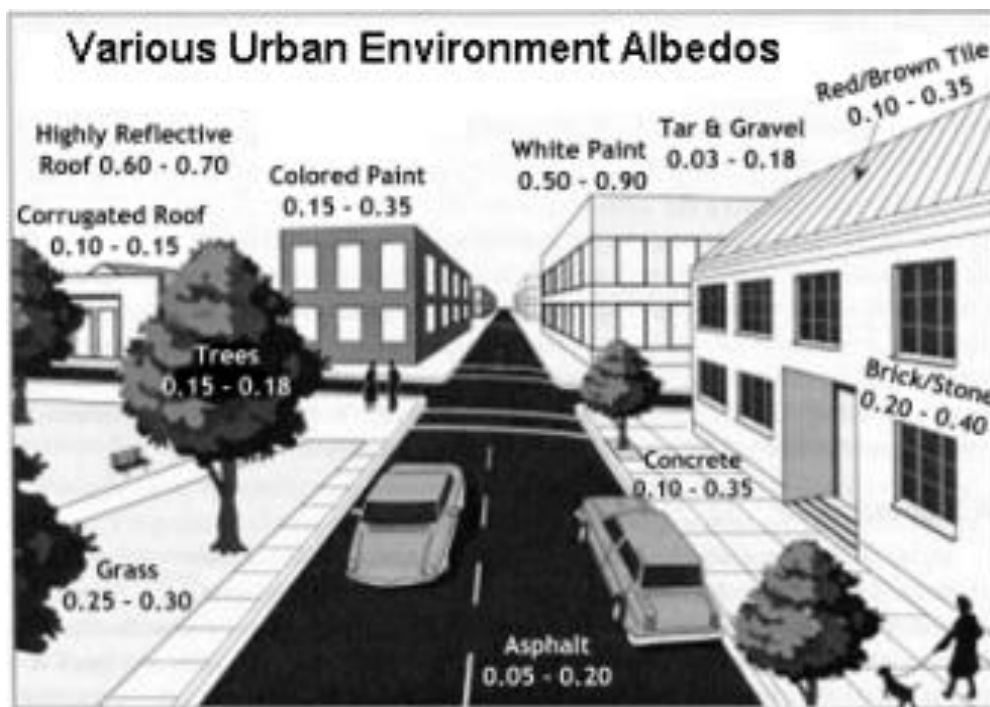


Ilustración 5.13: Albedo de los materiales de construcción. FUENTE (UPC – Universidad politécnica de Catalunya)

5.3.7. INERCIA TÉRMICA

El término “Inercia Térmica” es de origen científico donde la primera parte hace referencia a una acción de oposición hacia una determinada aceleración. Con lo que se puede concluir que todo, en su conjunto, alude a la aversión hacia las variaciones de temperatura en muy poco tiempo. [19]

La inercia térmica estudia los materiales a poder utilizar en la construcción para conseguir una buena sensación térmica para aquellas personas que residan dentro de los edificios. Esta es importante para aquellos lugares donde la diferencia de temperaturas entre el día y la noche es grande y consiste en que las envolventes de los edificios absorban calor durante el día, almacenarla y luego liberarla paulatinamente al anochecer, con el objetivo de conseguir un equilibrio. Esto, al tratarse de una acción donde se actúa como barrera ante un problema pero no de intentar evitar la aparición de este, se dice que es una medida pasiva. En esta se consigue un ahorro en el empleo de energía de calefacción y refrigeración, manteniendo una temperatura estable todo el tiempo. [20]

El comportamiento de estos materiales es distinto en estaciones calurosas que en frías. En las primeras, todo el calor que hay durante el día es absorbido, de forma progresiva, por la fachada del edificio para luego ser soltada durante la noche. Para la mañana siguiente, el

material absorbente se ha tenido que enfriar lo suficiente como para volver a empezar como antes, generándose así unos ciclos de funcionamiento. En las estaciones frías, en cambio, también se empieza absorbiendo calor, pero luego, a la hora de tener que soltarla, esta se lleva hacia el interior de la construcción en vez de hacia el exterior. [20]



Ilustración 5.14: Inercia térmica. (FUENTE [20])

Obviamente, antes de aplicar estos métodos, se requiere un estudio del clima de la localidad, así como hacer un adecuado empleo del material, de tal forma que no se den temperaturas elevadas donde no se necesiten, junto con un buen sistema de ventilación que permita al material enfriarse bien.

Por otra parte, muchos confunden la diferencia entre inercia térmica y aislamiento asemejándolos al mismo fenómeno cuando son cosas totalmente distintas. El aislamiento hace referencia a la velocidad con la que el calor traspasa las paredes de los hogares, término que está regulado por la norma. Mientras que el otro concierne a la capacidad de absorción de calor que tienen esas paredes que limitan el ambiente externo del interno de los edificios. [21]

Terminando, este método no siempre es la mejor solución. Por ejemplo, no es beneficioso en edificios que no se usen de forma continua como en segundas residencias, las cuales solo estarán en uso los fines de semana, manteniéndose cerradas de lunes a viernes. También se requeriría que la vivienda permaneciese cerrada durante el día, a la vez que la temperatura nocturna no superase los 25 °C. En verano sería conveniente bloquear la radiación solar en las direcciones este y oeste ya que la excesiva radiación podría llegar a acabar generando problemas, dándose el resultado contrario al deseado. [20]

5.4. ANALISIS DE COMPORTAMIENTO ENTRE Y DENTRO DE ZONA URBANA Y RURAL

Cada ciudad conserva las características climáticas de la región en la que se encuentra, sin embargo, dentro de ella puede haber diferentes matices que favorezcan el desarrollo de zonas más propensas a calentarse que otras. Todo esto es debido a la heterogeneidad en la morfología y estructura de los espacios construidos.

Dentro de las zonas urbanas se distinguen dos tipos de islas de calor:

- **La superficial** (dentro de una misma zona urbana): Se da cuando las superficies de los suelos, techos y fachadas poseen unas temperaturas mayores a las del aire. Este primer tipo se puede generar tanto de día como de noche, aunque suele tender a ser más fuerte de día, con cielos despejados.
- **La de tipo atmosférico**: Se identifica con las diferencias de temperatura en el aire entre las zonas rurales y urbanas, y esta, a su vez, se separa en otros dos modelos de islas de calor:
 - La que se encuentra a nivel del suelo afectando directamente a los habitantes y representando la capa de aire entre el suelo y la parte superior de los árboles y edificios (tejados).
 - La situada desde donde acaba la anterior hasta el punto donde el aire empieza a ser afectado por el paisaje urbano. Esta, en cambio, se manifiesta a las tardes y es más importante a la noche que por el día. [22]

La principal diferencia que hay entre las zonas rurales y urbanas es que las primeras están conformadas con superficies húmedas, permeables, o cubiertas por vegetación, mientras que, en las otras, la mayoría de las superficies son impermeables. Es decir, la diferencia fundamental está en la forma que tiene el tipo de entorno a consumir esa radiación solar incidente.

Mientras en las afueras del núcleo urbano esa energía solar es usada para la evaporación de los cuerpos ricos en agua como las plantas naturales o el cuerpo humano, en las ciudades no hay apenas permanencia de esa naturaleza, lo que conlleva a un uso de esa energía dirigido al calentamiento del aire ambiente. [23]

En las ciudades la radiación solar es absorbida principalmente a través de los tejados, fachadas de los edificios, calles, plazas, etc. y transformada posteriormente en calor que luego será expulsado al exterior. La intensidad de esta radiación incidente sobre los elementos constructivos depende de la cantidad de superficie expuesta al sol, donde los materiales utilizados para recubrir el suelo, como el asfalto o las aceras, son elementos de influencia en el efecto isla de calor. El calor proveniente de los edificios se puede hacer frente planeando una buena orientación de estos, mientras que el que viene de las aceras y pavimento no habría más que plantearse hacer menos plazas y más parques. [22]

Sin embargo, aunque en las zonas rurales se genere menos impacto negativo ambiental, estas también sufren a causa de los focos de contaminación de las zonas urbanas. Es por ello que, haciendo planes de mitigación y mejora en las ciudades conseguiríamos, al mismo tiempo, avances en los terrenos campestres. Para ello, la intervención gubernamental sería de gran ayuda implantando leyes que obliguen a las empresas a adoptar medidas de mitigación y mejora.

También habría que tener en cuenta el posible crecimiento de la población desde un 73% en el año 2000 hasta un 80% en el 2030, con un aumento de la temperatura entre 0.5 a 1 °C por década, lo que conllevaría a la necesidad de hacer un mayor uso de los sistemas de ventilación como el aire acondicionado para poder vivir con una buena sensación térmica. Pero, esto último acarrearía mucho gasto energético, además de una mayor emisión del CO2 a la atmosfera, así como un mayor desembolso económico por parte de los usuarios. Es por todo que se hace urgente la toma de medidas con el compromiso de cumplimiento de estas para resolver los problemas que conducen al cambio climático. [22]

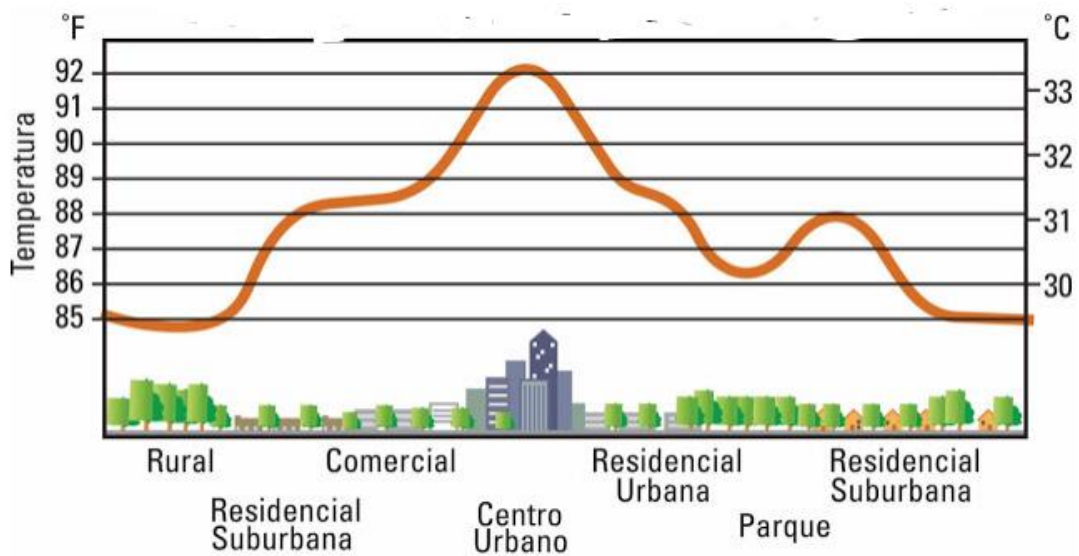


Ilustración 5.15: Isla de calor dentro y fuera de la ciudad. FUENTE (Blog de geografía – profesor Pedro Oña <<http://elauladehistoria.blogspot.com/2016/01/microclima-urbano-la-ciudad-una-isla-de.html>>)

