



# GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

## TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño y ejecución del nuevo bloque de aulas en el colegio de formación  
profesional de Zimbabwe

Autor: Gustavo Ortiz Peláez

Director: Miren Tellería Ajuriaguerra

Madrid

Julio de 2020

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título  
“Diseño y ejecución del nuevo bloque de aulas en el colegio de formación profesional de  
Zimbabwe”

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2019/2020 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido

tomada de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Gustavo Ortiz Pelaez

Fecha: 14/07/2020

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Miren Tellería Ajuriaguerra

Fecha: 14/07/2020

## **AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO**

### ***1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.***

El autor D. Gustavo Ortiz Pelaez

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra “Diseño y ejecución del nuevo bloque de aulas en el colegio de formación profesional de Zimbabwe”:, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

### ***2º. Objeto y fines de la cesión.***

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

### ***3º. Condiciones de la cesión y acceso***

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

### ***4º. Derechos del autor.***

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

### ***5º. Deberes del autor.***

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños,

que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

**6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.**

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 14 de Julio de 2020

**ACEPTA**

Fdo



Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:



# GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

## TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño y ejecución del nuevo bloque de aulas en el colegio de formación  
profesional de Zimbabwe

Autor: Gustavo Ortiz Pelaez

Director: Miren Tellería Ajuriaguerra

Madrid

# Diseño y ejecución del nuevo bloque de aulas en el colegio de formación profesional de Zimbabwe

**Autor:** Ortiz Pelaez, Gustavo

**Director:** Tellería Ajuriaguerra, Miren.

**Entidad Colaboradora:** ONG Project Zimbabwe

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

Este proyecto busca el diseño, cálculo, planificación y ejecución de un bloque de aulas para impartir clases de formación profesional en Zimbabwe.

### **1. Introducción**

La ONG con la que se trabaja lleva ya varios años liderando este proyecto, que consiste en intentar mejorar la calidad de vida de las personas menos favorecidas del tercer mundo solidariamente. Nosotros los estudiantes intentamos aportar nuestros conocimientos para entre todos sacar varios proyectos que puedan ayudar en la medida de lo posible.

### **2. Definición del Proyecto**

El Proyecto descrito en este documento, trata de construir dos aulas para incrementar el aforo del colegio de formación profesional de la zona en la que se trabajará en Zimbabwe. Serán dos aulas de 64 metros cuadrados, simétricas, de forma cuadrada (8x8 metros) y colindantes, es decir, comparten una pared. Se intentará abaratar al máximo la construcción, los materiales utilizados y los métodos constructivos para ajustar todo lo posible el presupuesto, primando siempre la durabilidad antes que la estética.

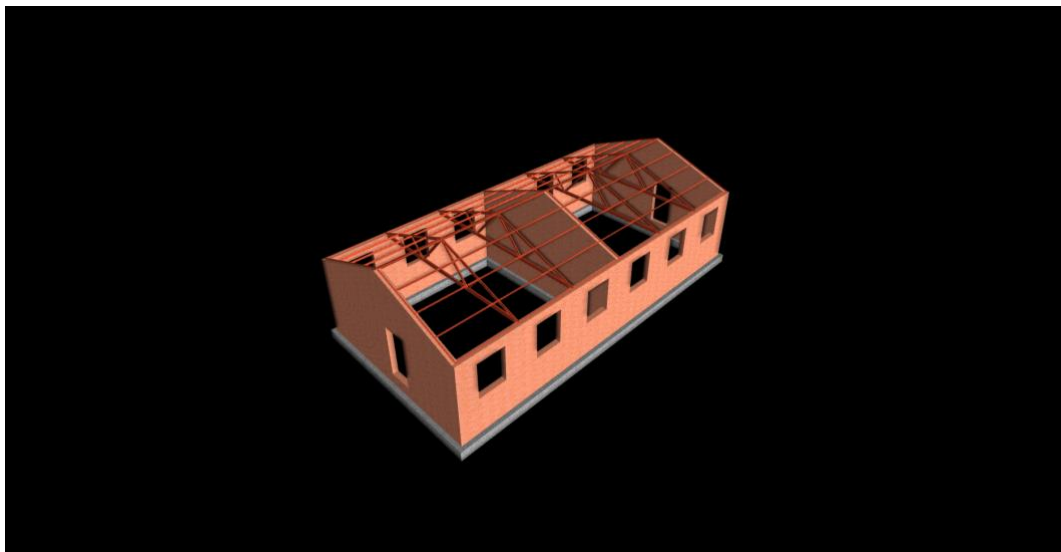
### **3. Descripción del modelo/sistema/herramienta**

Se usará el programa de cálculo de estructuras CYPE, para hallar todos los elementos que deben componer la estructura, así como las dimensiones de las cerchas, zapatas y muros. La edificación constará de una zapata corrida de 60x40 cm, por cada muro marcado. A su vez carecerá de pilares, siendo los muros los que aguanten las cargas del tejado. Dichos muros de carga tendrán un espesor de 24 cm, colocados con un pie de ladrillo. Se han elegido medidas estándar de ventanas y puertas para no complicar su compra. Para el tejado se ha decidido el uso de cerchas y muros hastiales, en los muros laterales, para facilitar y abaratar la construcción. Se colocarán cuatro cerchas de metal de tipo Fink, distribuidas según las medidas elegidas. Y por último se ha buscado un tipo de chapa de acero inoxidable barato y que pueda aguantar las condiciones meteorológicas.

Con respecto al tema de la iluminación y el agua, debido a la escasez económica que se vive en la zona, y al alto precio de la luz, se han dado varias soluciones lumínicas para que una vez allí se elija la que mejor encaje, aunque se recomienda el uso de placas solares, que aunque a corto plazo sean más caras, a largo será mucho más rentable. Y con respecto al tema del agua, solo destacar que no se ha habilitado ningún medio, debido a la falta de recursos.

#### **4. Resultados**

Se mostrará una imagen simulada 3D del resultado final de la edificación que se ha calculado:



#### **5. Conclusiones**

En este proyecto se ha aprendido mucho, ya no solo de temas constructivos, de cálculos, o de cualquier tema que se ha enseñado en la universidad. Con este tipo de proyectos aprendes a valorar lo que uno tiene. Se hace raro que algo tan básico como el agua, el hecho de abrir un grifo, en estos países no puedan tenerlo en un colegio. Es por eso que se ha tratado de poner mucho empeño en intentar abaratar al máximo la construcción para así poder ofrecer otro tipo de servicios que sean más importantes, como la luz, o como los pupitres.

Y por ultimo, decir, como opinión personal, que es una pena que esta pandemia que estamos pasando nos haya impedido viajar a Zimbabwe para poder haber aprendido aun más.

# Design and implementation of the new classroom block for professional school at Zimbabwe

**Author: Ortiz Pelaez, Gustavo.**

Supervisor: Tellería Ajuriaguerra, Miren.

Collaborating Entity: NGO Project Zimbabwe.

## **ABSTRACT**

This project seeks the design, calculation, planning and execution of a block of classrooms for vocational training classes in Zimbabwe.

### **1. Introduction**

The NGO in charge of this project has been leading this cause for several years now, which consists of trying to improve the quality of life of the least favoured people in the third world. University students at ICAI, try to contribute with both knowledge and dedication in order to carry out several projects that can contribute as much as possible.

### **2. Definition of the project**

The project described in this document aims to build two classrooms to increase the vocational school capacity in the area where the work will be done at Zimbabwe. There will be two 64 square meter classrooms, symmetrical, square-shaped (8x8 meters) and adjoining, this means, sharing one wall. An attempt will be made to reduce the cost of construction, materials used and construction methods as much as possible in order to adjust the budget, always giving priority to durability over aesthetics.

### **3. Description of the model/system/tool**

The CYPE structure calculation program will be used to find all the elements that should make up the structure, as well as the dimensions of the trusses, footings and walls. The building will consist of a continuous footing of 60x40 cm, for each marked wall. At the same time, it will lack pillars, being the walls the ones that support the loads of the roof. These load-bearing walls will have a thickness of 24 cm, placed with a foot of brick. Standard window and door sizes have been chosen so as not to complicate the purchase. For the roof, trusses and gable walls will be used on the side walls to make the construction easier and

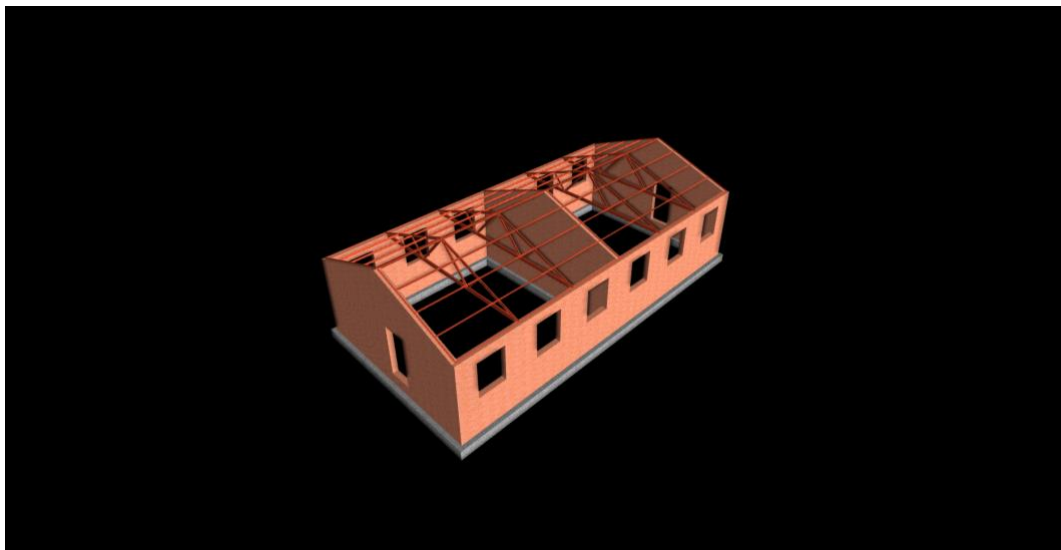


cheaper. Four Fink metal trusses will be placed, distributed according to the chosen measurements. And finally, a type of cheap stainless steel sheet has been sought, this can withstand the weather conditions.

Regarding the issue of lighting and water, due to the economic shortage in the area, and the high price of light, several lighting solutions have been given, and the best fit will be chosen at Zimbabwe. In terms of the lighting, the use of solar panels is recommended, even though in the short term they are more expensive, in the long run it will be much more profitable. Finally, in regards to the water matter, no means have been enabled, due to lack of resources.

#### **4. Results**

A 3D simulated image of the final result of the building that has been calculated will be displayed:



#### **5. Conclusions**

During this project a lot has been learned, not only about constructive issues, calculations, or any topic that has been taught at the university. This type of project helps to learn to value what students own in first-world countries. It's rare that something as basic as water, or turning on a tap, in these countries children can't have it in their schools. That is the reason why the construction has been made as cheap as possible in order to offer other types of services that are more important, such as light, or desks.

And lastly, to say, as a personal opinion, it is a pity that this pandemic has prevented us from travelling to Zimbabwe to put in practice this project and learn even more.



## *Índice de la memoria*

<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>5</b>
1.1 Introducción .....	5
1.2 Proyecto general.....	8
1.3 Motivación .....	9
1.4 Objetivo del proyecto.....	10
1.5 Metodología del trabajo .....	10
<b>Capítulo 2. Estado de la Cuestión .....</b>	<b>11</b>
2.1 Arquitectura y estructura.....	11
2.2 Otras Soluciones Planteadas .....	12
<b>Capítulo 3. Descripción de las Tecnologías.....</b>	<b>14</b>
<b>Capítulo 4. Edificación.....</b>	<b>15</b>
4.1 Diseño .....	16
4.1.1 Dimensiones .....	16
4.2 Cimentación .....	18
4.3 Solera.....	20
4.4 Muros .....	21
4.5 Cerchas.....	24
4.6 Tejado.....	25
4.7 Carpintería.....	25
4.8 Iluminación .....	26
4.9 Plan de Ejecución.....	28
4.10 Proceso de Cálculo.....	29
4.10.1 Pórtico.....	29
4.10.2 Cercha.....	31
4.10.3 Cimentación .....	32
<b>Capítulo 5. Presupuesto y Sostenibilidad del Negocio .....</b>	<b>34</b>
<b>Capítulo 6. Conclusiones y Trabajos Futuros .....</b>	<b>36</b>

<b>Capítulo 7. Planos.....</b>	<b>37</b>
7.1 Plano Distribución interior.....	37
7.2 Plano Propuesta distribución mesas.....	38
7.3 Plano Cimentación.....	39
7.4 Plano Distribución Cerchas.....	40
7.5 Plano Dimensiones Cercha.....	41
7.6 Plano Perfiles Cercha.....	42
<b>Capítulo 8. Bibliografía.....</b>	<b>43</b>
 <b>ANEXO I</b>	<b>45</b>
 <b>ANEXO II</b>	<b>47</b>
 <b>ANEXO III</b>	<b>53</b>

## *Índice de figuras*

Figura 1: Mapa político del sur de África. Marcada en rojo la zona de Kazai.....	5
Figura 2: Logotipo y nombre de la ONG con la que colabora la universidad.....	8
Figura 3: Método de construcción con botellas de plástico.....	12
Figura 4: Resultado final bloque de aulas con simulación 3D .....	16
Figura 5: Representación y medidas de pupitres homologados .....	17
Figura 6: Tipos de zapatas superficiales.....	18
Figura 7: Representación zapata corrida bajo muro .....	19
Figura 8: Ejemplo solera con hormigón armado .....	21
Figura 9: Detalle constructivo muro. Varillas desde zapata.....	23
Figura 10: Detalle constructivo muro. Enjarjado de ladrillos esquina .....	23
Figura 11: Tipos de cerchas barajados .....	24
Figura 12: Solución lumínica. Liter of Light.....	26
Figura 13: Solución lumínica. Sistema de placas solares con baterías incorporadas .....	27
Figura 14: Solución lumínica. Socket Ball .....	28

## *Índice de tablas*

Tabla 1: Plan de ejecución .....	28
Tabla 2: Precios aproximados materiales de obra .....	34

## Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

Lo primero matizar que únicamente se realizará el diseño de la ampliación, debido a la pandemia, que nos impide viajar a Zimbabue a ejecutarla.