5.5. CASO DE ESTUDIO: ZORROTZAURRE

5.5.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Zorrotzaurre perteneció a la anteiglesia de Abando hasta la adhesión de esta con Bilbao en 1890, año en el que la ciudad amplió territorio por la zona de la margen izquierda de la ría cogiendo también los territorios de Basurto y Olaveaga. A lo largo de los años, cabe por distinguir de Zorrotzaurre las comunidades terrestres de esta, a causa del gran cruce de caminos que había desde Bilbao por Basurto. Así como, también está la gran capacidad que había en esta zona para el transporte de materiales marítimos hacia Portugalete o Deusto y el de material ferroviario hacia Portugalete, Somorrostro, Balmaseda y Santander. También, está por destacar la gran influencia que tuvo Olaveaga sobre Zorrotzaurre, en cuanto a su actividad marítima se refiere, a causa de la gran proximidad que había entre ambas áreas. [24]

En el paso del siglo XIX al XX se sufrió una revolución industrial que conllevó a grandes cambios de la zona como la construcción de muchas naves industriales dedicadas a distintos tipos de procesos de producción dotándose, a su vez, de muy pocas zonas residenciales. [24]

Uno de los cambios más bruscos que sufrió Zorrotzaurre fue la creación del canal de Deusto, convirtiendo el barrio en una península. Obra con la que los ciudadanos de Bilbao colaboraron con la puesta de 100 millones de pesetas mientras que el Estado solo contribuyó con 10.

El origen de todo esto se retorna a los años 20 (durante el siglo XX) cuando España sufre un retroceso económicamente a causa del cese de demanda por parte de los países extranjeros al estar estos últimos arruinados después de la primera guerra mundial. La industria Vizcaína se vio enormemente afectada y, en especial, el sector naviero fue el que más caída sufrió de entre todos. Es por ello que se veía necesario la realización de grandes modificaciones portuarias y de la ría de Bilbao con el fin de conseguir una mejora de las condiciones comerciales y servicios marítimos como la reducción de tiempos de carga y descarga de los barcos o el des-atascamiento del tráfico naval de la ría con la creación de dos muelles. [25]

Sin embargo, mientras la idea de este canal surgió en 1929, no fue hasta 1968 cuando entró en funcionamiento para luego estar activo hasta el 2006. Es decir, estando en funcionamiento un número de años bastante menor del que se tardó en la realización de este. [25]

Después, el barrio de Zorrotzaurre cayó durante unos años, en el olvido hasta que se plantea la reforma de esta zona como área residencial y comercial y con la que se realizaran cambios como la conversión de la península a isla y otros que se detallarán a continuación con la descripción del Master Plan de Zorrotzaurre.



Ilustración 5.16: Zorrotzaurre del pasado. FUENTE (El Correo)

5.5.2. MASTER PLAN DE ZORROTZAURRE [26]

El Master Plan de Zorrotzaurre es una de las últimas operaciones de regeneración urbana puestas en marcha en Bilbao. Este plantea la recuperación de una zona, ahora degradada, para la aparición de un nuevo barrio en Bilbao bien comunicado, viviendas accesibles, zonas donde poder poner empresas no contaminantes para el medio ambiente y distintos equipamientos sociales y culturales. Este plan también incluye la apertura completa del canal de Deusto convirtiendo la actual península e Zorrotzaurre en una isla.



Ilustración 5.17: Zorrotzaurre del futuro. (FUENTE [26])

Con todo esto se pretende integrar a Zorrotzaurre con sus vecinos Abandoibarra, Deusto, Olabeaga, Sarriko, San Ignacio y Zorrotza, como un barrio más donde vivir de forma cómoda y con todas las facilidades posibles. Hoy en día, todavía se pueden ver restos históricos de Zorrotzaurre con sus vecinos, como el paralelismo de las calles de este con las de Sarriko y San Ignacio, o los embarcaderos que llevaban a los ciudadanos hasta Olabeaga. El objetivo de todo esto es que Zorrotzaurre marce la tendencia de una forma distinta de vivir y trabajar.

La topografía de Zorrotzaurre y la amplia curva de la ría condicionan la malla urbana de Bilbao. El "skyline" futuro de Zorrotzaurre señala un perfil irregular con muchos espacios abiertos, disminuyendo el nivel de construcción en el Distrito Central.

Se llevaran a cabo la construcción de distritos modernos y contemporáneos, distinguiéndose tres: Sur, Centro y Norte. Estos se diferenciaran entre sí por los distintos usos para los cuales se construya cada uno, así como, por la densidad de edificación. Aunque tampoco debemos olvidar la formación de dos nuevos espacios, los cuales están en el otro lado de la ría unidos uno con Deusto y el otro con San Ignacio.

El distrito sur presentaría una distribución urbana normal. Al estar esta zona entre centros académicos, medicina, negocios e ingeniería resulta ideal como área de desarrollo económico y de conocimiento. Es por todo esto que esta sería el distrito con mayor densidad estructural (oficinas, residencias, patios, etc.).

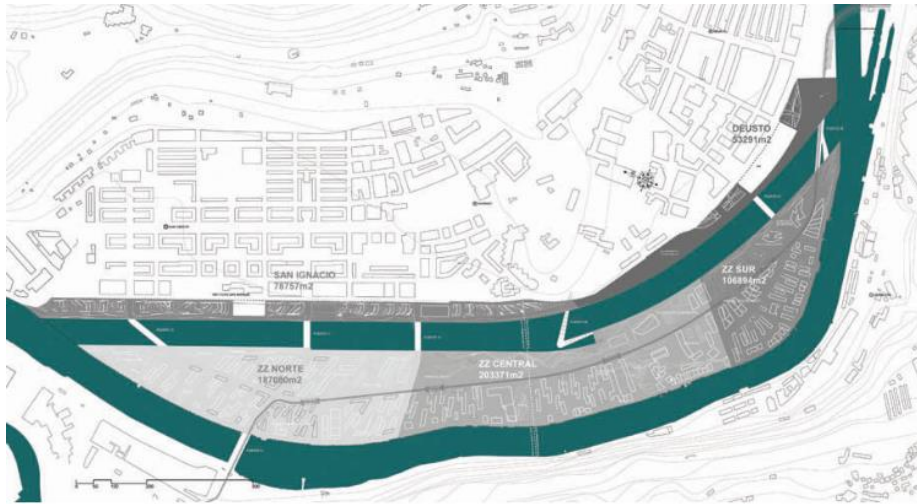


Ilustración 5.18: Distritos de Zorrotzaurre. (FUENTE [26])

La apertura del canal de Deusto conllevará a que Zorrotzaurre se conecte con sus vecinos mediante una serie de puentes. Estos serán dos que conecten con Deusto, otros cuatro (incluida una pasarela peatonal) con San Ignacio y Sarriko y otro con Zorroza. La carretera existente por la ribera se transformará en una calle con prioridad peatonal y carriles de bicicleta, promoviendo, así, la movilidad sostenible. Sin embargo, la parte más importante de toda esta reforma sería la extensión de la red del tranvía por todo Zorrotzaurre. Conectando, de esta forma, los barrios que están por abajo con el centro de Bilbao. Esta conexión del tranvía con el Ensanche, se realizaría mediante un puente paralelo al Euskalduna.

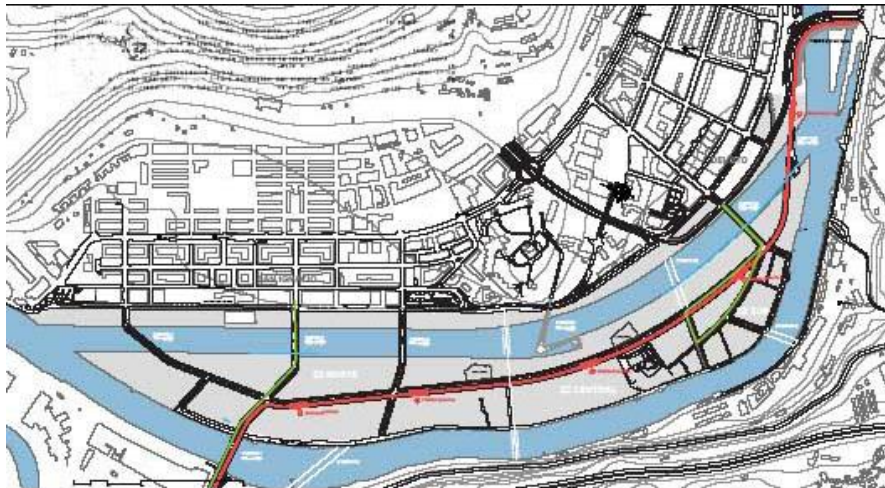


Ilustración 5.19: Red del tranvía en Zorrotzaurre. (FUENTE [26])

Se plantea una red con espacios colectivos y públicos variados. Esta estará definida por tres ejes, de los cuales dos estarán situados en los márgenes y el otro se colocará en el centro, Avenida Central, la cual incluirá el tranvía. Los espacios libres se generarían alrededor del canal de Deusto con paseos a ambas orillas y con la creación de un parque en la zona central, produciéndose, así, una continuación de los Jardines de Botica Vieja mediante un puente peatonal.