### 1.1 INTRODUCCIÓN

El proyecto se desarrollará en la zona de Kazai, en el distrito de Mt. Darwin (representada en *la Figura 1: Mapa político del sur de África. Marcada en rojo la zona de Kazai*), una de las zonas más pobres de Zimbabue, país situado al sur de África, por lo que para poder realizar un contexto, para poder situar el proyecto, es necesario partir de la situación de ese país, tanto económica, como social, como cultural. Este proyecto, por lo tanto, comenzará allí.



*Figura 1: Mapa político del sur de África. Marcada en rojo la zona de Kazai*

Se partirá situando dicho país geográficamente. Zimbabwe, oficialmente la República de Zimbabwe (en inglés: *Republic of Zimbabwe*, y este del shona *Dzimba dza mabwe*, «casa de piedra»), es un país situado en el sur del continente africano, entre el río Zambeze, las cataratas Victoria y el río Limpopo. Carece de costas oceánicas y limita al oeste con Botsuana, al norte con Zambia, al sur con Sudáfrica y al este con Mozambique. Sus territorios se corresponden con la antigua Rodesia del Sur. La zona a la que acudimos a realizar este trabajo es bastante llana, con muy poca vegetación y rodeada en gran parte por campos de cultivo. Caracterizada por importantes sequías y grandes inundaciones.

Partiendo de la antigua Rodesia del Sur, se introduce la historia moderna de Zimbabwe. En 1867 se descubrió oro en dicho país. Esto despertó la curiosidad de los ingleses que acabaron ocupando el territorio a pesar de las reivindicaciones de Portugal, país al que Gran Bretaña dio un ultimátum en 1880. La colonia quedó designada, en 1885, como *Rhodesia*.

Un bloqueo económico decretado por la ONU y la acción de la guerrilla, que ganó extraordinario impulso después de la independencia de Mozambique en 1975, hicieron que el país ascendiera a la independencia en el año 1980, tomando entonces el nombre oficial de Zimbabwe. En 1987 se establece un régimen presidencial, siendo Mugabe electo jefe de Estado. En abril de 2008 se celebraron elecciones presidenciales y legislativas en las que triunfó el opositor Movimiento por el Cambio Democrático, sin embargo su candidato presidencial Morgan Tsvangirai se retiró de la segunda vuelta alegando amenazas y por consiguiente, Mugabe fue reelegido. Las elecciones generales de 2013 dieron nuevamente como vencedor a Mugabe.

El 14 de noviembre de 2017 el ejército se rebela contra Mugabe después de la destitución del vicepresidente del país. Una semana más tarde, Mugabe cede y renuncia a la presidencia del país, asumiendo como su sucesor el líder golpista Emmerson Mnangagwa.



Comentando la política actual y el tipo de gobierno que sigue, Zimbabue es una República presidencialista. El sufragio es universal para todos los mayores de 18 años. El presidente es, a su vez, el jefe de Estado y de Gobierno.

La situación demográfica, cultural y religiosa se tratará de explicar brevemente. Según las estimaciones para el 2007, Zimbabue cuenta con una población de 12 311 143 habitantes, con una pirámide poblacional compuesta por 37,2 % entre 0 y 14 años, 59,3 % entre 15 y 64 años y 3,5 % de 65 años y más. El idioma oficial es el inglés. Los grupos étnicos shona y ndebele también poseen su propio idioma y además existen numerosos dialectos tribales. La esperanza de vida es de 39 años. La tasa de natalidad es de 3,08. El 90,7 % de la población está alfabetizada, siendo este índice uno de los más altos de África. El 62 % de la población es sincretista, mezcla de cristianismo y creencias indígenas. El 24 % es cristiana, el 13 % solo creencias indígenas y el resto un 1 % son musulmanes. Zimbabue es uno de los países africanos en los que la cultura occidental tiene más relevancia, no obstante es en las zonas rurales donde las tradiciones como la poligamia siguen teniendo presencia.

El gobierno de Zimbabue se enfrenta a una amplia variedad de difíciles problemas en su economía. Esos problemas incluyen una notoria falta de divisas, hiperinflación y escasez de provisiones y artículos. La tasa de inflación se incrementó de un 32 % por año en 1998 a un 586 % al fines de 2005 y con el mayor registro del mundo con una tasa de inflación de una estimación oficial en enero de 2008 de 100.580,2 %. Actualmente, (2009-2010) la moneda oficial es el dólar de EE. UU. o el rand Sudafricano, y la moneda local como medio de pago ha caído totalmente en desuso. Desde el 30 de junio de 2009 ésta ya no es de curso legal.

Zimbabue presenta toda una serie de retos que decidirán el futuro de este país de África del Sur: debe lograr una mayor democratización del Estado y de sus dirigentes que respete los derechos humanos y las libertades fundamentales, está obligado a superar una grave crisis económica y una muy extendida corrupción política.

Una vez conocida la situación en la que se encuentra el país donde se va a realizar el proyecto, y conocidos los diferentes problemas. Toca analizar el problema al que nos enfrentamos.

## ***1.2 PROYECTO GENERAL***

El correcto entendimiento del trabajo requiere conocer el proyecto en global que realizamos algunos alumnos de la universidad junto con la ONG organizadora (Project Zimbabwe, *Figura 2: Logotipo y nombre de la ONG con la que colabora la universidad*). Seremos un grupo de doce compañeros, los cuales contribuiremos a la mejora y creación de infraestructuras para dicha zona. Cada uno de nosotros intentará, con los recursos disponibles, desarrollar su trabajo de la mejor manera posible. Al igual que este documento se centra en la construcción de la ampliación de un colegio de formación profesional, otros trabajos de mis compañeros se centran, por ejemplo, en la construcción de una pequeña presa, para contener el agua para abastecer los cultivos en los periodos de sequía, o en la optimización de un sistema de riego para sacar el máximo rendimiento a los limitados recursos existentes.



*Figura 2: Logotipo y nombre de la ONG con la que colabora la universidad*

El año pasado nuestros compañeros de un año más ya realizaron un Trabajo de Fin de Grado igual que el nuestro, empezando con la construcción de nuevas infraestructuras, o continuando lo que ya habían comenzado sus compañeros de otro año más. En concreto, este trabajo, el diseño y la ejecución del nuevo bloque de aulas del colegio de formación profesional, ya fue iniciado, por lo que se trata de una ampliación.

Al ser una continuación de un trabajo previo, se tratará de seguir el guion marcado por lo que ya se ha construido, en todo lo referente tanto a la estética de la infraestructura, como a su edificación, instalaciones, etc.

### ***1.3 MOTIVACIÓN***

La principal motivación de este proyecto es intentar, en la medida de lo posible, ayudar con lo aprendido en la escuela a la mejora de la calidad de vida de las personas menos favorecidas. Afortunadamente la universidad nos da la opción de poder poner en práctica el trabajo desarrollado por uno mismo, lo cual, en mi opinión, es una oportunidad única para aprender, y vivir una experiencia muy enriquecedora. Este proyecto no solo es diseñar, una escuela, al ser algo real y sabiendo el tipo de proyecto solidario que es, nosotros, los alumnos, nos encargamos, en parte, de la recaudación de fondos para financiar nuestros propios proyectos, ya sea con la venta de productos, como camisetas o pulseras de la ONG, diseñadas por nosotros mismos, como con mercadillos benéficos, o fiestas solidarias, así como la realización de torneos deportivos, en la que todo lo recaudado va directamente para la ONG. Es un trabajo en el que la implicación es máxima, en todos los sentidos.

También es una gran oportunidad para aprender que es hacer un proyecto en un ambiente tan distinto como es Zimbabue en comparación a lo que es España, o cualquier país parecido. Y es por eso que los objetivos que se marcan en este proyecto no son los mismos que se marcarían si se realizase en otro país.

## ***1.4 OBJETIVO DEL PROYECTO***

- Sacar el proyecto adelante en los plazos marcados.
- Minimizar al máximo el presupuesto final pero buscando siempre la solución óptima.
- Ser capaces de aprender de su cultura, de su forma de construir y de sus métodos de trabajo para así conseguir, todos juntos, un perfecto resultado.
- Buscar soluciones tanto estructurales, como constructivas, como en cualquier elemento del proyecto, que se adapten a sus métodos constructivos y no imponer los nuestros, por mucho que se crea que son mejores, o más eficaces.

## ***1.5 METODOLOGÍA DEL TRABAJO***

Para el correcto diseño y desarrollo del proyecto se seguirán una serie de pasos, descritos en este apartado:

1. Conocer la situación actual del país, y de la zona en concreto en la que se realizará el proyecto.
2. Estudiar el estado actual del colegio.
3. Estudio del tipo de edificación propio de la zona, y su forma de construir. Junto a los materiales, y recursos existentes.
4. Diseño del bloque de aulas.
5. Realización de cálculos estructurales y dimensionamiento.
6. Creación de planos formalizados.
7. Plan económico y viabilidad.
8. Plan de ejecución.

## **Capítulo 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN**

El proyecto que se va a realizar, como ya se ha comentado en la introducción, es una continuación de uno previo que se comenzó años atrás. Debido a la situación de extrema pobreza que desafortunadamente vive el país, la infraestructura no puede ser muy compleja pero se debe adaptar al máximo a las necesidades de la zona. Dentro de cada apartado del capítulo de edificación se plantean varias opciones explicando detalladamente porque se elige cada una para cada elemento.

### **2.1 ARQUITECTURA Y ESTRUCTURA**

En cuanto a la parte técnica, es importante saber que la forma de construir este tipo de edificaciones, en dichas zonas, esta muy definida, se construyen todas de la misma manera y con los mismos métodos. Gracias a la experiencia de mis compañeros de otros años y a los diferentes estudios sobre la forma de trabajar en dichas zonas, se ha intentado aproximar el proyecto a la forma de construir de allí.

Primero hay que tener en cuenta que todos los elementos que se van a desarrollar serán explicados al detalle en los siguientes capítulos, esto es únicamente una introducción del tipo de arquitectura y estructura que se sigue en la zona. Empezando por la cimentación, y teniendo en cuenta la experiencia de mis compañeros de otros años y lo investigado, es muy habitual el uso de zapata corrida y sin pilares, para reducir costes y facilitar el proceso, es decir, se usan muros de carga que soporten el peso del forjado. Al estar todo el ámbito de la construcción ligeramente atrasada debido a la gran pobreza del país, como ya se ha comentado, el hormigón lo realizan in situ mezclando ellos mismos el cemento, con la grava, etc. Los ladrillos utilizados son fabricados con métodos artesanales por lo que destaca que suelen ser cada uno de un tamaño, variando mucho las dimensiones, lo que dificulta, junto con el tema del hormigón, seguir estrictamente lo marcado en este proyecto. Para el forjado lo usado habitualmente son cerchas de madera o metálicas, que soporten el tejado.

La solución no es otra que intentar adaptarse a este tipo de construcción y aportar ligeros cambios que ayuden lo máximo posible sin aumentar el presupuesto inicial.

## ***2.2 OTRAS SOLUCIONES PLANTEADAS***

Se han encontrado varios artículos, y muchos videos sobre una nueva forma de construir que esta cogiendo peso en países del tercer mundo, debido a su bajísimo precio, y a su grado de compromiso con el medio ambiente, es la construcción con botellas de plástico. Debido a la pobreza que se vive en estos países, la basura se suele acumular y a la larga puede llegar a ser contaminante y perjudicial para la salud, a causa de las infecciones que puede provocar. Es por eso que este método constructivo a parte de servir para reciclar sirve para abaratar la construcción, eliminando los gastos de ladrillos. Además, según John Haley, de ECOTEC-Africa (empresa que esta enseñando a albañiles este método) este sistema constructivo puede llegar a ser más resistente que los tradicionales.

Consiste en rellenar botellas de plástico de dos litros, con cualquier tipo de material pero siempre teniendo en cuenta que debe estar bien prensado para que la botella no se aplaste debido al peso. Se colocan con una hilera, al igual que los ladrillos, sobre una base de hormigón, y con cemento o barro entre ellas. A parte de abaratar los precios constructivos también le da un acabado muy distinto y, en mi opinión, mucho más bonito. En la siguiente *Figura 3: Método de construcción con botellas de plástico* se muestra un ejemplo.



*Figura 3: Método de construcción con botellas de plástico*

El gran problema, y por lo que no se ha planteado este método en este proyecto, es debido a la falta de experiencia que se tiene, que no se conocen en profundidad los detalles de la construcción, y a lo difícil que puede llegar a ser explicarlo en un idioma desconocido a las personas locales.

## **Capítulo 3. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS**

En este apartado se van a describir las tecnologías usadas en este proyecto, obviando que se han usado los diferentes programas básicos para su creación, como el Microsoft Word, o plataformas de internet como Google.

A la hora de diseñar la estructura de un edificio es necesario seguir una serie de pautas, para cumplir con la normativa existente. En este caso se seguirá el código de edificación “Documento Básico SE-AE. Seguridad Estructural. Acciones en la edificación”, a la hora de calcular dentro del programa utilizado los detalles de la estructura. Para realizar dichos cálculos de las cargas, el diseño de la cimentación, y los elementos estructurales que se explicarán en los siguientes capítulos, con mayor precisión se ha utilizado el programa de cálculo de estructuras CYPE, con subprogramas dentro del mismo como Generador de Pórticos, METAL 3D y CYPE CAD. Una vez obtenidos todos los elementos, se utilizará el programa AutoCAD para la edición de los planos formalizados.



## Capítulo 4. EDIFICACIÓN

En este apartado se describirá al completo el tipo de edificación diseñada, junto con la estructura calculada, aportando todos los planos (*Capítulo 7: Planos*), imágenes y cuentas numéricas que ayuden a entender el resultado final. Para facilitar la comprensión del proyecto, primero se mostrará una simulación 3D, obtenida del programa mencionado en el *Capítulo 3: Descripción de las Tecnologías*, de las dos aulas terminadas, y posteriormente se explicará, por apartados, cada elemento estructural. Empezando de abajo a arriba, en el siguiente orden; cimentación, solera, muros, cerchas y por último tejado. Para acabar en el último apartado comentando la carpintería utilizada (puertas y ventanas), y la iluminación.