Ilustración 5.20: Espacios colectivos y públicos. (FUENTE [26])

El entorno que favorecerá Zorrotzaurre será uno abierto y accesible, promoviendo, así, las actividades al aire libre. Con este objetivo, los edificios se orientarán de forma abierta hacia el agua permitiendo una mayor entrada de la luz solar, vistas y paseos públicos, consiguiéndose integrar la diversidad medio ambiental y de ocio de la isla. De este modo, se ofrece accesibilidad a los espacios colectivos y públicos, donde estos favorecerán a que haya una unión entre las viviendas, oficinas y parques de la Ribera. Por otra parte, la manera en la que se vaya a disponer el terreno también va a permitir que el paseo se ponga a la altura del nivel de la ría, dejando, de este modo, tener a los peatones una relación más cercana con el agua.

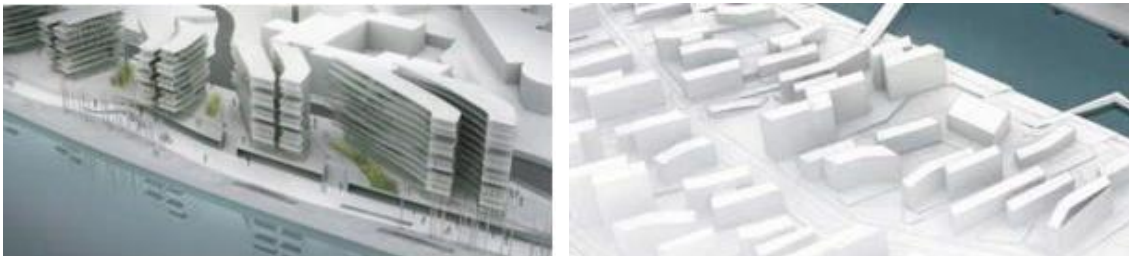


Ilustración 5.21 y 5.22: Cañón urbano. (FUENTE [26])

El conjunto de paseos se ubicará a lo largo de toda la ribera, donde el estilo de construcción será distinto para cada orilla. Por una parte, el lado de la Ría estará constituido por edificios históricos y calles de pequeña escala con un paseo al borde del agua, generándose un gran contraste con la gran curva de la ría y las empinadas calles del otro lado. Sin embargo, la otra orilla, la del Canal, estará formado por estanques, embarcaderos y escaleras hasta el agua ofreciendo una futura variedad de deportes acuáticos. Con todo esto, lo que se quiere conseguir es una mayor vida en la ría.

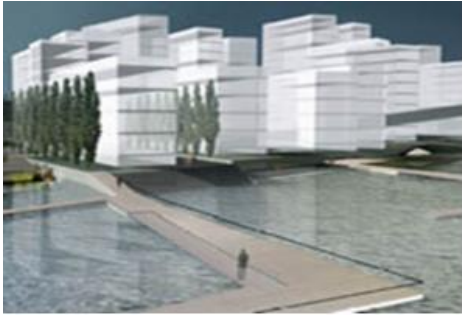


Ilustración 5.23: Paseos para peatones. (FUENTE [26])

Zorrotzaurre ha ido pasando por diferentes etapas como distrito portuario, y a consecuencia de esto, tiene distintos edificios históricos que demuestran el paso de los años. Estos son la identidad de Zorrotzaurre, lo que hoy en día se considera algo importante que cuidar tanto para los visitantes como para los residentes. Uno de los objetivos del Master Plan es definir nuevos usos y funciones para todas estas construcciones. Por ello, se pretende conservar una serie de edificios industriales (los más interesantes) como almacenes para nuevos usos y como exponentes vivos de la historia industrial y portuaria de la zona. Con todo, dos de ellos se conservaran para la realización de actividades económicas, volviendo estos a alojar empresas en su interior.



Ilustración 5.24 y 5.25: Edificios históricos. (FUENTE [26])

5.5.3. Metodología de evaluación del confort térmico

La conformación de un área repercute térmicamente tanto en el interior de los edificios como en el exterior (espacios públicos). El estudio del comportamiento térmico se puede hacer a través de un balance de energía. El cual consiste en la transferencia de calor por conducción, convección y radiación entre los elementos que constituyen la zona urbana y las personas. Es por esto que es de gran importancia la elección del tipo de pavimentos y fachadas a utilizar. Así como, la distribución, orientación y altura de los edificios y la cantidad y tipo de vegetación a poner. Todos estos factores afectan al bienestar de las personas y, por tanto, será lo que defina la forma de comportamiento de estas. Ya que, un ambiente demasiado caluroso o frío no será confortante, llegando repercutir en el estado de ánimo y forma de trabajo de los habitantes que habiten en él. [27]

Las personas están constantemente intercambiando calor con todo lo que les rodea. Y, por ello, estas podrán permanecer más o menos tiempo en una zona con unas determinadas condiciones térmicas, según los elementos que les rodeen.

El estudio del confort térmico, en áreas urbanas, pretende medir la capacidad que tiene un espacio para hacer que la mayor parte de sus habitantes se sienten cómodos y confortados. Para lo que haremos hincapié en varios factores como las condiciones climáticas, materiales de las estructuras que forman el área, forma espacial y el tipo de actividad metabólica de las personas.

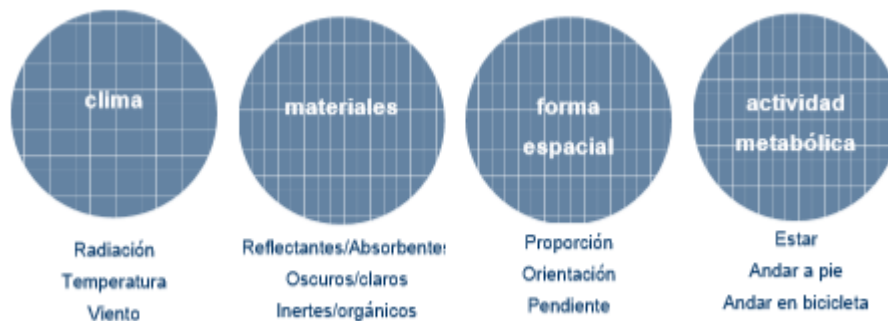


Ilustración 5.26: Factores de influencia en el confort térmico. FUENTE (BCNecologia)

Sin embargo, para llegar a una situación de confort térmico no es suficiente con cumplir con el balance de energía ya que el cuerpo humano es capaz de llegar a un equilibrio térmico en diversas condiciones sin llegar a alcanzar una sensación cómoda. Por lo que, se tendrán que tener en cuenta otros factores como que el sudor expulsado al exterior, o que la temperatura de la piel, estén dentro de unos rangos. [28]

5.5.4. INDICADORES A UTILIZAR (DEFINICIÓN)

Los indicadores que se vayan a tener en cuenta para el estudio del confort térmico van a ser:

Zonas verdes:

Este es un factor importante a considerar ya que contribuye a la mejora de la sensación térmica. Aumentar los espacios verdes y la disposición de estos ayuda a suavizar el efecto de "isla de calor". Este efecto es derivado de la contaminación, con lo que es un fenómeno muy dado en las zonas urbanas. Además, toda esta contaminación afecta a la salud de los

ciudadanos, pudiendo llegar a provocar enfermedades crónicas en ellos. Por ello, la vegetación es un elemento clave, ya que, los árboles, por ejemplo, son capaces de absorber los contaminantes que se encuentren en el aire, reteniendo las partículas en sus hojas. También, son capaces de aumentar la humedad y disminuir la temperatura de la tierra. Por otra parte, otro punto positivo sería que éste se trata una solución ecológica y sostenible.

Cañón urbano:

Este otro ha sido elegido porque según cual sea la distribución, orientación, altura de los edificios, anchura de las calles, etc. se dejara pasar más o menos aire a lo largo de estas, pudiéndose influir mucho en la sensación de los habitantes.

Los barrios que más problemas plantean son los antiguos ya que, las nuevas construcciones incluyen factores nuevos que antes no se tenían en cuenta, con el fin de lograr cierta sostenibilidad e impactar lo menos posible en la naturaleza. Con todo, la reforma de barrios viejos y en desuso, no solo ayuda a dar una mejor imagen de la ciudad y renovarla, sino que también es una oportunidad para rediseñarla pensando en todos esos parámetros que afectan al cambio climático y, de este modo, ayudar a las generaciones futuras a tener menos problemas ambientales y vivir con un mayor confort.

Zonas azules:

Está demostrado que las zonas más cercanas al mar (zonas costeras) reciben más brisa marina que las interiores. Yendo de forma descendente ya que, cuanto más adentro se este, menos brisa llegara. Esto puede afectar de forma positiva para las épocas del año más calurosas pero, también, de forma negativa para las más frías. Con todo, es un tema importante a regular sin llegar a extremos, ya que, tanto demasiada como poca brisa, puede llegar a dar sensaciones de mal estar a los ciudadanos. A pesar de todo, en este trabajo nos centramos en los aumentos de temperatura, es por ello que consideraremos que cuanto más agua halla alrededor, temperaturas más regulares se darán y, con ello, mayor comodidad para los ciudadanos.

Sombreamiento:

Este es un factor muy ligado a las alturas de los edificios y árboles a haber. Cuanto más alto sea un edificio, más sombra proporcionara y, cuanto más robusto y frondoso sea un árbol, lo mismo se obtendrá. Del mismo modo, también afecta la orientación de los edificios para dar más o menos sombra, no siendo lo mismo un edificio que mira hacia el Este que otro que mira hacia el Norte. Por ello, este es un factor muy influenciado por el de “Zonas verdes” y “Cañón urbano”.

Materiales-Inercia térmica:

Por otra parte, no todos los materiales tienen el mismo comportamiento. Unos absorben más el calor que otros. Y, cuanto más atrape un material, mayor será la temperatura de las edificaciones donde residen los habitantes, influyendo de forma negativa sobre la salud de estos en las épocas calurosas. Así como, cuanto más reflejen los rayos solares los materiales, menos calor entrara y más cómodamente se trabajara y vivirá.

Albedo:

Este es otro factor íntimamente ligado con el anterior, ya que trata sobre el color de las superficies de los materiales expuestos al sol. Así como, también, de la capacidad de absorción de estos. Con todo, se podría decir que está muy ligado con el indicador anterior.

5.5.5. EVALUACIÓN DEL CONFORT TÉRMICO

En este apartado se comenzará por introducir la metodología de evaluación del confort. Es decir, nombrar qué indicadores son más importantes que otros, escalas a utilizar para su medición, etc.