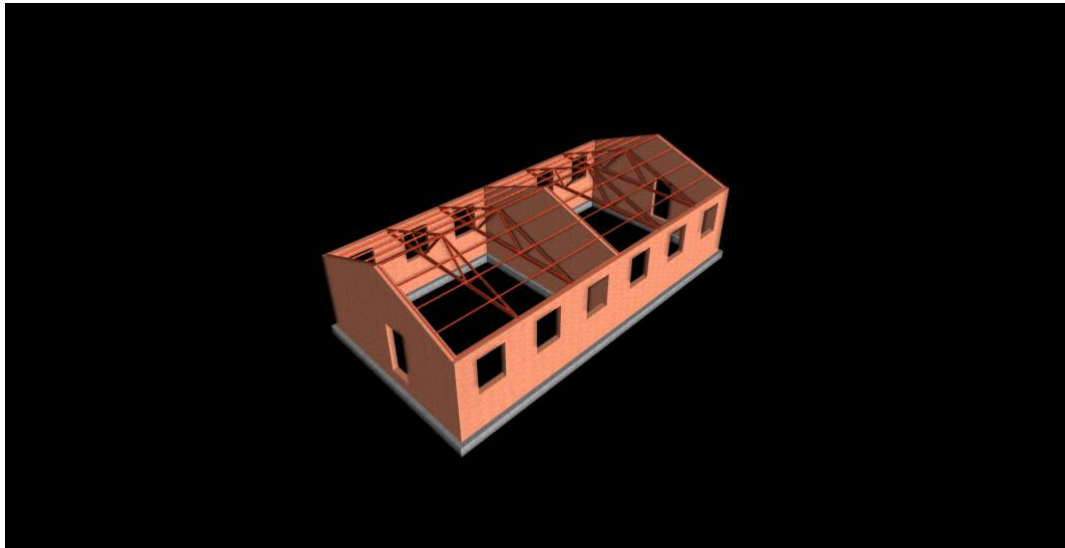
Se explicará al detalle en los siguientes apartados, los diferentes materiales que se usarán para su construcción. Es importante saber que se intentará adquirirlos todos en el propio país para así no tener gastos de transporte. Teniendo siempre en cuenta que cumplan con los requisitos mínimos de calidad, para que aguante por mucho tiempo, y no haya que reemplazarlos, es decir, va a primar la durabilidad a una solución puntual aunque estéticamente mejor.

- Resumen:

Se buscará construir un colegio de dos aulas contiguas para así aprovechar una de las paredes como doble, y no tener que hacer dos independientes, lo cual encarecería el precio. Será un edificio simétrico y lo más simple posible para así no complicar en exceso la construcción, además de intentar hacerlo muy ligero, es decir, que tanto como el forjado, como los muros no generen muchas cargas en las zapatas para no tener que realizar una gran cimentación que haga que se dispare el presupuesto inicial.

## **4.1 DISEÑO**

El resultado final de las dos aulas, en una vista simulada en tres dimensiones es la mostrada en la *Figura 4: Resultado final bloque de aulas con simulación 3D*, sin el tejado para poder ver la distribución interior. En el ANEXO I se muestran otras perspectivas.



*Figura 4: Resultado final bloque de aulas con simulación 3D*

### **4.1.1. DIMENSIONES**

Las dimensiones interiores de las aulas, es decir, de la parte que se utilizará para impartir clases, son de 7,76x7,76 metros. Las cuales se muestran al detalle en el *7.1 Plano Distribución interior*. Se han elegido dichas medidas en función de las necesidades exigidas, y demandadas por la coordinadora del proyecto en Zimbabwe, y se ha calculado y diseñado una distribución de cada aula acorde con dichas dimensiones. Teniendo en cuenta que se ha elegido un modelo de mesa M-03 (60x50x70 cm), a partir de los modelos homologados de pupitre escolar, tal y como se muestra en la *Figura 5: Representación y medidas de pupitres homologados*.



*Figura 5: Representación y medidas de pupitres homologados*

**PUPITRE UNIPERSONAL.**

Dimensiones: 600 X 500 X 580  
Código: M-05

Dimensiones: 600 X 500 X 640  
Código: M-02

Dimensiones: 600 X 500 X 700  
Código: M-03

Dimensiones: 700 X 500 X 760  
Código: M-19

**PUPITRE BIPERSONAL**

Dimensiones: 1200 X 500 X 580  
Código: M-01

Siendo los pupitres más altos, ya que las aulas servirán como formación profesional y por tanto ya habrá personas de mayor edad. Se ha representado en el 7.2 *Plano Propuesta distribución mesas* la distribución propuesta para los aulas, dividiéndolas en dos partes siguiendo la puerta de entrada, y dando un espacio entre mesas suficiente para crear un ambiente de privacidad en la mesa y sumando un total de 28 pupitres. Obviamente esta distribución puede cambiar y adaptarse a lo que luego se necesite en cada momento. También se ha elegido el modelo de mesa M-01 para el uso del profesor, colocándose al frente de la clase, orientada en sentido contrario al resto y justo al lado de la pizarra, tal y como se ha representado en el mismo plano anterior.

Las sillas elegidas son las acordes con la mesa seleccionada, es decir, el modelo S-19. Este apartado de la distribución del aula es solo una idea, al igual que no es necesario comprar las mesas o sillas homologadas que se representa en la *Figura 5: Representación y medidas de pupitres homologados*. Si en el mercado local hay unidades más baratas se elegirán esas aunque difieran de las medidas dadas.

## 4.2 CIMENTACIÓN

El objetivo principal de una cimentación es transmitir las cargas de la estructura al suelo, con el objetivo de que esta sea estable y que los asentamiento cumplan con la normativa establecida, en este caso con el Código Técnico de la Edificación. Existen varios factores que influyen en dicha elección: tipo de suelo, cargas que influyen en la estructura, y obviamente el presupuesto fijado.

En el *ANEXO III* se ha añadido un estudio geotécnico desarrollado por una antigua alumna de ICAI, la cual fue de las primeras que inició este tipo de proyectos. Aunque no esta realizado para el lugar exacto para donde se va a construir el colegio, los datos obtenidos son válidos y se usarán para los cálculos de la cimentación y para las dimensiones de la zapata. Las cargas, serán descritas en el apartado *4.10.3 Cimentación*. Pero es necesario saber que según el dicho estudio el tipo de zapata que se realizará será superficial, es decir, que el nivel de cementación es inferior a cuatro veces la dimensión del cimient.

Se ha comentado anteriormente que el tipo de zapata más utilizada en las zonas más pobres de este tipo de países, es la zapata corrida bajo muro, pero también se han barajado otras opciones. En la *Figura 6: Tipos de zapatas superficiales* se muestran los diferentes tipos que se han tenido en cuenta. Principalmente se han barajado la zapata asilada, la losa de cimentación, el muro corrido y la zapata corrida bajo muro.

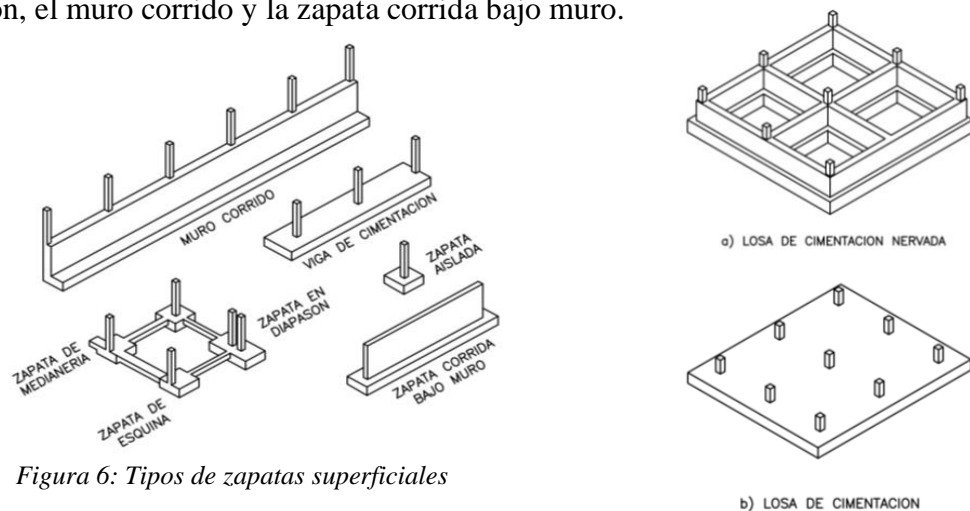
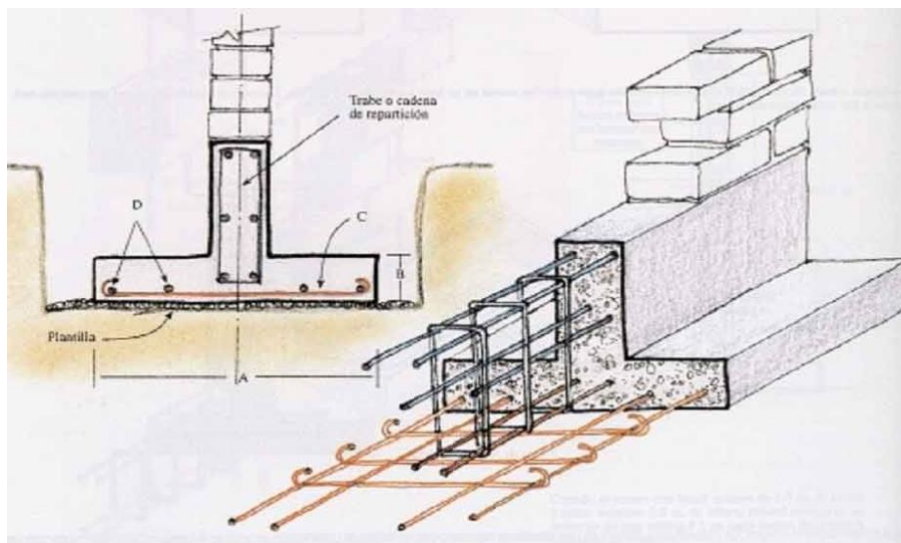


Figura 6: Tipos de zapatas superficiales

La losa de cimentación se descartó debido a que era innecesario realizar una cimentación tan grande para soportar tan poco peso estructural, hubiera sido sobredimensionar la cimentación, lo que conlleva un gasto innecesario. Este mismo argumento sirvió para descartar el muro corrido, que es muy similar a la zapata corrida bajo muro, pero los pilares que se representan en la figura se hacen sobrantes. Y por último se descartó la zapata aislada, que es un método prácticamente igual que la zapata corrida bajo muro, tanto económicamente como constructivamente. Debido a que además de intentar adaptarme a la forma de edificar de la zona, es necesario saber que no se van a producir asientos variables, para no producir desniveles. Y al no tener un informe geotécnico preciso de la zona, y tener que usar uno realizado a treinta kilómetros, no se puede garantizar que no se vayan a producir dichos asientos. Por lo tanto se utilizará una zapata corrida bajo muro como la representada en la *Figura 7: Representación zapata corrida bajo muro*. Pero con el ladrillo saliendo directamente desde la parte horizontal de la zapata.



*Figura 7: Representación zapata corrida bajo muro*

Los planos obtenidos de los resultados de los cálculos realizados en el apartado 4.10.3 *Cimentación* se muestran en el 7.3 *Plano Cimentación*. Hay que tener en cuenta que debajo de la zapata diseñada se añadirán 15 cm de hormigón de limpieza para evitar la contaminación o la pérdida de agua del hormigón que se utilizará estructuralmente. El de limpieza no es necesario que sea de la misma calidad que el estructural, el cual será según lo marcado en los cálculos HA-25 con  $Y_c=1,5$ .

Según lo calculado, y descrito en los planos, la zapata será de 60x40 cm, partiendo el muro de carga desde su eje, siendo un total de 14 metros cúbicos de hormigón. El armado se compondrá de dos varillas en el sentido de la zapata de un redondo del 12 (diámetro de 12 mm de acero corrugado) separados 30 cm entre ellos, centrados al eje y de longitud igual a 808 cm, por cada muro. Además se compondrá de 27 varillas posicionadas en sentido transversal a la dirección de la zapata, dispuestas cada 30 cm, y del mismo diámetro que las anteriores pero de 73 cm cada una de largo. La gran diferencia es que estas varillas forman una U, con las medidas especificadas en los planos. Haciendo un total de aproximadamente 270 metros de varillas del 12.

La zapata según lo diseñado en los cálculos, irá enterrada a una cota de 75 cm con respecto al nivel del suelo, teniendo en cuenta que la excavación tendrá que ser 10 cm más para el hormigón de limpieza, haciendo un total de 4 metros cúbicos de hormigón de limpieza. Por lo tanto el muro de carga saldrá a una cota de -35 cm con respecto al suelo. Se ha pensado una idea, que es que la puerta este colocada 15 cm por encima del nivel del suelo, creando así un escalón a la entrada para evitar entradas de agua o de barro. En el interior del aula se añade la solera del siguiente apartado y quedaría nivelado, para así no crear el escalón dentro.

### **4.3 SOLERA**

Las soleras son los revestimientos de suelos naturales en los interiores de edificios, constituidos por una capa resistente de hormigón en masa, quedando la superficie a la vista o puede colocarse algún recubrimiento para su acabado. Lo normal, y lo que esta uno acostumbrado a ver son suelos acabados, es decir, con algún tipo de madera, o moqueta, o cualquier forma que se venga a la cabeza. Estos no tienen otra función que la estética, y por tanto en este proyecto se ha descartado para no encarecer el presupuesto.

La solera diseñada será una capa de hormigón armado, apoyada directamente en el firme, de un espesor aproximado de 15 cm con un mallazo de varillas de acero del 6, con una disposición cuadriculada de 20x20 cm, para reforzar su resistencia a los diferentes

esfuerzos. Sumando un total de 10 metros cúbicos de hormigón y 128 metros cuadrados de mallazo.

- **Detalles constructivos**

En la *Figura 8: Ejemplo solera con hormigón armado* se pueden observar detalles constructivos interesantes pero que se pueden mejorar. Por ejemplo se aprecia como hay que elevar el mallazo del suelo para que el acero quede a un nivel óptimo dentro de la estructura del hormigón, una vez vertido este. Es un error levantarlo con restos de ladrillos, como se muestra en la foto, ya que dicho material absorbe la humedad que pueda producir el terreno y a la larga puede transmitírsela al propio hormigón, o a las varillas de acero. Por lo tanto sería mejor elevar el mallazo con piedras para eliminar dichas humedades. Con respecto a la hilera central que se observa, es para realizar las caídas para conducir el agua, pero no afecta al proyecto ya que se utilizará la solera para interiores.



*Figura 8: Ejemplo solera con hormigón armado*

#### **4.4 MUROS**

Los muros serán los encargados de soportar el peso de las cerchas, ante la ausencia de pilares, por lo tanto se les puede denominar muros de carga. Se definen como “paredes que cuentan con una función estructural. A parte de dividir dos espacios soportan el peso del edificio, incluyendo sus elementos estructurales, como arcos, bóvedas, etc. Por este motivo, estas paredes deben respetarse y dejarlas intactas, de no ser así, esta acción podría repercutir gravemente en la estabilidad del inmueble”.

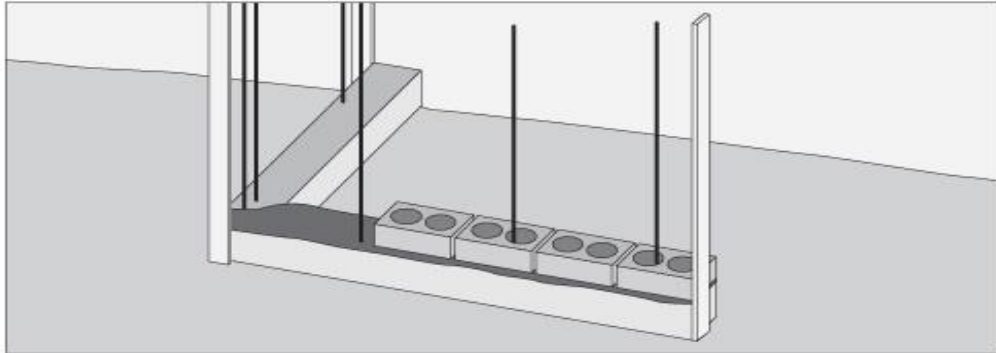
Las dimensiones de los muros serán de 24cm de ancho y por tanto se colocará un pie de ladrillo intercalado, teniendo un total de aproximadamente 214 metros cuadrados, y partirán desde la cara superior de la zapata, quedando enterrados 50cm de muro por un lado y 35 por el lado exterior, según el detalle comentado en el apartado 4.2 *Cimentación*. Se construirán muros hastiales (es la parte superior triangular de la pared o muro de un edificio utilizado para disponer las pendientes de la cubierta, que se apoyan en él) en los muros donde se encuentran las puertas, y en el que divide las aulas, de esta forma se ahorra la construcción de tres cerchas, lo que abarata bastante el proyecto.

Se utilizarán los ladrillos disponibles en esa zona, los cuales son construidos con métodos artesanales y por tanto, no todos tienen las mismas características, ni dimensionalmente, ni mecánicamente hablando, por lo que hay que adaptarse y saber que lo representado en los planos no va a poder ejecutarse a la perfección. Se barajó la posibilidad de añadir una lámina impermeable que evite la ascensión capilar del agua por los ladrillos, pero al no tener información de si es posible o no, solo queda plantearlo por si hubiera la opción. Para evitar humedades debido a las lluvias, es necesario aplicarle al muro de ladrillo un enfoscado exterior que actué como capa impermeabilizadora. Es suficiente con un enfoscado básico, es decir, una capa de mezcla de cemento con agua y arena.

- Detalles constructivos

Es importante que todos los elementos del edificio trabajen conjuntamente para soportar los esfuerzos, y no de manera individual lo que puede provocar fisuras y grietas que a la larga podrían afectar a la estructura, es por eso que hay que tener en cuenta varios detalles a la hora de construir muros. Uno de ellos se observa en *Figura 9: Detalle constructivo muro. Varillas desde zapata*. Al sacar unas varillas de acero desde la zapata e integrarlas en los ladrillos se consigue que actúen de manera unida y como un solo bloque. Dichas varillas no hace falta que sean tan altas como las de la imagen, y con tener una separación de un metro o más es suficiente. Esto ayuda a que si en un futuro se produce cualquier movimiento de la zapata, no se produzcan grietas en la unión del muro con dicha zapata, las cuales acaben debilitando la estructura.





*Figura 9: Detalle constructivo muro. Varillas desde zapata*

También hay que tener en cuenta los enjarjes. En el caso de este proyecto es el entrelazado de ladrillos en las esquinas. Para ilustrarlo con un ejemplo real y que quede más claro, se ha representado en la *Figura 10: Detalle constructivo muro. Enjarjado de ladrillos esquina*.



*Figura 10: Detalle constructivo muro. Enjarjado de ladrillos esquina*

Es decir, es la unión entre dos muros que coinciden, en este caso, a noventa grados, y que es básico que actúen como uno solo. Para ello, y como se muestra en la parte redondeada en rosa, es necesario entrelazar los ladrillos de un muro con los del otro. Como se ha comentado en el caso de las varillas desde zapata, el único objetivo de esto es que actúen como un solo bloque, y no como dos muros distintos. No es necesario realizar enjarjes con todos los ladrillos ya que con hacerlo con uno cada medio metro, aproximadamente, es suficiente.

## 4.5 CERCHAS

Una cercha se define como “un elemento estructural compuesto por barras de acero o madera que se interconectan entre sí para formar estructuras triangulares que forman un entramado rígido, estas estructuras están sometidas a fuerzas de tracción y compresión ya que por encima de ellas se suelen colocar cubiertas y tejados a los cuales sirven de apoyo, por debajo de ellas, para sujetarlas, se colocan pilares o muros de carga”. Existen muchos tipos pero en este proyecto solo se barajaron las que mejor se adaptan a la estructura. Se buscan que sean muy ligeras, y no extremadamente resistentes a los esfuerzos, ya que se pondrá un tejado simple, sin excesivo peso.

Todos los cálculos realizados, que llevan a la elección de las cerchas utilizadas, están en el apartado (4.10.2 *Cercha*). Así como la distribución formalizada y las dimensiones elegida están representadas en los apartados 7.4 *Plano Distribución Cerchas* y 7.5 *Plano Dimensiones Cercha*, respectivamente. Se han barajado dos tipos de cerchas, tal y como se muestran en la *Figura 11: Tipos de cerchas barajados*.



*Figura 11: Tipos de cerchas barajados*

Se ha decidido colocar una tipo Fink debido a que la Queenpost, que ha sido la otra que se ha planteado, requería un mayor perfil de las barras centrales, que las hacían demasiado grandes. Se colocarán cuatro cerchas dispuestas cada 2,67 metros a partir de la línea central del muro. Dos en un aula y dos en la otra, ya que tanto en el comienzo, de un aula como en la zona media, como en el comienzo del otro aula, se harán muros hastiales, tal y como se ha explicado en el apartado 4.4 *Muros*.

El material elegido es el acero debido a su inferior precio, y los perfiles elegidos y calculados están representados en el apartado 7.6 *Plano Perfiles Cercha*. Hay que tener en cuenta que en este apartado especialmente hay que ser flexibles, ya que la elección del material ciertamente va en función del stock que exista en el mercado en el momento de comprar las cerchas. Por poner un ejemplo de esto,

mi compañero del año pasado diseñó unas de madera y al llegar allí le dijeron que solo tenían de metal, por lo que tuvo que cambiar su elección inicial y modificar sus cálculos. El precio de las cerchas se ha fijado sumando el perfil de cada barra y su longitud.

## **4.6 TEJADO**

Existen muchos tipos de tejados pero según la experiencia de mis compañeros de otros años, el material más usado en la zona son planchas de acero inoxidable. Por lo tanto se ha realizado una búsqueda de diferentes variedades para así poder elegir, y se ha seguido el mismo criterio que durante todo el proyecto, primando el precio y la durabilidad. En el *ANEXO II* se han adjuntado las fichas técnicas de las diferentes chapas de cubrición de acero que más se ajustan a las condiciones descritas. Se ha elegido el MT-32, debido a que se considera que aguanta las condiciones meteorológicas y, a su vez, es el más barato de los tres.

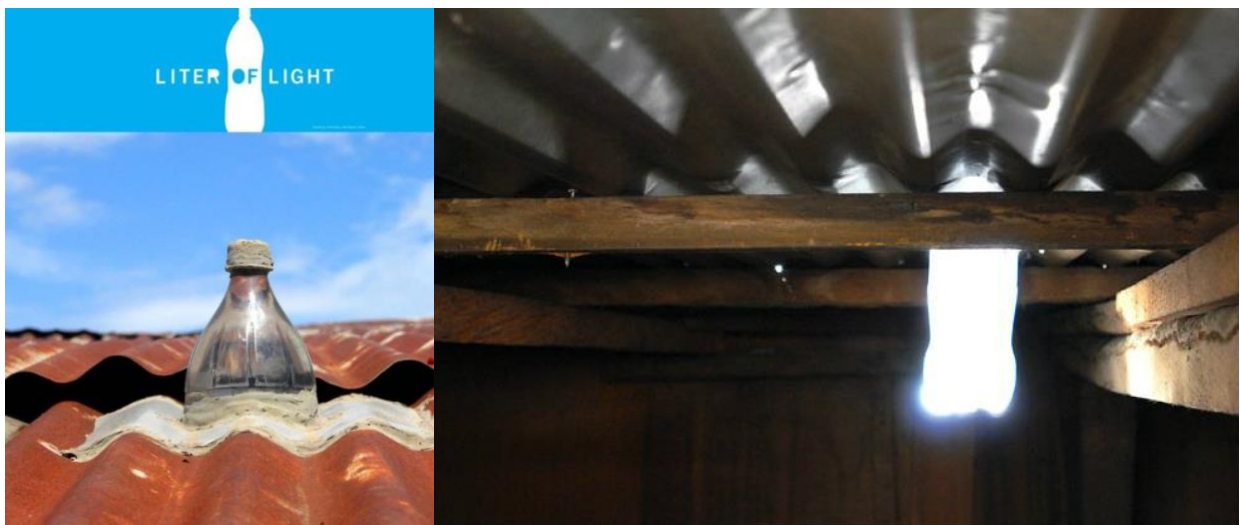
Dichas planchas se atornillarán a las correas apoyadas en las cerchas. Es importante también el detalle de que sobresalgan de la cercha tapando así la parte del ladrillo que queda expuesta, para evitar deterioros del material o que puedan crearse humedades en el interior del aula.

## **4.7 CARPINTERÍA**

En este apartado se definen tanto el tipo de puertas como el tipo de ventanas que se pondrán en las aulas. Según el proyecto descrito anteriormente se necesitarán dos puertas, y doce ventanas. El criterio que se ha seguido para su elección es abaratar al máximo el precio primando la durabilidad antes que la estética exterior, siendo muy importante la capacidad de comprar todos los elementos en un mercado de la zona, para así poder cambiarlas fácilmente si sufren cualquier percance. Se han elegido unas medidas estándar para las ventanas de 1,5x1,2 metros, y para las puertas de 2,2x1 metros. La distribución exacta viene representado en el apartado *7.1 Plano Distribución interior*.

## 4.8 ILUMINACIÓN

Este apartado puede parecer muy amplio pero no es así. Debido a la escasez energética que se vive en este tipo de zonas se reducen mucho las opciones, y obliga a la elección de un sistema de iluminación que se adapte a la capacidad energética de la zona y al limitado presupuesto que se tiene. Mi compañero del año pasado planteó una idea eficaz y sobretodo gratis. Popularizada por la plataforma *Liter of Light*, el sistema consiste en añadir botellas de plástico, las típicas de uno o dos litros, encajadas en el techo y llenas de agua con un poco de lejía para eliminar las bacterias que puedan aparecer y enturbiar la botella. El agua refleja la luz solar y crea una iluminación como la representada en la *Figura 12: Solución lumínica. Liter of Light*. El problema es que ante la ausencia de sol no habría iluminación en el aula.



*Figura 12: Solución lumínica. Liter of Light*

En estos países para iluminar las casas en las horas sin sol, se suelen utilizar lámparas de queroseno. Los gases que se generan en este tipo de lámparas afectan negativamente a las personas que lo respiran. Según varios estudios, una exposición continua puede producir pérdida de visión, problemas respiratorios, bajo peso en los niños al nacer y enfermedades aún más graves como el cáncer de garganta o el de pulmón. A todo esto hay que añadir el riesgo de incendio que conlleva la manipulación de esta sustancia. Debido al elevado precio de la electricidad en este tipo de zonas, las familias con escasos recursos económicos se ven

obligados a recurrir a estas soluciones. Debido a todos estos motivos, junto a esa ausencia de luz durante las horas en las que no está el sol, y buscando mejorar la calidad de vida y de educación de las personas, en este proyecto se plantea la implantación de un sistema de placas solares, con pequeñas baterías.

Este sistema requiere una inversión más elevada pero que a la larga puede rentabilizarse y incentivar al resto de habitantes a invertir en ello. No se buscan grandes superficies de placas, ni grandes instalaciones, ni baterías capaces de almacenar mucha energía, únicamente lo justo para alimentar una o varias bombilla de bajo consumo, por ejemplo Led. Una instalación como la mostrada en la *Figura 13: Solución lumínica. Sistema de placas solares con baterías incorporadas*, es válida para iluminar las aulas. El precio sería entorno a los 1500 euros, la instalación completa.



*Figura 13: Solución lumínica. Sistema de placas solares con baterías incorporadas*

Como tercera solución, se ha encontrado un proyecto muy interesante desarrollado por *Uncharted Play*, y apoyado por diversas personalidades como Bill Gates, Ashton Kutcher, incluso en el panorama nacional, jugadores de fútbol como David Villa. Se denomina *Soccket Ball*, es un balón de fútbol que al usarlo genera y almacena energía en su interior. En la *Figura 14: Solución lumínica. Soccket Ball* se muestra como es. El balón con solo media hora de uso puede alimentar una bombillas LED de seis vatios durante tres horas. El único inconveniente es que todavía no están a la venta para cualquier persona y para conseguirlos hay que contactar con la compañía y explicarles el uso que se le daría. Pero a mi, personalmente, me parece una solución muy a tener en cuenta.