Por una parte, se considera que el indicador de “Cañón urbano” es de mayor importancia que el de zonas verdes porque, con él, se trata de intentar no provocar resultados indeseables como la contaminación o la falta de confort, de forma directa (Acción activa). Mientras que con la vegetación estaríamos actuando de forma pasiva, al tratarse de disminuir la contaminación y temperaturas altas ya formadas.

Por otro lado, los indicadores de “Materiales” y “Albedo” son de mucha importancia ya que definen el comportamiento de una ciudad. Este sí que es un tema indispensable a tener en cuenta ya que afectaría a todas las zonas sea cuales sean su tipo de naturaleza original (Costa, Montaña...). Cuantos más materiales naturales usemos, más en armonía se funcionara con la naturaleza.

El indicador de “Zonas azules”, sin embargo, se juzga de menor importancia que los anteriores porque existen muchas zonas naturales que, sin ríos o mares a lado, pueden ser, por si solas muy sostenibles. Lo que le hace a una zona estar equilibrada e impactar menos en la naturaleza, no es el tener o no un determinado elemento, sino que es el estar lo menos modificada posible con respecto a su origen. Es decir, respetar las formas de comportamiento, en cuanto a clima, fauna, montañas, etc. Si se corta una montaña con el fin de tener más espacio disponible para una determinada construcción, se caza mucho una especie llegando a la extinción de esta o se echa a el exterior gases químicos que, de origen, no se formaban por si solos, etc. se impacta sobre la naturaleza, y, consecuentemente, sobre las personas. De todas formas, tampoco afecta igual el mar que un rio, ya que, el mar proporcionaría mucha más brisa de la que podría proporcionar el rio y, con ello, una mayor bajada de las temperaturas. Con todo, obviamente, este es un indicador que ayuda a mantener temperaturas regulares pero, no es algo indispensable para poder vivir cómodamente en un determinado lugar.

También, el indicador de “Zonas verdes” tiene una consideración mayor que el de zonas azules pero menor que el de cañón urbano, materiales o albedo al tratarse de una forma pasiva de disminuir los efectos de las islas de calor; pero es necesario para la existencia de un ecosistema adecuado o mantener el equilibrio natural de la tierra.

Por último, el tema del “Sombreamiento”, se toma como un factor que ayuda a mitigar los efectos del calentamiento global pero que no es indispensable para cualquier zona a analizar. En el desierto, por ejemplo, la forma de hacer frente al calor es utilizando túnicas oscuras con ropa clara por debajo creándose unas corrientes de convección entre capas y, así, refrescando el cuerpo humano. Pero no se basan en viseras ni sombrillas que les proporcionen sombra, ya que el otro método es mucho más efectivo.

Con todo, se considera que el orden de los indicadores más relevantes según la forma de afectación y nivel de necesidad, es: 1º-“Cañón urbano”, 2º-“Materiales” y 3º-“Albedo”.

A continuación, se seguirá por dar una tabla de priorización de indicadores. De tal forma, que se ordenen estos de mayor a menor importancia:

A	Cañón urbano.
B	Materiales.
C	Albedo.
D	Zonas verdes.
E	Zonas azules.
F	Sombreamiento.

Tabla 1: Orden de priorizaciones

En cuanto a las escalas a utilizar en los indicadores, estos serán los siguientes:

“Cañón urbano”: *alto grado de la ventilación urbana (1) – medio grado (2.5) – bajo grado (5)*

“Materiales”: *alta inercia térmica (1) – media (2.5) – baja (5)*

“Albedo”: *muy reflectante de la luz del sol (5) – medio reflectante (2.5) – poco reflectante (1)*

“Zonas verdes”: *muy frondoso de hojas y ramas (5) – medio frondoso (2.5) – poco frondoso (1)*

“Zonas azules”: *mar (5) – lago (2.5) – rio (1)*

“Sombreamiento”: *gran superficie (5) – media (2.5) - baja (1)*

Una vez nombrados los indicadores a tratar, su importancia, escalas y el porqué de la elección de estos, se procederá a darles peso. El procedimiento será en %, dando valores del 0 al 1 y teniendo que sumar, en total, todos ellos, uno. Con todo, se concluye que los pesos deben ser:

- **Zonas verdes -> 0.15**
- **Cañón urbano -> 0.3**
- **Zonas azules -> 0.1**
- **Sombreamiento -> 0.05**
- **Materiales -> 0.2**
- **Albedo -> 0.2**

Por otra parte, este método a seguir, también podría llegar a ser de gran ayuda a la hora de rediseñar una zona urbana, para cuando no se llega a un acuerdo entre los constituyentes del proyecto de distribución y diseño. Todo esto, con el fin de hacerla lo más sostenible posible, pensando, no solo en el beneficio propio, si no en el bienestar y contento de los ciudadanos.

5.5.6. ANÁLISIS DEL NIVEL DE CONFORT DE ZORROTZAURRE EN DIFERENTES ÉPOCAS

A continuación, en este nuevo apartado, se procederá a medir el nivel de confort de la zona de Zorrotzaurre en diferentes épocas (desde 1955 a Plan de futuro):

- 1955 (zona industrial sin existencia de canal).
- 1978 (zona industrial con apertura de canal).
- Época actual (poca concentración de edificaciones).
- 2025 (Masterplan).

Para lo que analizaré la zona en cada época, dando valores a los distintos indicadores según el grado de cumplimiento.

Como el trabajo se centra en las subidas anormales de temperatura que se están dando, a causa de la contaminación producida por las distintas actividades humanas e industriales, para los indicadores de “Zonas verdes” y “Sombreamiento” considerare que, cuanto mayor sea la cantidad y tamaño de vegetación y sombra, mayor valor tendrán estos indicadores. Mientras que para “Materiales” y “Albedo” tomare que cuanto menor sea la capacidad de absorción y más claros sean los colores, más nota se pondrá a estos.

Por otra parte, para “Cañón urbano” y “Zonas azules”, considero que, cuanto menos se obstaculice el paso del viento a través de la zona urbana y más agua exista alrededor, ya sea con el mar o rio, mayor será el valor que se les dará.

Los valores finales dados, serán del 1 al 5.

5.5.6.1. ZORROTZAURRE EN 1955 (ZONA INDUSTRIAL SIN EXISTENCIA DE CANAL)



Ilustración 5.27: Zorrotzaurre 1955. FUENTE (Goeuskadi)

En esta imagen se muestra la zona de Zorrotzaurre sin haber sufrido, aún, grandes cambios. En su origen, esta se trataba de una zona muy industrializada y sin apenas edificios de residencia más que alguno que otro para los obreros. Como se puede observar, se trata de un área recorrido todo a lo largo por una ría, lo que ayudaría mucho a calmar la “Isla de calor” y, con ello, a mantener temperaturas no excesivamente altas.

En cuanto a las zonas verdes, debido a la época de la que se trata, en ella no hay mucho rastro de árboles o vegetación alguna. En estos años, la industria estaba en apogeo y no se tenía en consideración el daño que se le podría estar causando a la naturaleza y, con ello, los efectos que ello acarrearía en un futuro no muy lejano como el de ahora.

Para el tema del cañón urbano, se buscaba el mayor aprovechamiento posible de la zona. Es decir el poner todo de forma compacta y sin seguir ningún orden con tal de satisfacer el mayor número de necesidades colectivas y conseguir los mayores beneficios posibles para las empresas.

Como en esta época, el medio ambiente no era un tema a tener en consideración, se vertían muchos gases tóxicos que impedían el crecimiento de la vegetación de los alrededores e

incluso afectaban a la salud de la población. También eran muchos los productos tóxicos expulsados a la ría con lo que esta se caracterizaba por tener un color negruzco a causa de toda la contaminación que acarreaba y que, más tarde, llegaba al mar. Con todo, la contaminación no se quedaba atrapada en una zona concreta, sino que también podía afectar a otras zonas próximas no causantes del daño generado.

Con el tema de los materiales utilizados en la construcción, se pensaba en los mejores para la sostenibilidad de la estructura del edificio y en aquellos que podrían llegar a ser más duraderos, pero no, así, en los más transpirables o menos absorbentes de los calores de los alrededores.

Con el albedo pasaba más de lo mismo, los colores utilizados solían ser muy oscuros con lo que la mayor parte de los rayos del sol eran absorbidos, alcanzándose temperaturas muy altas en el interior de los edificios. Por otra parte, esto no ayudaba en nada a los trabajadores o usuarios porque, debido a la propia naturaleza de los distintos procesos que se desarrollaban, ya se generaba mucho calor. Con lo que, si además, le sumamos materiales no transpirables y absorbentes del calor, era difícil que se alcanzasen buenas condiciones laborales.

Al tratarse de una zona muy industrializada, el tipo de edificio que se utilizaba tendía a ser de altura baja. Por ello, las sombras generadas no llegaban a ser muy grande y había pocas posibilidades para los viandantes de refugiarse del sol en aquellos días más calurosos.

El estilo de suelo usado era, en su mayoría, pavimento tipo cemento o superficies baldosadas sin ninguna extensión de verde. Y, como, el sombreado era bajo, casi todo ese pavimento estaba expuesto a la luz solar, con lo que esta era absorbida para acabar expulsando calor en los niveles más bajos de la atmosfera. Además, como en aquella época el nivel de contaminación generado era grande, esto contribuía como barrera concentrándose el calor en el interior de la ciudad. Y, por ello, las capas más bajas nunca llegaban a ventilarse.

Para terminar, podemos concluir que, en estos años, se impactaba negativamente sobre la naturaleza, así como, también sobre la salud y confort de las personas. Se trataba de una época en la que uno no era consciente de todo lo que se estaba provocando y donde había pocas leyes que regulasen y controlasen todas las injusticias generadas.