Figura 14: Solución lumínica. Soccer Ball

## 4.9 PLAN DE EJECUCIÓN

El plan de ejecución de la obra, en tiempo real, es decir, sabiendo en que meses iba a comenzar, y cuando iba a acabarse aproximadamente, se ha visto modificado debido a la pandemia que ha sufrido el mundo, y que ha cambiado los planes, por lo tanto no se sabe si la obra se va a poder llevar a cabo, y si se llega a construir, de momento, no se sabe cuando. Es por eso que no se tiene un plan claro. Pero aun así, se plantea un plan de ejecución de tiempos de la obra, en la que hay que tener en cuenta que, debido a los diferentes recursos que se tienen, los tiempos pueden diferir de lo pensado. Se representa en la siguiente *Tabla 1: Plan de*.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
Excavación							
Cimentación							
Muros							
Solera							
Cerchas confeccionamiento							
Cerchas puestas en obra							
Tejado							
Ventanas y puertas							
Pupitres y acabados							

Tabla 1: Plan de ejecución

Las cerchas se pretende que se tengan preparadas para ponerlas en el momento de tener los muros construidos para así ahorrar tiempo. Las ventanas y puertas pueden coincidir con la colocación de dichas cerchas. Y la cimentación que debe tener un tiempo de

solidificación del hormigón de 21 días, más o menos, se pueden ir levantando los muros una vez este haya fraguado.

## **4.10 PROCESO DE CÁLCULO**

Se ha utilizado el programa informático de cálculo CYPE para dimensionar la cimentación, las cerchas y los muros. También se ha utilizado distintos videos de la plataforma YouTube, descritos en la *Bibliografía*, para ayudar a la hora de utilizar bien el programa. Aunque la obra se realice en Zimbabue, de cara a la realización de los cálculos se seguirá el Código Técnico de edificación de España. Se han usado distintas herramientas del programa siguiendo el siguiente proceso resumido:

1. Calcular el pórtico, marcando las alturas, dimensiones y distribución de cada uno, para obtener las cargas que afectan a la estructura debido a las fuerzas de viento, nieve, sobrepeso, etc.
2. Diseño de cerchas, y calculo del peso que tendrá cada una.
3. Una vez que se tienen todas las cargas que afectan a la estructura, como el peso de las cerchas y las diferentes acciones externas que las afectan, calcular y dimensionar la cimentación y los muros de carga.
4. Comprobación de esfuerzos y obtención de planos

La idea de utilizar este proceso es primero obtener todas las cargas que afectan a la estructura. Tanto el peso de las cerchas, como las acciones establecidas por el código de edificación, y el peso del tejado que se ha elegido. Para después, tenerlas claras a la hora de realizar la cimentación.

### **4.10.1 PÓRTICO**

Se ha utilizado el generador de pórticos dentro del programa CYPE. Es importante tener en cuenta que este programa solo proporciona las estimaciones de esfuerzos de flexión según las cargas de peso propio, sobrecarga tanto de nieve como de viento, todo de acuerdo con el CTE DB SE-AE (*Código Técnico de Edificación, Documento Básico de Seguridad*

*estructural, Acciones en la Edificación*). Primero se decide la distribución de los pórticos y se define el estado de cargas, describiendo el tipo de categorías al que pertenece el edificio.

Se divide cada aula en tres vanos, para así no tener unas correas que soporten el tejado demasiado grandes, y dividirlos homogéneamente por lo tanto queda una separación de 2,67 metros entre cada uno, y se introducen los datos en el programa. Una vez marcada su distribución viene una de las partes más importantes del proyecto, elegir las cargas de sobrepeso y de peso del tejado. Viendo los diferentes tipos de metales posibles según el *ANEXO II*, se estima una carga de cerramiento de cubierta entorno a los  $10 \text{ kg/m}^2$ . Según la tabla del código técnico y en función de la categoría de uso G1, se debe elegir una sobrecarga de  $40 \text{ kg/m}^2$ , pero por motivos de seguridad, se incrementa hasta  $60 \text{ kg/m}^2$ . Además se ha añadido una carga de cerramiento lateral de  $10 \text{ kg/m}^2$  aunque no sea necesaria debido a que el cerramiento es el propio muro de carga y no hace esfuerzos, pero por incrementar la seguridad. Se le dice al programa que tenga en cuenta la sobrecarga de viento y de nieve, según el código de edificación. A su vez, y sabiendo la altura sobre el nivel del mar que tiene Zimbabue se marca una altitud inferior a 1000 metros. Se introduce al edificio en la categoría de uso *G1: Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables*. También en otras tablas aparecen como cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado), lo cual es más fácil de interpretar.

Siguiendo con la definición de todos los factores que afectan a la estructura, se describen los que afectaran a la sobrecarga de viento, según el código dicho anteriormente. Se marca una velocidad básica de 27 m/s, teniendo en cuenta que será un terreno rural llano sin obstáculos, grado II de aspereza. Se marca un periodo de servicio de 50 años. Y por último se dimensiona el pórtico.

Será según todo lo explicado en el proyecto, un pórtico rígido a dos aguas, con una altura de 3,5 metros, altura de pico de 5 metros, y una separación de 8 metros. Después de definir el pórtico, se pasa al dimensionamiento de las correas. Según todo lo introducido anteriormente, el programa da varios cálculos de perfiles posibles y a que distancia deben estar unos de otros. Se elige la opción de perfil más pequeño debido a que tiene menos flecha,



es más ligero, más fácil de colocar. Una vez se tienen todos estos cálculos, se exporta este archivo a METAL 3D, que es otro subprograma dentro de CYPE. Y por lo tanto ya se tiene la estructura con las medidas seleccionadas, y con las cargas que la afectan según el código técnico de edificación. Ahora solo queda definir el tipo de cercha elegida y la cimentación.

#### **4.10.2 CERCHA**

Este apartado además de servir para diseñar la cercha, sirve para sumar a las cargas del apartado anterior las del propio peso de las cerchas. Una vez exportado el pórtico diseñado, se marcan los valores que se van a tener en cuenta en la obra, que son:

- Acero S275
- Hormigón HA-25,  $Y_c=1.5$
- No se tienen en cuenta las acciones con sismos. No hay zapatas en la cimentación
- Altitud inferior a 1000 metros para la cota de nieve.

El programa CYPE te permite diseñar las cerchas de muchas maneras distintas, desde elegir el modelo predeterminado e introducirlo a la hora de crear el pórtico. O una vez creado dicho pórtico introducirla a mano. Es este último caso el que se ha elegido. Como se comenta en el 4.5 *Cerchas*, se ha definido una tipo Fink, con unas medidas según se muestran en el apartado 7.4 *Plano Dimensiones Cercha*. En este apartado es importante tener en cuenta, que se elimina el pórtico y se cambia por las cerchas. Eliminando las barras laterales, y marcando los apoyos de los muros hastiales. Así como marcando las correas que van de cercha a cercha y no todas seguidas, tal y como se marca en el mismo plano de antes. También hay que destacar que se diseñan las cerchas con un apoyo fijo a un lado del muro, siendo el otro móvil para que no sea el propio apoyo (muro en la edificación) el que absorbe todos los esfuerzos, y sea la cercha la que trabaje.

Una vez dimensionada la cercha, el programa calcula según todos los datos, el tipo de perfil que hay que aplicar en cada tramo, así como todos los esfuerzos que sufre. Cuando se tiene esto se cierra el METAL 3D para con el CYPE CAD diseñar la cimentación ya teniendo en cuenta todas estas cargas.

### **4.10.3 CIMENTACIÓN**

Lo bueno de haber realizado este método es que a la hora de diseñar la cimentación no hay que aplicarle ninguna carga ya que se tienen todas definidas en las cerchas previamente creadas, que se añadirán para realizar el cálculo de la cimentación una vez diseñada esta.

Lo primero en CYPE CAD es ajustar el número de plantas que tiene el edificio, en este caso únicamente 1 y a una altura de 3,5 metros, por lo que será bastante sencillo. A continuación se marca la cota del plano de cimentación que se marcará a -0,75 metros, es decir, habrá que realizar una excavación con respecto al nivel del suelo de 0,85 metros, para así añadir los 10 cm de hormigón de limpieza. Una vez definida la planta hay dos opciones, importar un plano de la distribución desde AUTOCAD, o diseñarlo desde el propio CYPE CAD. Al ser una distribución muy sencilla de dos aulas de 8x8 metros, se introduce directamente desde el programa CYPE CAD.

A la hora de crear el muro, es importante tener en cuenta que, como se ha explicado en el apartado *4.4 Muros*, que se colocará un pie de ladrillo estándar de 24 cm, por lo tanto ese será el grosor del muro a la hora de meterlo en el programa. Introduciendo un muro de fábrica con 0,12 metros a la izquierda y 0,12 metros a la derecha, haciendo referencia al espesor del ladrillo centrado en el eje de la zapata, se fija como se distribuirá el ladrillo. A la hora de introducir el muro, en este caso también se fija el tipo de zapata, se elige una de canto igual a 40 cm y vuelo a ambos lados igual 30 cm. Una vez definidos todos los datos, se marcan las dimensiones elegidas en el programa, y ya se obtendría la zapata diseñada. Únicamente queda añadirle las cargas de las cerchas previamente calculadas y los huecos de las ventanas y puertas, para el cálculo de la zapata.

Existe una función en este programa que te permite introducir el hueco al detalle. En la parte de muros, dentro de huecos de muro, se puede acceder a dicha función. El programa deja introducir un hueco para una ventana, o un hueco para una puerta. Primero se realizará el hueco de la ventana. Es necesario incluir los siguientes datos, elegidos para las aulas:

- Longitud: 1,2 metros
- Altura: 1,5 metros
- Altura de antepecho (altura desde la cara superior de la zapata): 1,55 metros

Una vez definida la ventana, se selecciona en el muro el lugar geométrico donde se desea colocar. En este caso en vez de cambiar a introducir puerta, se ha creado un hueco en la parte de ventana para poder levantar dicho hueco con respecto la zapata, ya que el apartado de puerta fija al altura de antepecho a 0, y por tanto la puerta enrasaría con la cimentación. Los datos del hueco de la puerta elegidos son:

- Longitud: 1 metro
- Altura: 2,2 metros
- Altura de antepecho: 0,5 metros

Ya definida por completo la cimentación y los muros, solo queda introducir las cerchas. En la función importar estructura 3D, e importar obra 3D, solo hay que elegir el documento de las cerchas y unirlo en el plano al punto de referencia de los muros para que encajen las medidas.

Y por ultimo, dentro de la función calcular (incluso cimentación), el programa con todos los datos introducidos anteriormente calcula las varillas que deben ir dentro de la zapata, su grosor, su distribución, los esfuerzos a los que esta sometida, todos los datos necesarios para ya tener el proyecto totalmente definido. Una vez terminado el calculo en la función de planos, se imprimen todos los necesarios en un formato (DWG) en el que luego se puedan editar en AUTO CAD. Y así es como se ha calculado y diseñado esta estructura.

## Capítulo 5. PRESUPUESTO Y SOSTENIBILIDAD DEL NEGOCIO

Es complicado realizar un presupuesto precios, ya que no se conocen los precios de los materiales de la zona, ni los alquileres de maquinaria, ni la mano de obra, ni el costo de la electricidad. Pero suponiendo unos precios de materiales similares a los de España, y teniendo en cuenta que la mano de obra es prácticamente gratis, debido a que son voluntarios los trabajadores de la obra. Se obtiene la *Tabla 2: Precios aproximados materiales de obra* representada debajo. Es importante resaltar que el equipo de obra se compondrá de un jefe de obra, y, más o menos, tres o cuatro obreros. Y que no se tienen en cuenta los precios de la maquinaria utilizada, ni de los gastos de luz, ni de agua.

	Ancho (m)	Alto (m)	Largo (m)	Total (m3)	Aproximación (m3)	Precio (m3)	Total (€)	
Hormigon (m3) cimentación	0,4		0,6	55,4	13,296	14	50	700
Hormigon (m3) 2 soleras	8		8	0,15	9,6	10	50	500
Hormigon de limpieza	0,4		0,15	55,4	3,324	4	30	120
								1320
		Metros cuadrado	Metros		Aproximación (m)	Precio (m)	Total (€)	
Varillas acero corrugado del 12 (m)				251,09	270	1,17	315,9	
Mallazo varillas del 6 solera (m)			128		130	2,5	325	
								640,9
			Metros cuadrados		Aproximación (m2)	Precio	Total (€)	
Ladrillos 24 cm(m2)				214	250	4,5	1125	
	Número	Precio estimado por ventana					Total (€)	
Ventanas	12	80					960	
	Número	Precio estimado por puerta					Total (€)	
Puertas	2	100					200	
	Número	Precio estimado por cercha, materiales	Construcción (€)				Total (€)	
Cerchas	4	254,38	800				1817,52	
	Ancho (m)	Largo (m)	Metros cuadrados			Precio (m2)	Total (€)	
Chapa metalica MT-32	8,54	16,6	141,764			6,81	965,41284	
	Número correas	Largo (m)	Metros			Precio (€/m)	Total (€)	
Correas IPE 80	8	8	64			7,19	460,16	
		Metro cuadrado de muro (m3)			Aproximación (m2)	Precio (€/m3)	Total (€)	
Cemento		0,15			250	50	1875	
							Total (€)	
Medios auxiliares (aproximación)							1000	
							Total proyecto	
							8488,99284	

Tabla 2: Precios aproximados materiales de obra

Haciendo un gasto aproximado de diez mil euros. Dicho presupuesto variará y habrá que ser capaces de adaptarse.

La manera de financiar este proyecto, junto con el del resto de compañeros, es mediante donaciones solidarias a la ONG. Nosotros como alumnos contribuimos de la manera que podemos, mediante mercadillos benéficos, fiestas para recaudar fondos, venta de camisetas y pulseras, organización de eventos deportivos, venta de comida. Para aportar, a parte de con nuestro trabajo en los proyectos, de la mejor manera posible a la ONG.

## **Capítulo 6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

La continuación de este proyecto, con edificaciones futuras, dependerá de las necesidades del pueblo y sus alrededores, así como de la situación económica en los próximos años. Es por eso que no se puede hacer una predicción exacta de si se construirán más aulas para seguir ampliando el colegio, yo lo único que espero es que así sea, ya que eso querrá decir que cada vez más personas buscan ampliar sus conocimientos, y profesionalizarse en cualquier ámbito.