Dicho lo anterior, decido dar los siguientes valores a los indicadores:

- Cañón urbano: 2
- Materiales y Albedo: 2
- Zonas Verdes: 1.5
- Zonas Azules: 3
- Sombreamiento: 1.5



Ilustración 5.28: Creación del canal de Deusto. FUENTE (Goeuskadi)

5.5.6.2. ZORROTZAURRE EN 1978 (ZONA INDUSTRIAL CON APERTURA DE CANAL)



Ilustración 5.29: Zorrotzaurre 1978. FUENTE (Goeuskadi)

La gran diferencia geográfica entre este caso y el anterior es que aquí se creó un gran canal, llamado “Canal de Deusto”, con el que Zorrotzaurre pasó a ser una península artificial. Llamándose artificial porque, obviamente, ese canal no fue generado de forma natural si no que se provocó por medio de la acción humana. Las actividades económicas iniciales en este área fueron navales y, con el fin de fortalecerlas y adaptarlas a los cambios que iban surgiendo, se creó el canal de Deusto. Toda esa apertura provoca un mayor control de las temperaturas contribuyendo a que el efecto de “Isla de calor” sea menos notorio y, a que en caso de que se

diese algún fenómeno catastrófico como inundaciones por lluvias torrenciales, el impacto fuese menor al tener el agua más espacio libre por donde circular.

Para esta época, en Zorrotzaurre el sector industrial empezó a caer dándose la posibilidad futura de uso residencial del suelo, aunque, todavía quedaba algo de actividad industrial.

Para aquella época, todavía no se trataba el tema del ambiente y la contaminación como algo importante a tener en cuenta. Por ello, las edificaciones nuevas, como residencias, que se iban haciendo, tampoco seguían ningún orden, ni se ponían con ningún criterio especial como el de salvaguardar el ambiente. Por tanto, el cañón urbano todavía no era el adecuado.

Aunque el número de empresas decreciese, eso no significaba que no se contaminase. El hombre también genera gases tóxicos y contribuye a la destrucción de la naturaleza con sus hábitos y actividades del día a día, a pesar de que el tipo de contaminación generada fuese menos agresiva para el ambiente. Por otra parte, el número de personas iba creciendo, con lo que se incrementa el daño al medio ambiente.

Dejando de lado el tema de la industria y de la contaminación, al pasar de naves industriales a residencias para los ciudadanos, el tipo de estructura que se desarrollaba era más alta, con lo que había una mayor capacidad de generar sombras más amplias, lo cual es muy beneficioso siempre y cuando se pensase en la orientación adecuada a la hora de hacer los edificios. Pero, al no estar la gente todavía concienciada en el tema de la sostenibilidad de la naturaleza, muchas veces no se aprovechaba ese recurso.

En cuanto a las zonas verdes, digamos podrían darse algún que otro árbol más con el mero objetivo de decoración por parte de las zonas residenciales pero, aun no se daban nada de parques ni explanadas de hierba como jardines.

En relación a materiales y albedo, pasaba lo mismo que en el apartado anterior. La idea de los constructores era más el de la sostenibilidad de los edificios y durabilidad que el ser transpirables para ventilar el interior de estos o el evitar la absorción del calor y, con ello, los aumentos de temperatura. Así como, con el color a utilizar, tampoco había una conciencia en la sociedad de utilizar colores claros para evitar la absorción solar produciéndose los mismos errores.

Por otra parte, al tenderse cada vez más a hogares donde vivir que a actividades industriales, la actividad que se realiza dentro de las casas de los residentes es totalmente diferente al de las fábricas, siendo las de los hogares mucho menos activas y menos productivas en calor generado. Por ello, se podría decir, que en cierta forma, había menos impacto al ambiente.

Por último, se podría decir que cada vez se estaba evolucionando hacia un ámbito menos dañino que en el apartado anterior pero, aun así, con muchos aspectos a mejorar. Otra idea que se puede sacar de todo esto es que para dirigirse al campo de la sostenibilidad en la naturaleza, hay que empezar por que las personas sean conscientes de todo lo que se está haciendo con las actividades humanas del día a día y que, además, estén dispuestas a cambiar sus hábitos para querer generar un mejor ambiente y cuidar de la naturaleza. Aunque, para poder llegar a ese punto, hayan tenido que evidenciarse algún que otro fenómeno como el del calentamiento global para que la gente se hiciera consciente de lo que estaba ocurriendo y quisiese cambiar.

Dicho lo anterior, decido dar los siguientes valores a los indicadores:

- Cañón urbano: 2.5
- Materiales y Albedo: 3
- Zonas Verdes: 2
- Zonas Azules: 3.5
- Sombreamiento: 2

5.5.6.3. ZORROTZAURRE EN LA ACTUALIDAD (ZONA DEGRADADA Y ALGO RESIDENCIAL)



Ilustración 5.30: Zorrotzaurre actual. FUENTE (Goeuskadi)

En la actualidad, Zorrotzaurre es una zona bastante degradada no habiendo desarrollado de igual manera que otros barrios de los alrededores. Como se puede ver en la fotografía, hay mucho pabellón industrial abandonado ya que, hoy en día, casi toda la industria ha desaparecido del centro de Bilbao yéndose a otras zonas más periféricas. Cuando la industria empezó a desaparecer del centro, los distintos barrios empezaron a convertirse en zonas más de residencia y turismo, pero a Zorrotzaurre no le pasó así. En la imagen es apreciable como, los pocos edificios que hay destinados a albergar viviendas, se encuentran todos ellos por los contornos de Zorrotzaurre, pegando a la ría. Así como, también vemos que casi todas las residencias se encuentran apelotonadas en la entrada de la península yendo a menos según vamos avanzando hacia la punta de esta. Los hábitos cambian, como también los gustos y los barrios de moda, quedando Zorrotzaurre en el olvido de las personas. Con todo, se llega a la conclusión de que el cañón urbano sigue sin ser el adecuado, a causa de que no ha habido cambios en cuanto al diseño del lugar hacemos referencia.

El canal todavía se mantiene, no eliminándose de este modo el beneficio que este contribuya para la sostenibilidad de la naturaleza y el mantenimiento de temperaturas regulares. Aunque tampoco se aprecia ninguna mejoría o cambio en cuanto a este campo se refiere.

Digamos que, al estar esta zona mucho menos activa que otras, la mayor parte de la contaminación generada en Bilbao proviene más de los barrios de los alrededores que de Zorrotzaurre. Por ello, este no es un área que contribuya, en gran medida, a la generación de la isla de calor.

Por otra parte, aunque no haya mucha actividad, se sigue sin apreciar ninguna mejora de zona verde ni nada que ayude a la mitigación de las altas temperaturas ya que, aunque en Zorrotzaurre no sea un factor importante a controlar para el calentamiento global, sí que lo son todas las zonas de los alrededores, con lo que se ve totalmente influenciada por los demás. A modo de ejemplo, el CO₂ generado por el tráfico de los coches afecta de igual forma al lugar donde se genera como a los de la periferia al tratarse de un medio de transmisión aéreo.

En el tema de los materiales utilizados en las estructuras y albedos, al no haber habido un gran desarrollo en esta zona, tampoco lo ha habido en el tipo de estructura a darse, quedándose estancado y en el mismo punto que en épocas anteriores analizadas.

Dicho todo esto, se puede concluir que, en la actualidad, Zorrotzaurre es un lugar estancado en el pasado con una gran necesidad de ser remodelado y adaptado a la época actual. Esto puede ser una ventaja o desventaja según el punto de vista del que se mire. Como ventaja, se trataría de un proyecto de rediseño del barrio en el que se podrían plantear distribuciones y edificios para acabar generando un cañón urbano de menor impacto posible en el ambiente y que pueda dar el mayor confort térmico a sus residentes. De esta forma se hará a Zorrotzaurre un lugar más atractivo para vivir con el fin de atraer a la gente y así reavivar el barrio. Como desventaja, la actividad humana aumentara siendo esto un factor que incrementa la contaminación y temperatura.

Procediendo, a continuación, con los valores a darle a cada parámetro, concluyo:

- Cañón urbano: 2.5
- Materiales y Albedo: 3
- Zonas Verdes: 3
- Zonas Azules: 3.5
- Sombreamiento: 2

En resumen, Zorrotzaurre es una zona que no ha podido evolucionar de igual forma que otros barrios del alrededor, por lo que no se ha notado ningún cambio en su aspecto estructural. Es por ello que he decidido mantener los mismos valores, con respecto a la época analizada anteriormente, en todo los indicadores utilizados para la evaluación del confort térmico del área, menos en el de Zonas verdes. Este último lo voy a aumentar de valor porque, una zona abandonada y demacrada con pabellones industriales, donde hay mucha menos actividad industrial, conlleva a una gran disminución de la contaminación generada. La vegetación es una alternativa de solución para absorber la contaminación de los alrededores e intentar mejorar la calidad del aire, luego, aunque no haya habido un aumento real en la cantidad de plantas o parques a haber en Zorrotzaurre, esa inactividad industrial lo asociare a un aumento de ello.



Ilustración 5.31: Zorrotzaurre del futuro. FUENTE (Goeuskadi)

5.5.6.4. EL ZORROTZAURRE DEL FUTURO (MASTERPLAN)



Ilustración 5.32: Zorrotzaurre del futuro. FUENTE (Goeuskadi)

El plan de futuro que hay es el de la regeneración del barrio donde se pretende pasar de península a isla pero, poniendo en su lugar varios puentes como medio de comunicación entre Zorrotzaurre y los barrios de los alrededores. Así como también se pretende ampliar la red de transporte del tranvía haciendo que recorra toda la isla por el medio de esta y entrando en ella por medio de uno de los puentes. Al hacer la conversión de península a isla, se disminuye el riesgo de inundaciones, además, se añadirán unos tanques de recogida de agua, con los cuales, ese riesgo se hará aún más pequeño.

Por otra parte, ahora sí que se plantea la construcción de un cañón urbano que respete lo más posible la naturaleza y que no ayude a provocar el efecto de “Isla de calor”. Con ello, se plantea un diseño urbanístico que permita la corrida del aire libremente entre las calles.

Lo que ayudará a mantener unas temperaturas moderadas, así como, a la no acumulación de la contaminación en la capa más baja de la atmosfera (Troposfera), al estar ésta constantemente aireándose. Además, el nuevo diseño está más dirigido hacia la creación de un barrio residencial que uno industrial, con lo que no se generará tanta contaminación ni se afectará de forma tan negativa a la naturaleza.

Por otro lado, se busca más el ocio de los residentes y su bienestar, lo cual lleva a la creación de parques y grandes explanadas de hierba. Por lo que, la cantidad de vegetación será mayor, contribuyéndose a la sostenibilidad de la naturaleza.

En cuanto al sombreado, se trata de poner edificios residenciales muy altos con la idea de albergar el mayor número de personas ocupando, al mismo tiempo, el menor suelo posible. Por ello, la capacidad de crear grandes explanadas de sombra sería muy alta, ya que, en el plan urbanístico también se tendría en cuenta la orientación más idónea de estas estructuras.

Entrando ya en el tema de los materiales a utilizar y en el del albedo, en los últimos años ha habido un gran avance en la ciencia y materiales nuevos que han surgido de la combinación de los naturales de forma sintética en un laboratorio. Con todo, el objetivo es conseguir aquellos que proporcionen las mejores características de comportamiento y resistencia para su uso, ya que, en la naturaleza, es imposible conseguir un material puro que tenga dentro de él todas las cualidades que se buscasen. Dentro de las cualidades a buscar, esta, por ejemplo, el tener la capacidad de acumular la menor cantidad de calor posible en su interior para evitar el no confort térmico de los residentes. Otra característica sería el de reflejar el mayor número posible de rayos solares incidentes sin dejar que estos refracten. Con todo, predominarían los colores claros frente a los oscuros.

Para terminar, sacamos la idea, de que con este proyecto que se plantea para un futuro no muy lejano, se conseguiría una gran mejora en todos los aspectos que se analizan en este trabajo de fin de grado. Con el paso de las anteriores épocas analizadas, hemos podido ver cómo iba habiendo mejoras acercándonos más hacia una comunidad donde predominen los intereses colectivos frente a los individuales. Digamos, que se toman medidas con intención de paliar los efectos negativos o intentar que no surjan en vez de esperar a que aparezcan para posteriormente eliminarlos. Además, este nuevo proyecto no solo afecta a la isla en sí de Zorrotzaurre, sino que también a las zonas más próximas a la ría como los barrios de Sarriko y Deusto, donde también se notaría una gran mejora.

Procediendo, a continuación, con los valores a darle a cada parámetro, concluyo:

- Cañón urbano: 4
- Materiales y Albedo: 4
- Zonas Verdes: 4
- Zonas Azules: 4
- Sombreamiento: 3.5



Ilustración 5.33: Zorrotzaurre del futuro. FUENTE (Goeuskadi)

5.5.7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez realizados todos los análisis correspondientes para cada caso y habiendo explicado la metodología que se va a seguir para la evaluación de cada uno como escalas a utilizar, indicadores, etc. se procederá a hacer un resumen de los pesos y valores de cada indicador para cada época y, de esta forma, sacar el escenario ideal dentro de las opciones, de una manera objetiva e indiscutible.

	Peso	Valor
Cañón urbano	0.3	2
Materiales	0.2	2
Albedo	0.2	2
Zonas verdes	0.15	1.5
Zonas azules	0.1	3
Sombreamiento	0.05	1.5

Tabla 2: Pesos y valores - Zorrotzaurre 1955.

	Peso	Valor
Cañón urbano	0.3	2.5
Materiales	0.2	3
Albedo	0.2	3
Zonas verdes	0.15	2
Zonas azules	0.1	3.5
Sombreamiento	0.05	2

Tabla 3: Pesos y valores – Zorrotzaurre 1978

	Peso	Valor
Cañón urbano	0.3	2.5
Materiales	0.2	3
Albedo	0.2	3
Zonas verdes	0.15	3
Zonas azules	0.1	3.5
Sombreamiento	0.05	2

Tabla 4: Pesos y valores – Zorrotzaurre actual

	Peso	Valor
Cañón urbano	0.3	4
Materiales	0.2	4
Albedo	0.2	4
Zonas verdes	0.15	4
Zonas azules	0.1	4
Sombreamiento	0.05	3.5

Tabla 5: Pesos y valores – Zorrotzaurre del futuro

La razón por la que no pongo ningún 5 (valor máximo) en la última época es porque, aunque las soluciones que se plantean son las mejores posibles, siempre existirá algún impacto negativo sobre el medio ambiente ya que, por mucho que nos esforcemos en intentar no hacer daño a nuestro entorno, las actividades que hace el hombre para cubrir sus necesidades, son no naturales que no ocurrirían por sí solas y afectan a la naturaleza. Es por eso, que es imposible conseguir un impacto nulo pero, sí que se puede plantear con la idea de que este sea el menor posible.

Por otra parte, también quería hacer hincapié en que, aunque Materiales y Albedo, sean indicadores diferentes, están muy ligados e influenciados entre sí, luego, evolucionan de la misma manera obteniendo los mismos resultados en cada época estudiada.

A la hora de obtener cual sería, de todas, la mejor solución, tendré que multiplicar los Pesos de cada indicador con sus correspondientes Valores para, después sumar todos los resultados obtenidos en cada época. Con todo, aquella situación que obtenga un valor final más alto, será la mejor alternativa de solución.

	Pesos X Valor (Zorrotzaurre - 1955)	Pesos X Valor (Zorrotzaurre - 1978)	Pesos X Valor (Zorrotzaurre - Actualidad)	Pesos X Valor (Zorrotzaurre - Futuro)
Cañón urbano	0.6	0.75	0.75	1.2
Materiales	0.4	0.6	0.6	0.8
Albedo	0.4	0.6	0.6	0.8
Zonas verdes	0.225	0.3	0.45	0.6
Zonas azules	0.3	0.35	0.35	0.4
Sombreamiento	0.075	0.1	0.1	0.175
SUMA	2	2.7	2.85	3.975

Tabla 6: Resultados Finales – En todas las épocas de estudio.

En resumen, vemos como la mejor solución es la del Zorrotzaurre del Futuro al ser este con el que un resultado más alto obtenemos -> 3.975. Como era de esperar, según pasaban los años, las condiciones iban mejorando y, cada vez, nos íbamos acercando más a la sostenibilidad ambiental, lo que quiere decir que, según íbamos avanzando en los casos, deberíamos de ir obteniendo resultados más altos, algo que es justo lo que nos ha ido pasando.

Por otra parte, vemos como hay una gran similitud entre el caso de Zorrotzaurre en 1978 y el caso de este en la actualidad, lo cual está achacado a la poca evolución que hubo del área en aquellos años quedándose esta en el olvido al no tener ninguna funcionalidad económica, de producción o, ni si quiera servir como zona de residencia y ocio para los ciudadanos de Bilbao.

Por último, vemos como los indicadores de cañón urbano, materiales, y albedo son los que mayor nota obtienen en todo momento, frente al resto, al ser la evolución de todos ellos similar. Es decir que, todos los parámetros aumentan en la misma proporción de una etapa a otra con el avance los años.

5.6. RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INTERVENCIONES

La problemática del medio ambiente es un tema que está ya en boca de todos, donde las personas cada vez son más conscientes de lo que está pasando, así como, de todo lo que podría llegar a ocurrir en caso de no hacer cambios. Pero esto es algo que acomete a todos, con lo que es importante ir implantando desde los más pequeños una concienciación y sensibilización ambiental para ir corrigiendo esos comportamientos humanos que hacen daño a la naturaleza, desarrollándose como resultado la llamada "Educación Ambiental".

Por otra parte, también está lo que se conoce como "Construcción sostenible", lo cual consiste en tener respeto y compromiso por el medio ambiente a la vez que se consigue un uso eficiente de la energía y de los materiales, recogiendo aquellos que impliquen el menor impacto posible hacia la naturaleza. Este término no solo acomete a los sistemas estructurales, sino que también a la forma de integración de estos con el entorno. Para lograr esto, sería necesaria cambiar la forma de pensar de la industria con el objetivo de priorizar una serie de acciones hacia los materiales en el siguiente orden: 1º Prevención, 2º Re-uso, 3º Reciclaje, 4º Valorización, 5º Eliminación. [29]

Con la prevención se busca cambiar los procesos de producción con el fin de conseguir un sistema que acaba produciendo la menor cantidad de rechazo posible. Estos rechazos también podrían ser un indicador de la ineficiencia de los procesos de producción ya que hacen referencia a la utilización de un material que realmente no ha sido necesario para acabar obteniendo el producto final.

El re-uso hace referencia a la re-utilización de los productos sin que estos hayan llegado a sufrir ninguna transformación. Al no haber sufrido estos ningún cambio, la función para la que vuelven a ser utilizadas tiene que ser la misma que la inicial.

Con el reciclaje, en cambio, el material es transformado para un posterior uso que puede ser el mismo que el de un principio u otro distinto.

En cuarto lugar tenemos la valorización, donde lo que se aprovecha no es el material en sí, sino que es la energía que este lleva de tal forma que se utilizan para un posterior generador de energía o calor u otras utilidades como la de combustible.

Por último, tenemos la eliminación, la cual es una acción únicamente a emplear en caso de que el material no haya podido ser pasado por ninguna de las anteriores posibilidades nombradas, ya sea por inviabilidad económica o funcional. Esta opción consiste en el mero desecho de los materiales llegando estos a poder impactar de una forma muy notoria en el ambiente.

Toda la contaminación generada al ambiente no es únicamente causada por la industria, sino que también tienen buena parte de culpa todas las actividades humanas que se desarrollan en el interior de los edificios ya que es en ellos donde pasamos el 90% de nuestro tiempo. [29]

Los edificios consumen entre un 20-50% de los recursos naturales aunque, después, siguen contaminado por acciones como el consumo de agua o energía para el desempeño de una determinada actividad en el interior o impactos a producirse con la interacción de estos con el entorno. En muchos edificios actuales se generan entornos no saludables para las personas y en los renovados puede aparecer el llamado "síndrome del edificio enfermo". [29]

Lo cual se trata de un conjunto síntomas o enfermedades que aparecen en las personas a causa de habitar un determinado entorno cerrado en el interior de un edificio durante horas

todos los días. Este efecto todavía está en estudio al no saber con exactitud a que es debido, pero sí que se sabe que está relacionado con la mala calidad del aire en el interior de las edificaciones. [30]

Con todo, se recomienda seguir invirtiendo en investigación para posibles nuevos sistemas de distribución o acción que lleven hacia un menor impacto en la naturaleza. Así como, una adecuada elección de los materiales a utilizar de tal forma que estos interactúen lo mejor posible con la naturaleza o permitan ser reciclados.

Por otra parte, con el fin de una utilización eficiente de la energía, se plantea la puesta de aislamientos en fachadas, grandes ventanales para el mayor aprovechamiento de la luz natural, instalación de sistemas para el uso de energías renovables como los paneles solares, etc.