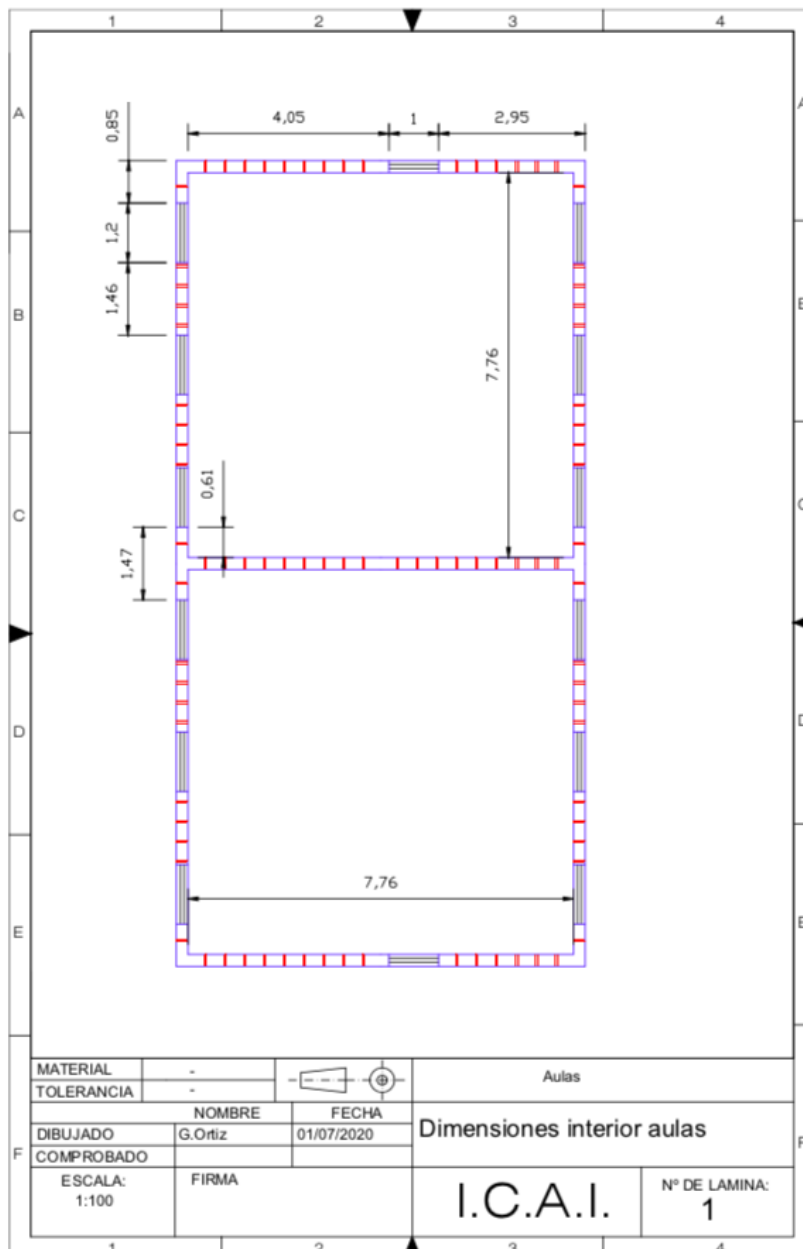
Como conclusión final se puede decir que una de las enseñanzas más importantes que se han obtenido, es la necesidad de tener que adaptarse a una situación muy distinta a la que se vive en España, a tener que ajustar al máximo el presupuesto, en primar la durabilidad de los materiales antes que la estética, en ver que hay necesidades básicas como el agua, que no se tiene en cuenta debido a la escasez que se vive en la zona. En resumen en entender la situación que se vive en esa zona.

Se ha intentado realizar un proyecto que de verdad pueda ser construido, e intentando aportar nuevas soluciones, como el Soccket Ball, o la instalación de paneles solares, que puedan, poco a poco, ir mejorando al vida de las personas. Sobretudo lo que se pretende con este proyecto es poder ampliar la formación profesional de las personas de la zona y que así tengan un medio para poder salir de la situación tan difícil que viven.

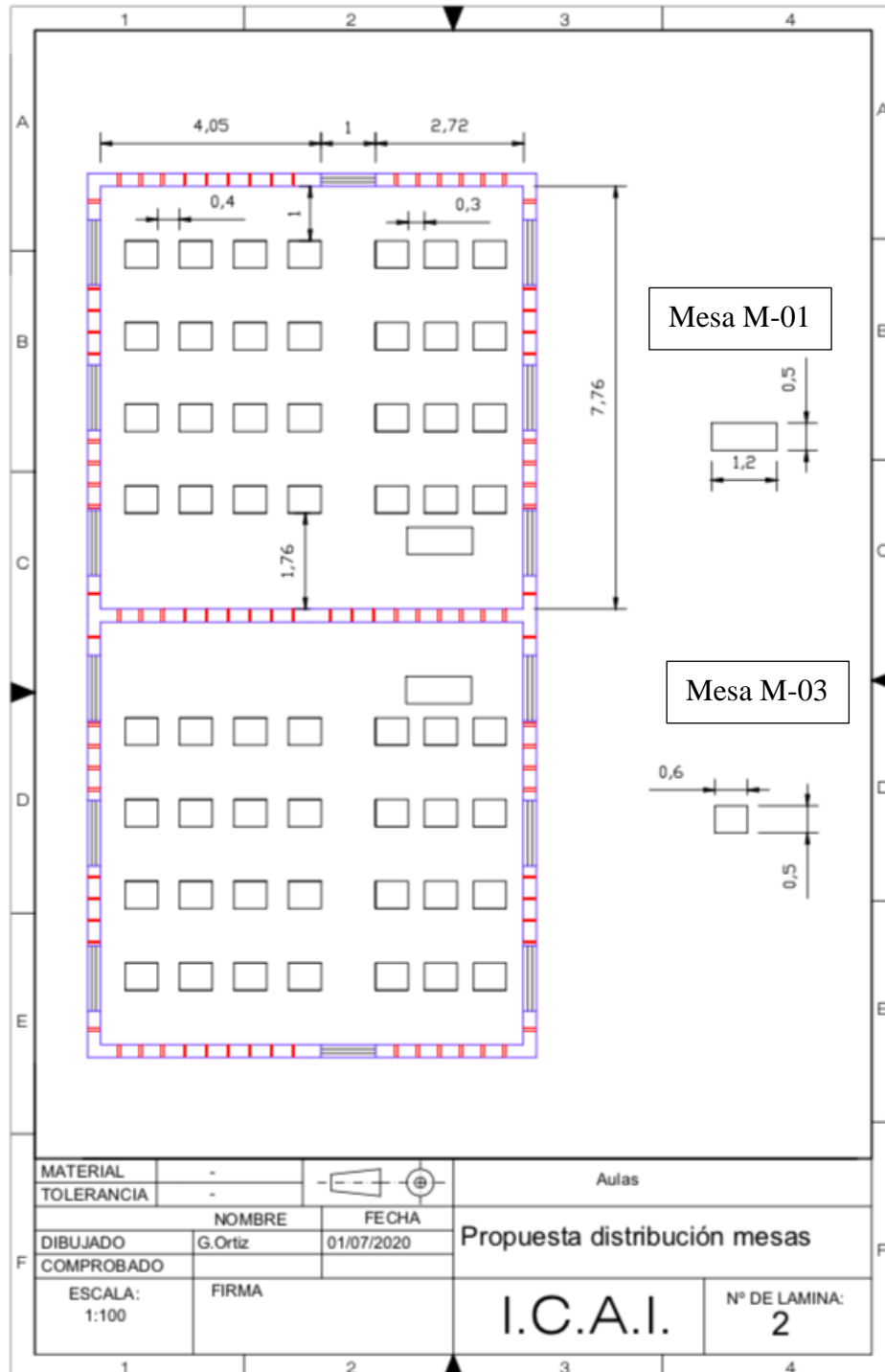
## Capítulo 7. PLANOS

En este apartado se mostrarán todos los planos utilizados.

### 7.1 PLANO DISTRIBUCIÓN INTERIOR

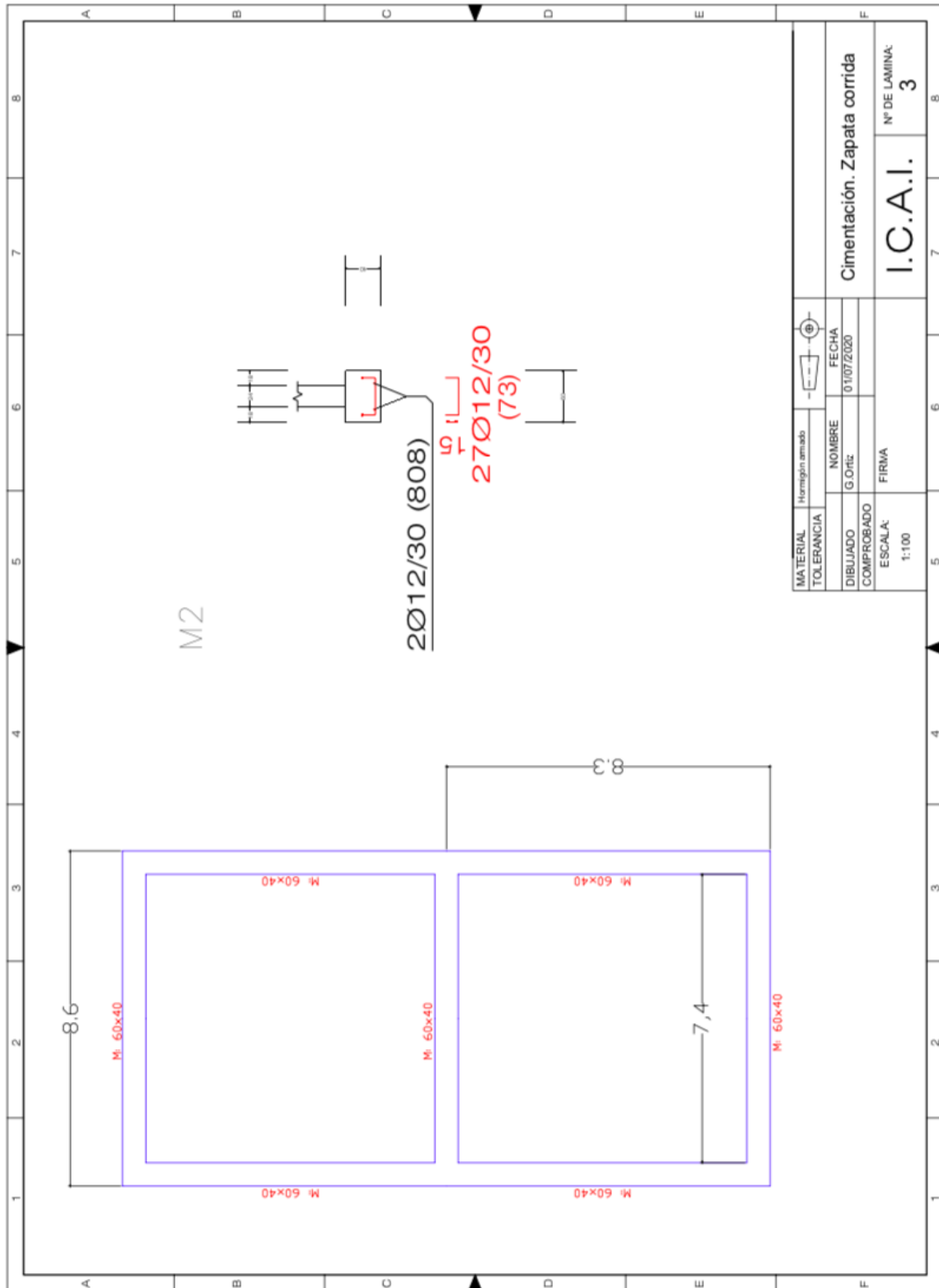


## 7.2 PLANO PROPUESTA DISTRIBUCIÓN MESAS

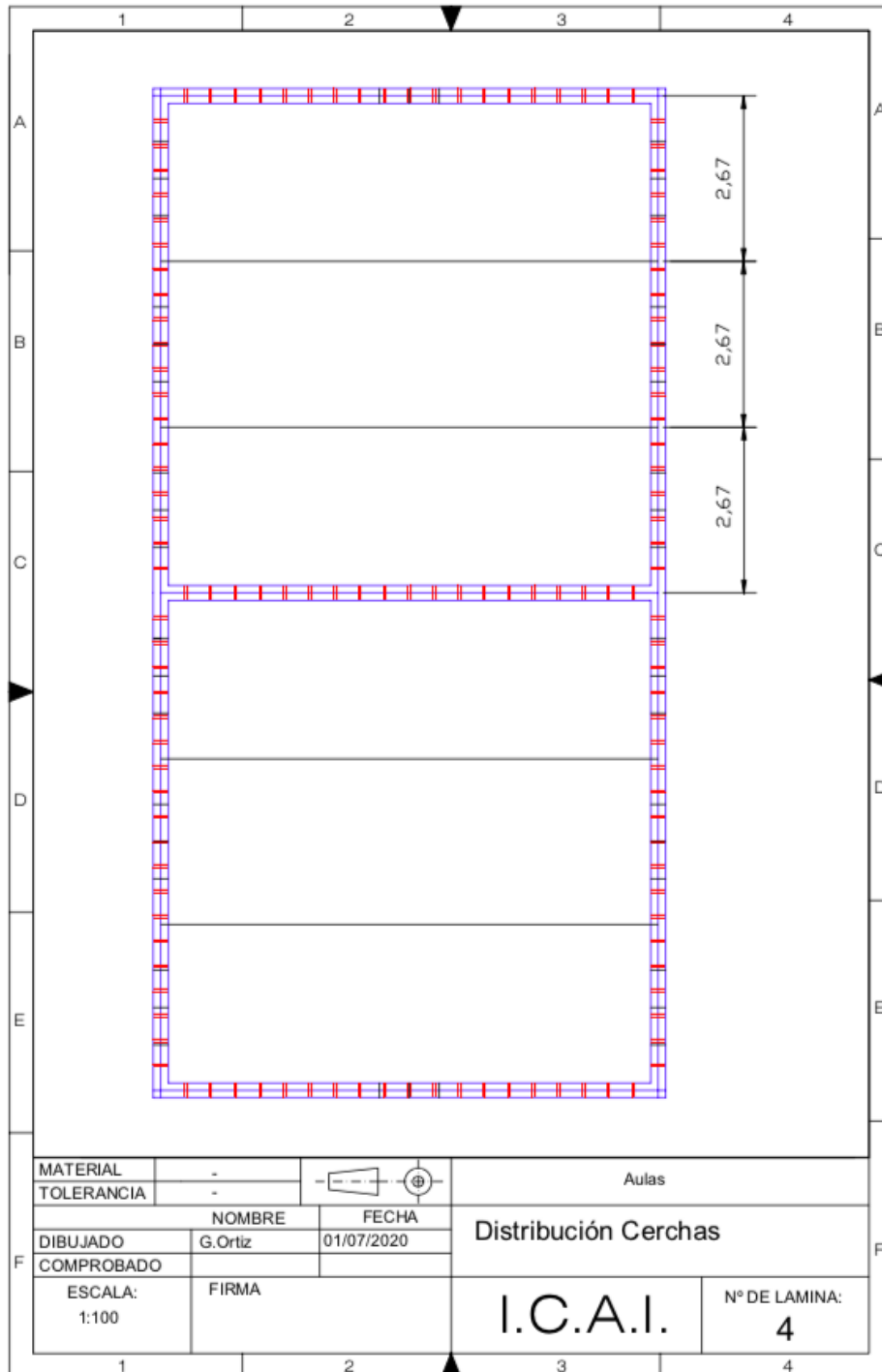




### 7.3 PLANO CIMENTACIÓN

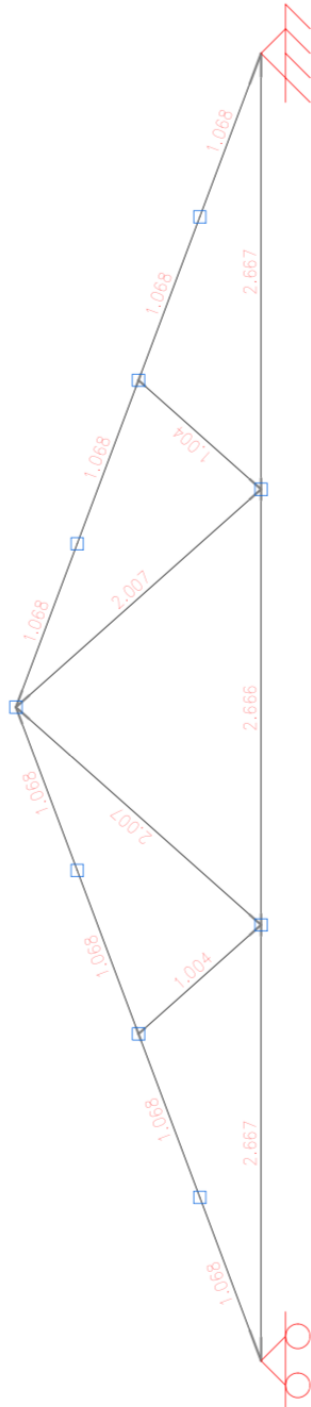


## 7.4 PLANO DISTRIBUCIÓN CERCHAS

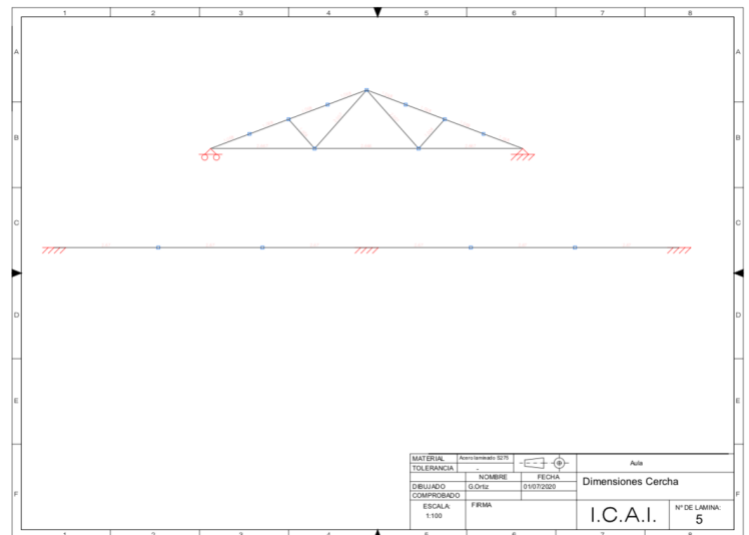


## 7.5 PLANO DIMENSIONES CERCHA

Debido a que no se ve nítidamente los valores y para mantener la escala, se ha ampliado fuera del plano una imagen precisa de la cercha. Se adjunta justo debajo del plano original.

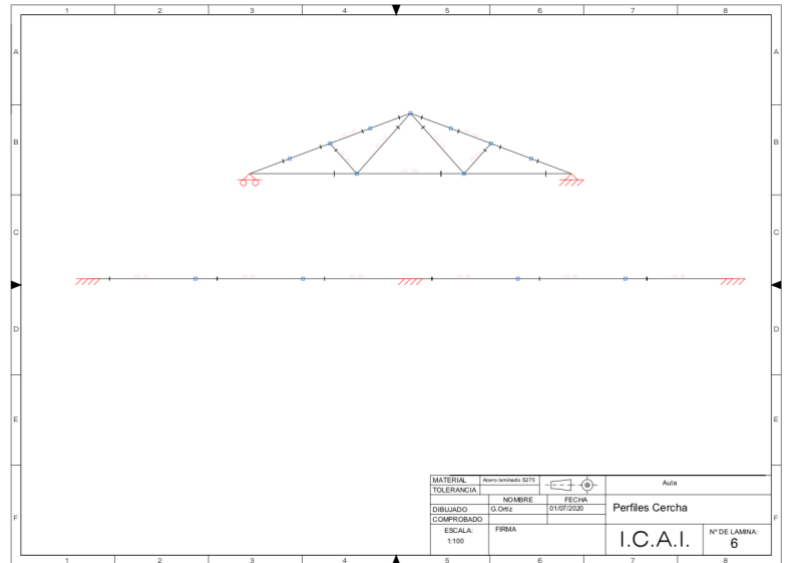
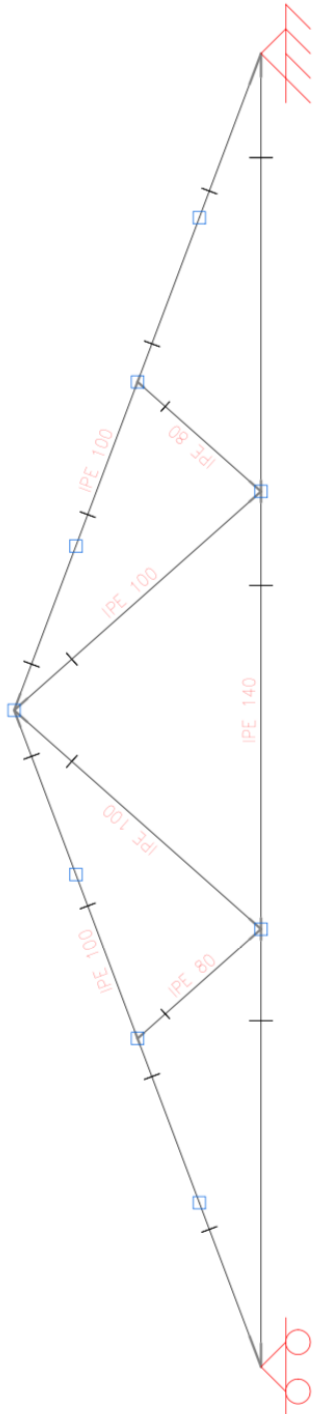


Teniendo en cuenta que cada tramo de las correas mide 2,67 metros.



## 7.6 PLANO PERFILES CERCHA

Se ha realizado lo mismo que en el apartado anterior. Y teniendo en cuenta que cada tramo de la correa tiene un perfil IPE 80.



## Capítulo 8. BIBLIOGRAFÍA

Documentos oficiales utilizados:

- Código Técnico de edificación Real Decreto, Web:  
<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/realDecreto/RD3142006.pdf>
- Código Técnico de edificación Parte I, Web:  
[https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/realDecreto/Parte\\_I\\_20dic2019.pdf](https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/realDecreto/Parte_I_20dic2019.pdf)
- Código Técnico de edificación Documento Básico, Seguridad Estructural, Web:  
<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE.pdf>
- Código Técnico de edificación Documento Básico, Seguridad Estructural, Acciones en la edificación, Web:  
<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-AE.pdf>

Artículos utilizados para la correcta definición de los términos estructurales:

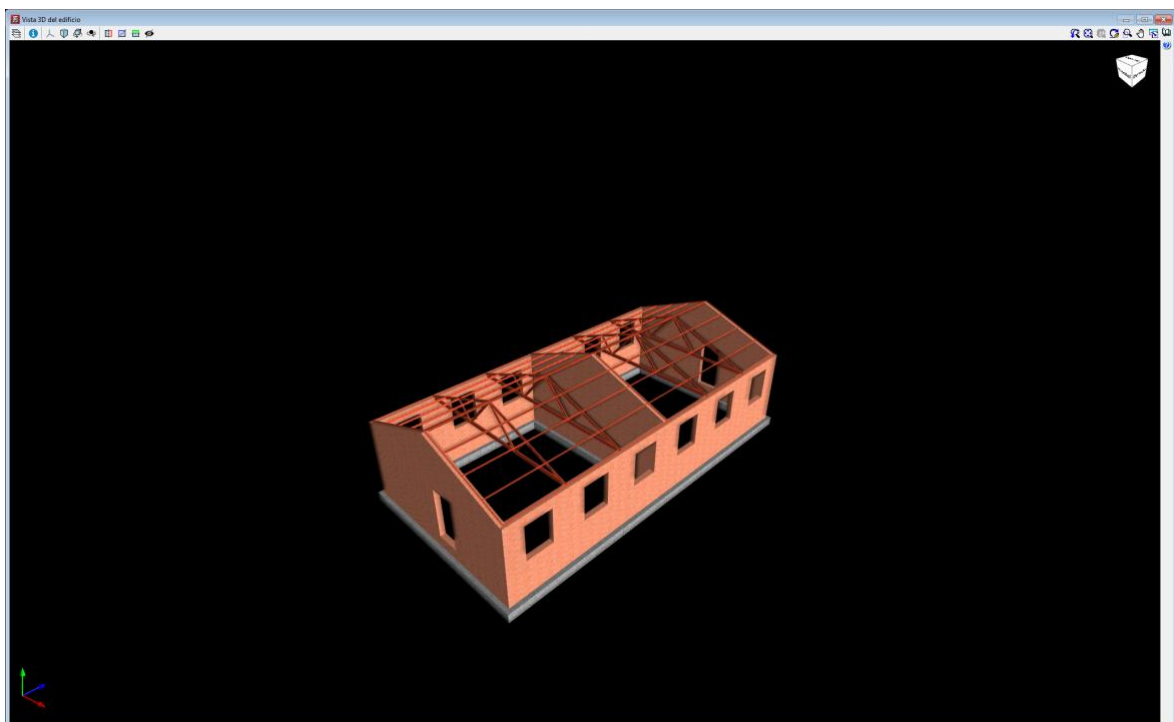
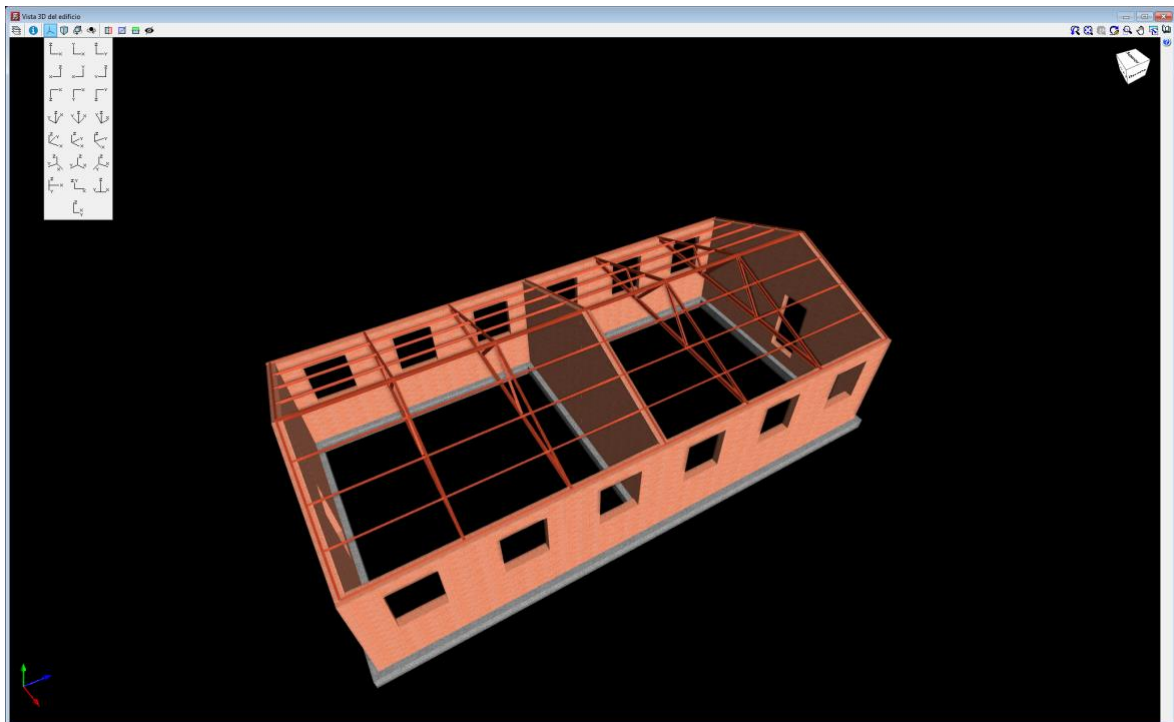
- Definición de zapata corrida, Web:  
[https://www.construmatica.com/construpedia/Zapatas\\_Corridas](https://www.construmatica.com/construpedia/Zapatas_Corridas)
- Factores que determinan la elección de una cimentación, Web:  
<https://ingenieriagce.wordpress.com/2015/06/11/que-factores-determinan-la-eleccion-del-tipo-de-cimentacion/>
- Fotos de los diferentes tipos de cimentación, Web:  
[https://previa.uclm.es/area/ing\\_rural/Trans\\_const/Tema24.pdf](https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_const/Tema24.pdf)