Además, existen una serie de normas con las que los edificios tienen que cumplir para la generación del menor daño posible. Con el desempeño de estas conseguimos un edificio legal frente al gobierno. Sin embargo, el problema es que estas normas van cambiando y endureciéndose con el tiempo, de tal forma que llega un momento en el que una estructura que antes cumplía con ellas, más tarde dejó de hacerlo. Es por esto que, es conveniente obedecer las leyes más allá de lo estrictamente establecido para poder asegurarse una ejecución de estas tanto en un presente como en el futuro.

Por último, también se puede añadir como el emplazamiento de un edificio también es de vital importancia. Siendo más aconsejable aquellos entornos con una gran flora que los basados en zonas de industrialización. Como la necesidad de realizar un estudio geotécnico del terreno en el que se asiente para el buen funcionamiento del sistema estructural.



Ilustración 5.34: Edificios sostenibles. FUENTE (Inarquia - <<https://inarquia.es/ventajas-de-los-edificios-sostenibles>>)

6. METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO

En el presente apartado se dispondrá a enseñar y explicar las diferentes fases por las que ha tenido que ir pasando el trabajo para su realización. Este está constituido por dos personas que son la alumna y la directora del proyecto aunque, antes del comienzo de su desarrollo se tuvo que pasar por una fase de asignación de proyectos donde los alumnos iban entregando sus expedientes y lista de proyectos, con orden de priorización, al departamento correspondiente hasta que, finalmente, se les asignara uno. Así como, una vez terminado, hay otra etapa de inscripción al TFG, para lo que se requeriría haber aprobado todas las asignaturas anteriores del grado, y donde, también, se consta de una defensa.

6.1. FASES DEL PROYECTO

El trabajo comienza un 18 de noviembre de 2019 y termina un 24 de junio del 2020 con una duración total de 139 días de los cuales, 165 horas son las dedicadas por la alumna mientras que 40 son las de la directora de proyecto.

Además, también es importante indicar que se han considerado una serie de días festivos escolares como los 14 días correspondientes a navidades o los 11 días de semana santa. Con lo que, habrá tareas que se verán interrumpidas por un periodo bastante largo de descanso.

A lo largo de todo este tiempo, se han llegado a distinguir cinco fases, las cuales se van a ir desarrollando a continuación:

Fase-1 de COMIENZO DEL PROYECTO: Este es un apartado inicial donde se le presenta a la alumna el tema a tratar en el proyecto y se le empieza a informar un poco sobre la metodología pensada a seguir, en una primera instancia. También, se empieza a ver cuáles serán los límites de estudio dentro de los cuales hacer los análisis correspondientes como, a su vez, se plantearan los objetivos-resultados a conseguir con todo ello. Igualmente, se acabara por fijar cuáles serán las diferentes partes que tuviese que haber y, por ello, se hará una asignación de tareas, así como, el plazo de tiempo para su realización.

A esta parte le corresponde, concretamente una duración de 27 días (sin contar los días festivos), comenzando el 18 de noviembre y terminando el 17 de diciembre.

Fase-2 de RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN: Se hace una búsqueda de artículos de interés sobre temas como el cambio climático o factores de influencia en fenómenos de subidas excesivas de temperatura, etc. con la idea de ir introduciendo al lector en el tema del presente proyecto. Posteriormente, se procede a hacer una lectura de ellos y se termina por seleccionar la información más importante para desarrollar el proyecto.

El periodo de duración es de 38 días (sin contar los días festivos) comenzando el 18 de diciembre y terminado el 21 de febrero.

Fase-3 de ESTUDIO DE LA ZONA DE ZORROTZAURRE: Se reúne información de Zorrotzaurre en diferentes épocas empezando por dar una pequeña evolución histórica de este área y acabando por dar detalles del MasterPlan donde se relata todo lo que está pensado hacerse a

modo de reforma como el cañón urbano a seguir, la cantidad de vegetación a poner, etc. A continuación se hace una elección de los indicadores a utilizar para el análisis, al igual que de la importancia ponderada de cada uno de ellos. Por último, haciendo uso de toda la información acumulada, se procede a la evaluación de los indicadores en cada situación de estudio a analizar.

El periodo de duración es de 27 días (sin contar los días festivos), comenzando el 24 de febrero y terminando el 31 de marzo.

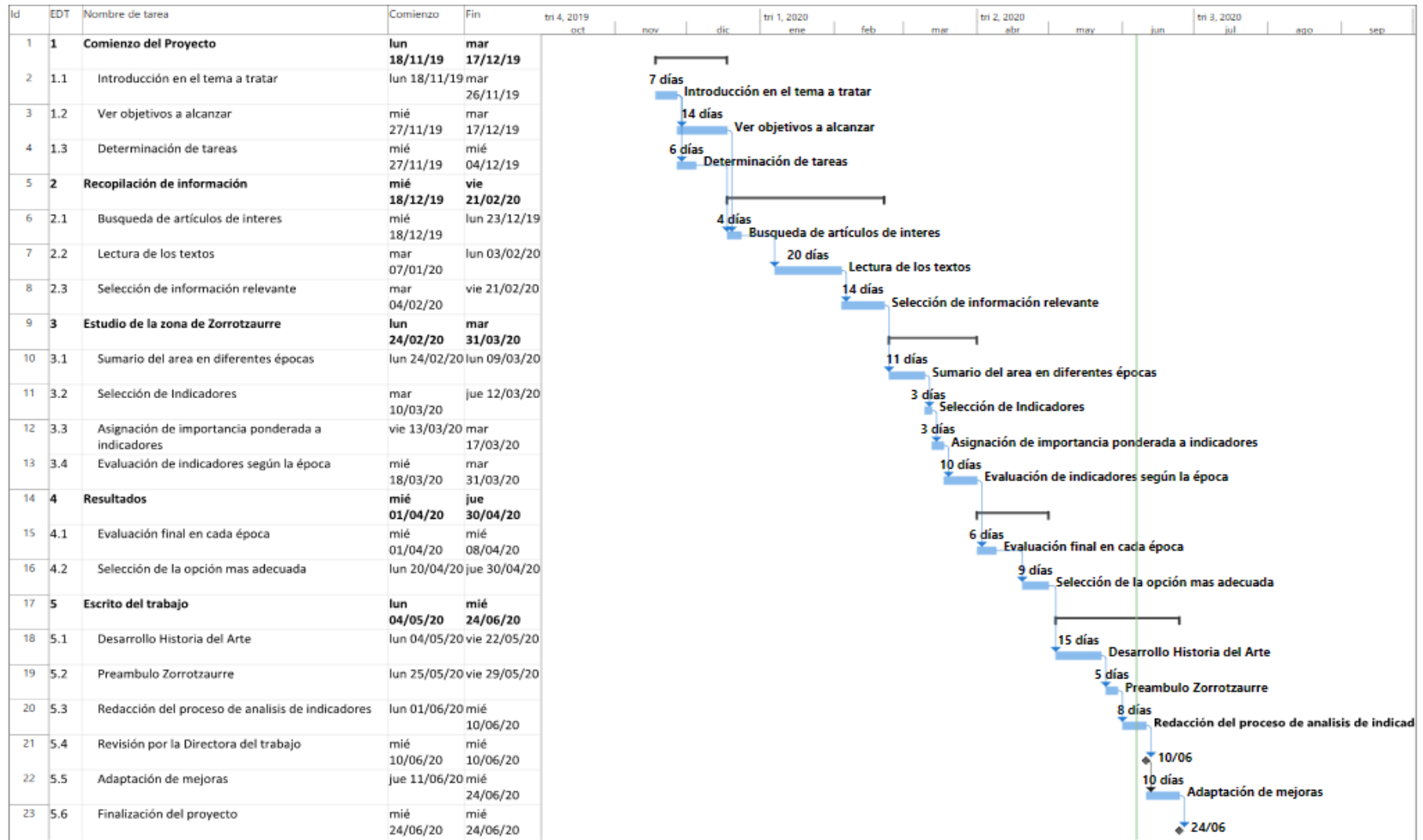
Fase-4 de RESULTADOS: Una vez asignados los valores correspondientes en los indicadores para cada situación de estudio, se llega a sacar una nota final para cada una, la cual se consigue con la multiplicación de cada valor con su peso y después haciendo una suma de resultados. Finalmente, se hace una elección del caso más adecuado de entre todos mediante esas notas finales.

El periodo de duración es de 15 días (sin contar los días festivos), comenzando el 1 de abril y terminando el 30 de este mismo mes.

Fase-5 de ESCRITO DEL TRABAJO: Aquí se redacta todo trabajo realizado, teniendo que ser después revisado por la directora de proyecto, con la posterior adaptación, por parte de la alumna, de la redacción según las mejoras indicadas a tener que hacerse.

El periodo de duración es de 38 días (sin contar los días festivos), comenzando el 4 de mayo y terminando el 24 de junio.

6.2. DIAGRAMA GANTT



7. DESCARGO DE GASTOS

En la realización del presupuesto en el presente trabajo, se han distinguido tres apartados:

Horas Internas: Donde se han tenido en cuenta al personal constituyente del trabajo con sus tarifas de cobro correspondientes. En este caso, solo está constituido por dos personas que son la alumna y el director de proyecto.

Amortizaciones: Es todo aquel material inmovilizado. Es decir, todo aquel que tenga una vida útil superior a un año. Y, por lo tanto, puede ser utilizado a lo largo de este proyecto y ser aprovechado para la realización de otros o revendido para recuperar algo del dinero embolsado al principio de la planificación. Dentro de esto entran todas las licencias de software, mobiliario y tecnología utilizada.

Gastos: Aquí, en cambio, es aquel material con uso limitado para solo el proyecto actual (material de oficina) o servicios contratados como (internet, luz, etc.). Así como, también se ha tenido en cuenta el gasto en el alquiler del despacho donde se llega a desarrollar conceptualmente el plan de trabajo.

Para el desarrollo, anteriormente se ha tenido que realizar una tabla de amortizaciones donde calcular las tasas que les correspondería a cada sub - apartado a analizar según el precio de estos en tienda y el periodo de tiempo que se estime que vayan a poder estar con un funcionamiento óptimo.

Conceptos de Amortización	Coste	Vida Util (años)	Coste Unitario (€/año)	Coste Unitario (€/h)
Equipos procesos de información (impresora)	180	3	60	0,0068
Equipos procesos de información (ordenador)	649	3	216,33	0,0247
Aplicaciones informáticas (Licencia de Windows)	99	1	99	0,0113
Aplicaciones informáticas (Licencia Microsoft Office)	110	1	110	0,0126
Aplicaciones informáticas (Licencia de Microsoft Project)	318,5	1	318,5	0,0364
Mobiliario (mesa)	157,18	10	15,72	0,0018
Mobiliario (silla)	60	10	6	0,0007

Tabla 7: Amortizaciones

Para hacer estos cálculos, se ha cogido el valor de cada uno y dividido por el tiempo que se estimaba de vida útil de cada uno de ellos. Por otra parte, con el fin de que a la hora de hacer el presupuesto final los cálculos saliesen más sencillos, se acabó decidiendo dejar las tasas en €/h en vez de €/año.

Teniendo en cuenta la tabla anterior, se procedió a hacer la hoja de presupuesto final quedando lo siguiente:

Conceptos	Unidades	Nº de Unidades	Coste Unitario	Coste
HORAS INTERNAS				12250
Alumno	h	165	50	8250
Directora (servicios profesionales independientes)	h	40	100	4000
AMORTIZACIONES (6 meses)				8,79
Equipos procesos de información (impresora)	h	1	0,0068	0,01
Equipos procesos de información (ordenador)	h	165	0,0247	4,07
Aplicaciones informaticas (Licencia de Windows)	h	165	0,0113	1,86
Aplicaciones informaticas (Licencia Microsoft Office)	h	165	0,0126	2,07
Aplicaciones informaticas (Licencia de Microsoft Project)	h	10	0,0364	0,36
Mobiliario (mesa)	h	165	0,0018	0,30
Mobiliario (silla)	h	165	0,0007	0,11
GASTOS				542,05
Suministros (gasto luz)	kwh	41,25	0,1	4,13
Comunicaciones (internet)	h	165	0,0481	7,93
Material de oficina				20
Arrendamientos (alquiler despacho)	mes	6	85	510
COSTES DIRECTOS				12800,85
Costes indirectos (7%)				896,06
TOTAL				13696,90

Tabla 8: Presupuesto

Donde, haciendo las cuentas correspondientes, se ha acabado sacando el coste total de cada apartado:

- **Horas Internas** -> 12250 €
- **Amortizaciones** -> 8,79 €
- **Gastos** -> 542,05 €

Sumando todos los apartados y suponiendo un porcentaje de costes indirectos del 7% para la realización de cualquier otra función adicional a hacer fuera de este proyecto, acaba saliendo un coste total de 13696,90 €.

8. CONCLUSIONES

Para la finalización de este trabajo, se pueden deducir una serie de ideas como que existe un problema ambiental y que concierne a todos necesitándose la participación y compromiso social conjunto para poder ser resuelto.

Mayoritariamente, el efecto del cambio climático es causado por la acción de actividades humanas que alteran el equilibrio de la naturaleza introduciendo compuestos nuevos al ambiente o bien aumentando en gran medida la cantidad de los ya existentes.

A su vez, se ha podido ver como los aumentos excesivos de temperatura de la tierra son el síntoma más preocupante del cambio climático ya que, estos contribuyen con efectos secundarios como: la subida del nivel del mar pudiendo llegar a quedar bajo agua algunas de las ciudades que hoy en día son pobladas, la aparición de olas de calor cada vez más intensas y el empeoramiento de la sensación térmica para las personas pudiendo llegar a provocar problemas de salud.

Como consecuencia de estos aumentos de temperatura, las condiciones laborales cambian y por ello, los equipos de protección de los trabajadores en la construcción deberían de ser más ligeros para apaciguar el estrés térmico. Está demostrado como las olas de calor son cada vez más intensas y frecuentes, siendo las actividades humanas culpables de ellas y es por ello, que se implantan medidas de prevención y actuación para intentar subsanarlas en la mayor medida posible.

La elección de Zorrotzaurre como área de estudio ha sido acertada ya que este ha sufrido variaciones en las actividades de desarrollo (cambio del ejercicio industrial por una total inactividad), como orográficas (realización del canal de Deusto). De tal forma que, se ha podido demostrar la existencia de factores como el cañón urbano, zonas azules, zonas verdes, etc. que son de gran influencia para los efectos de las subidas de temperatura a tener que soportar. El método seguido para su evaluación es fácil de realizar y explicar con el que no se exige una cualificación muy especializada por parte del lector para su entendimiento. Así como, al mismo tiempo, se obtienen resultados fiables y eficaces.

Por otra parte, la realización del presupuesto con Excel de este trabajo ha demostrado que sale económico la realización del proyecto, así como la escasa necesidad de recursos materiales y de capital.

9. FUENTES DE INFORMACIÓN

9.1. REFERENCIAS ARTÍCULOS

- [2] Guía para la elaboración de Planes Locales de Adaptación al Cambio Climático: Planteamiento (Bloque 1).
- [3] Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC) (2014): Cambio climático (impactos, adaptación y vulnerabilidad).
- [11] Urban Forestry & Urban Greening (2014): *Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort*. Genoa: Elsevier GmbH.
- [12] Yarke, Eduardo (2005): *Ventilación natural de edificios*. Buenos Aires: Nobuko.
- [15] Building and Environment (2009): *Policies and technical guidelines for urban planning of high-density cities – air ventilation assessment (AVA) of Hong Kong*. Hong Kong: Elsevier Ltd.
- [16] Universidad Católica de Salta (2014): El cañón urbano – su incidencia en la contaminación del aire. Salta.
- [22] SB10mad: *Estrategias para reducción del efecto isla de calor en los espacios urbanos. Estudio aplicado al caso de Madrid*. Madrid.
- [27] Agencia ecología urbana de Barcelona (BCNecología) (2006): Estudio de movilidad y espacio público. Vitoria – Gasteiz. Barcelona
- [28] Instituto nacional de seguridad y e higiene en el trabajo (1983): Confort térmico – Método de Fanger para su evaluación. Barcelona
- [29] Ramírez, Aurelio (Presidente del Consejo de la Construcción Verde): <La construcción sostenible>. Física y Sociedad, 13: 30-31

9.2. REFERENCIAS PÁGINAS WEB

- [1] Wikipedia (2020). Historia de la ciencia del cambio climático [en línea]. <https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_ciencia_del_cambio_clim%C3%A1tico>
- [4] Naciones Unidas. No podemos perder el verde y el azul: El cambio climático amenaza nuestro entorno urbano [en línea]. <<https://www.un.org/es/chronicle/article/no-podemos-perder-el-verde-y-el-azul-el-cambio-climatico-amenaza-nuestro-entorno-urbano>>
- [5] Hablando en vidrio (2018). El dudoso maridaje entre tecnología y cambio climático [en línea]. <<https://hablandoenvidrio.com/el-maridaje-entre-tecnologia-y-cambio-climatico/>>
- [6] MeteorologíaenRed. Ola de calor [en línea]. <<https://www.meteorologiaenred.com/ola-de-calor.html>>
- [7] Wikipedia (2020). Ola de calor [en línea]. <https://es.wikipedia.org/wiki/Ola_de_calor>

- [8] tiempo.com (2018). Las peores “olas de calor” en España [en línea].
<<https://www.tiempo.com/noticias/divulgacion/las-peores-olas-de-calor-en-espana.html>>
- [9] Comunidad de Madrid. Calor y salud [en línea].
<<https://www.comunidad.madrid/servicios/salud/calor-salud>>
- [10] GREEN URBAN DATA (2019). Isla de calor: efectos e impacto urbano [en línea].
<<https://www.greenurbandata.com/2019/01/29/efecto-isla-de-calor-urbana/>>
- [13] issuu (2012). Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos [en línea].<https://issuu.com/citecubb/docs/manual_de_diseno_pasivo_y_eficiencia_energetica_en/94>
- [14] Línea Verde – Ceuta. Conoce tu entorno natural (Apartado 4) [en línea]. TRACE (Servicios Urbanos). <<http://www.lineaverdeceutatrace.com/lv/consejos-ambientales/conoce-tu-entorno-natural/zonas-verdes.asp>>
- [17] The Weather Channel (An IBM Business). El efecto albedo, paso a paso [en línea].
<<https://weather.com/es-ES/espana/tiempo/news/2017-12-23-albedo-calentamiento-global-sol>>.
- [18] Agroinver Invernaderos. El Efecto Albedo y el cambio climático [en línea].
<<http://agroinver.com/efecto-albedo-y-calentamiento-climatico/>>.
- [19] Wikipedia (2020). Inercia térmica [en línea].
<https://es.wikipedia.org/wiki/Inercia_t%C3%A9rmica#:~:text=Se%20denomina%20inercia%20t%C3%A9rmica%20a,mecanismos%20de%20transferencia%20de%20calor.>
- [20] CERTIFICADOS ENERGETICOS.com. La inercia térmica en la construcción de edificios [en línea]. <<https://www.certificadosenergeticos.com/inercia-termica-construccion-edificios-eficientes>>.
- [21] Autopromotores (2020). Inercia térmica - ¿Cuándo conviene en una casa? [en línea].
<<https://www.autopromotores.com/inercia-termica-segun-uso-de-la-vivienda/>>
- [23] iagua (2017). ¿Puede una ciudad modificar su clima? [en línea].
<<https://www.iagua.es/noticias/mexico/conacyt/17/05/25/puede-ciudad-modificar-clima>>
- [24] Bilbaopedia (2013 – 2014). Distrito 8. Basurto – Zorrotza.
<<http://www.bilbaopedia.info/basurto-zorrotza>>
- [25] EL CORREO (2008). Un canal para Deusto [en línea].
<<https://www.elcorreo.com/vizcaya/20080420/vizcaya/canal-para-deusto-20080420.html?ref=https:%2F%2Fwww.google.com%2F>>
- [26] Comisión Gestora de Zorrotzaurre. Zorrotzaurre [en línea].
<<https://www.zorrotzaurre.com/>>
- [30] ecologistas en acción (2008). El síndrome del edificio enfermo [en línea].
<<https://www.ecologistasenaccion.org/17875/el-sindrome-del-edificio-enfermo/#:~:text=Se%20conoce%20como%20s%C3%ADndrome%20del,materiales%20sint%C3%A9ticos%20o%20la%20electricidad>>