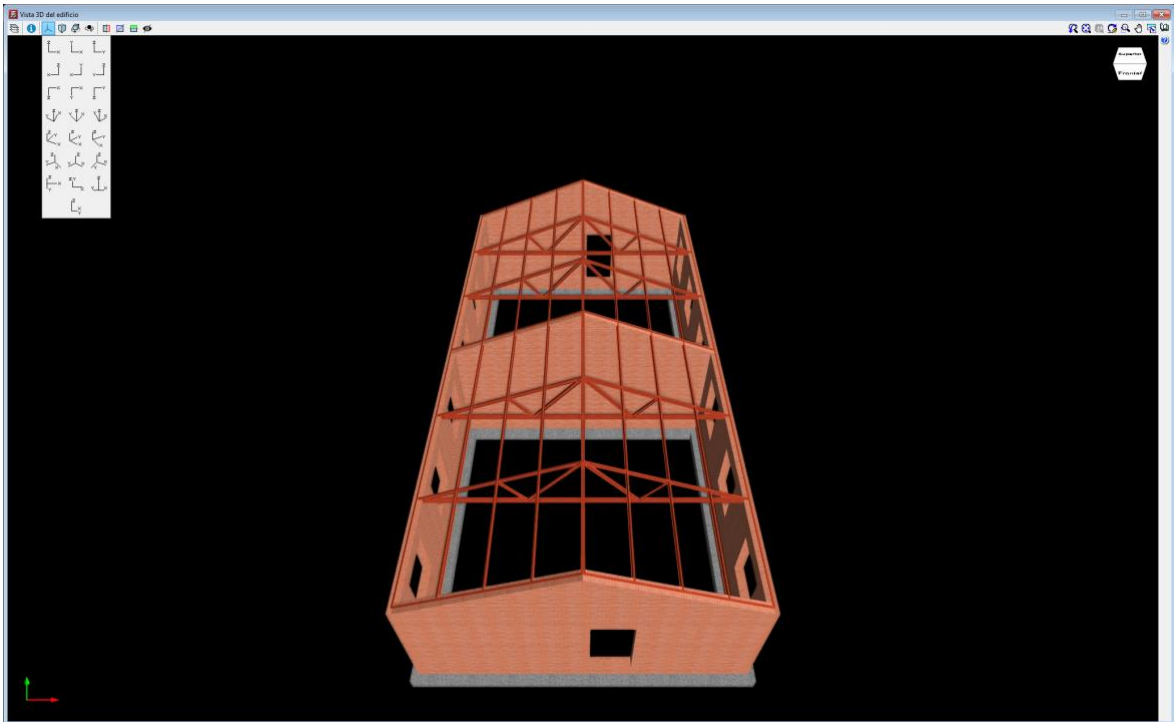
- Definición completa cerchas, Web: [https://www.alfesan.com/es/noticias/11\\_que-son-las-cerchas-.htm](https://www.alfesan.com/es/noticias/11_que-son-las-cerchas-.htm)
- Fotos de los diferentes tipos de cerchas, Web: <https://twitter.com/GeotechTips/status/826029829506072576/photo/1>
- Pupitres y sillas homologadas para la escolarización, Web: <http://www.compasobras.com/mobiliario-escolar-homologado.html>
- Chapas de cubrición de acero inoxidable, Web: <https://www.hiansa.com/es>

Videos de YouTube utilizados para ayuda en el uso de CYPE:

- Datos generales, ayuda CYPE: [https://www.youtube.com/watch?v=lmI8K05sSdY&list=PLAL\\_NuZ9KG2\\_ycDLBfrgI6A2mhrW6T3aN&index=2](https://www.youtube.com/watch?v=lmI8K05sSdY&list=PLAL_NuZ9KG2_ycDLBfrgI6A2mhrW6T3aN&index=2)
- Generador de pórticos: <https://www.youtube.com/watch?v=TKspKHRIuUk>
- Construcción muros de carga y zapata corrida: <https://www.youtube.com/watch?v=oCf5VSmhPkU>
- Creación de planos en CYPE: <https://www.youtube.com/watch?v=t6foxnniSU4>

## ANEXO I







## ANEXO II



MT-32

REV. 02 - Enero 2019

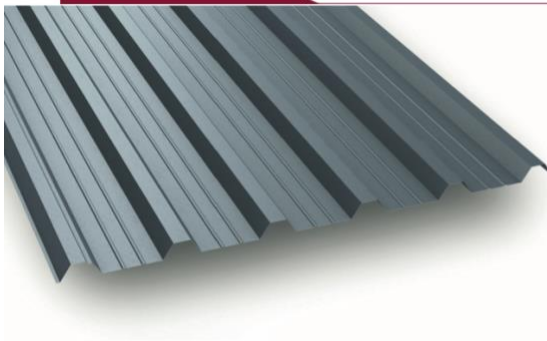
### PROPIEDADES

MATERIA PRIMA:  
Acero

ESPEORES (mm)  
Desde 0.5 hasta 1.2

ACABADO  
Prelacado/Galvanizado

ANCHO ÚTIL:  
1000 mm



	ESPESOR (mm)					
	0.50	0.60	0.70	0.80	1.00	1.20
P (kg/m <sup>2</sup> )	F08C	G08K	H08I	7.85	9.81	11.78
I (cm <sup>2</sup> /m)	8.653	10.384	12.116	13.847	17.312	20.778
W (cm <sup>2</sup> /m) - cara A	3.559	4.542	5.436	6.200	7.716	9.219
W (cm <sup>2</sup> /m) - cara B	3.321	4.079	4.854	5.640	7.236	8.848

Peso perfil por metro cuadrado    Inercia perfil por metro lineal    Módulo resistente perfil por metro lineal



### DESCRIPCIÓN Y APLICACIÓN

El perfil MT-32 de Hiansa está especialmente diseñado para cubiertas metálicas y se define por los 32 mm de altura de greca, lo que dota a este perfil de una buena resistencia en un canto reducido del perfil. Se fabrica en espesores que van de 0,50 mm a 1,20 mm. Su ancho útil está en 1.000 mm, y su longitud habitual entre 1.600 y 14.000 mm.

Disponible tanto en galvanizado como prelacado en una amplia gama de colores según carta HIANSA. Se puede servir provista de perforaciones para las soluciones de montaje que así lo requieran, con 3 mm de diámetro, 5 mm entre ejes y 60° tresbolillo.



#### AMBITO DE APLICACIÓN

Cubierta SANDWICH	Cubierta SANDWICH	Cubierta DECK	Fachada SIMPLE	Fachada SANDWICH	Fachada SANDWICH	Interior	Encofrado Perdido
Perfil Interior	Perfil Exterior	Perfil Base		Perfil Interior	Perfil Exterior	Falsos Techos	

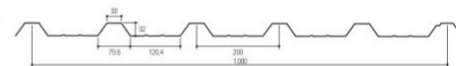
### CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Características Geométricas			
Característica	Valor	Unidades	Tolerancia / Norma
Canto de perfil (h)	32	mm	±1,5 EN 508-1
Canto de los rigidizadores	0	mm	+3/-1 EN 508-1
Paso de onda	200	mm	±3,0 EN 508-1
Ancho de la cresta y valle	30/79,6	mm	+4/-1 EN 508-1
Ancho útil (w)	1000	mm	(±0,1 · h) ≤ ±15 EN 508-1
Radio de plegado (r)	3	mm	±2,0 EN 508-1
Longitud (l)	1.600 a 14.000	mm	+20/-5 EN 508-1

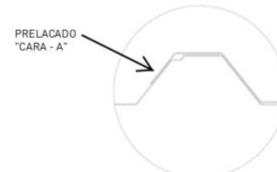
Prestaciones del Perfil			
Característica	Valor	Unidades	Tolerancia / Norma
Desviación de la rectitud	≤ a la toleran.	mm	±2/ml (max. 10) EN 508-1
Desviación de la cuadratura	≤ a la toleran.	mm	≤ 0,005·w EN 508-1
Desviación del solape lateral	≤ a la toleran.	mm	±2 s/500 mm EN 508-1
Radio y ángulos de curvado	--	mm	-- EN 508-1
Espesor chapa	0,5 a 1,2	mm	UNE 10143
Tipo de acero	S220GD a S320GD		UNE 10346
Cambios de medidas	12 x 10 <sup>-4</sup> K		UNE 14782
Permeabilidad al agua	Pasa		UNE 14782
Emissiones sustanc. peligrosas		Sin emisiones	
Comportamiento al fuego	Broof (t1)		RD 110/2008
Recubrimiento galvanizado			UNE 10346
Recubrimiento prelacado			UNE 10169
Reacción al fuego			Clase A1

### NORMATIVA EMPLEADA

Ref. Norma	Descripción
EN 508-1	Productos para cubiertas y revestimientos de chapa metálica. Especifican para los productos autoportantes de chapa de acero. Parte 1: acero.
EN 10143	Chapas y bandas de acero con revestimiento metálico en continuo por inmersión en caliente. Tolerancias dimensionales y de forma.
EN 10169	Productos planos de acero, recubiertos en continuo de materias orgánicas (prelacados). Condiciones técnicas de suministro.
EN 10346	Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro.
EN 14782	Chapas metálicas autoportantes para recubrimiento y revestimiento de cubiertas y fachadas. Especificaciones y requisitos de producto.



SECCIÓN PERFIL



DETALLE SOLAPE



REV. 02 - Enero 2019

**MT-32**

**TABLAS DE RESISTENCIA**

**CUBIERTAS**

CARGAS ADMISIBLES (kp/m<sup>2</sup>) SEGÚN DISTANCIA ENTRE CORREAS (m)

PRESIÓN							
2.75	2.5	2.25	2	1.75	1.5	1.25	1
			82	125	187	272	427
		68	99	150	239	347	545
		79	115	175	283	416	653
	64	90	132	201	323	474	744
	80	113	165	251	404	590	927

1 Vano  
e(mm)  
0.5  
0.6  
0.7  
0.8  
1.0

SUCCIÓN							
1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75
398	253	175	125	82			
489	311	215	150	99	68		
582	370	255	175	115	79		
677	431	297	201	132	90	64	
868	553	381	251	165	113	80	

PRESIÓN							
2.75	2.5	2.25	2	1.75	1.5	1.25	1
	65	81	103	137	187	272	427
68	83	104	132	175	239	347	545
81	99	124	159	209	283	417	653
92	113	141	181	238	323	474	744
115	141	176	225	297	404	590	927

2 Vanos  
e(mm)  
0.5  
0.6  
0.7  
0.8  
1.0

SUCCIÓN							
1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75
398	253	175	127	96	75	60	
489	311	215	156	118	92	74	60
582	370	255	186	141	110	88	72
677	431	297	216	164	128	102	83
868	553	381	278	211	165	132	107

PRESIÓN							
2.75	2.5	2.25	2	1.75	1.5	1.25	1
	80	102	130	172	235	341	535
	71	96	131	167	220	301	435
	82	112	156	200	263	360	521
	94	128	178	228	300	411	594
	124	160	222	284	373	511	740
							1160

3 Vanos  
e(mm)  
0.5  
0.6  
0.7  
0.8  
1.0

SUCCIÓN							
1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75
499	318	219	160	121	95	76	
613	390	269	197	149	117	94	71
729	465	321	234	178	139	112	82
848	540	373	272	207	162	128	94
1088	693	479	349	265	208	160	118



Sobrecargas de servicio admisibles, uniformemente distribuidas en kg/m<sup>2</sup>. Las tablas se han obtenido en función de una metodología de cálculo establecida de acuerdo a lo indicado en la norma NBE EA-95. Estos resultados cumplen los Estados Límite Últimos de tensiones normales y tangenciales prescritos en dicha normativa y con una limitación del Estado Límite de Servicio de deformaciones de L/200.

HIANSA S.A. se reserva en cualquier caso la facultad de modificar el presente documento sin previo aviso.

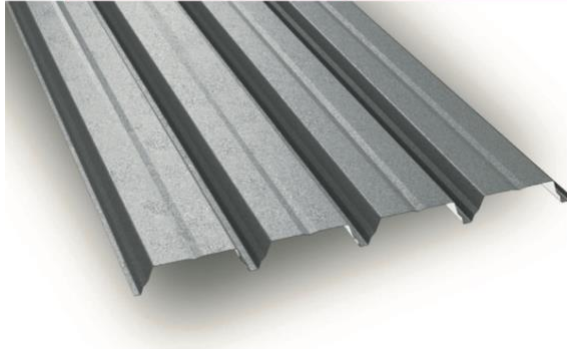
HIANSA S.A. Polígono Ind. Dehesa de las Cigüeñas . Parc A-1 14420 Villafranca de Córdoba Telf 957198900 FAX 957198910 comercial@hiansa.com - www.hiansa.com



REV.02 - Enero 2019

**MT-56**

**PROPIEDADES**



**MATERIA PRIMA:** Acero  
**ESPESORES (mm):** Desde 0,7 hasta 1,2

**ACABADO:** Prelacado/Galvanizado  
**ANCHO ÚTIL:** 952 mm

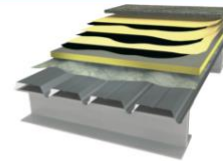
	ESPESOR (mm)			
	0,70	0,80	1,00	1,20
P (kg/m <sup>2</sup> )	7,21	8,25	10,30	12,36
I (cm <sup>4</sup> /m)	32,744	37,422	46,777	56,130
W (cm <sup>3</sup> /m) - fibra superior	8,003	9,147	11,434	13,721

P: peso perfil por metro cuadrado. I: inercia perfil por metro lineal. W: módulo resistente perfil por metro lineal



**DESCRIPCIÓN Y APLICACIÓN**

El perfil MT-56 DECK de Hiansa se define por los 56 mm de altura de greca, en espesores que van a 1,20 mm. Su ancho útil está en 952 mm, y su longitud entre 1.600 y 14.000 mm. Disponible tanto en galvanizado como prelacado en una amplia gama de colores. Se puede servir provista de perforaciones para las soluciones de montaje que así lo requieran, con 3 mm de diámetro, 5 mm entre ejes y 60° tresbolillo.



AMBITO DE APLICACIÓN							
Cubierta SANDWICH	Cubierta SANDWICH	Cubierta DECK	Fachada SIMPLE	Fachada SANDWICH	Fachada SANDWICH	Interior	Encofrado Perdido
Perfil Interior	Perfil Exterior	Perfil Base		Perfil Interior	Perfil Exterior	Falsos Techos	

**CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL**

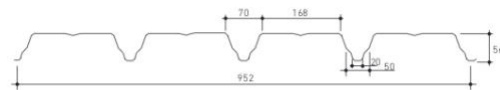
**NORMATIVA EMPLEADA**

Características Geométricas			
Característica	Valor	Unidades	Tolerancia / Norma
Canto de perfil (h)	56	mm	±1,5 EN 508-1
Canto de los rigidizadores	6	mm	+3/-1 EN 508-1
Paso de onda	238	mm	±3,0 EN 508-1
Ancho de la cresta y valle	20/70	mm	+4/-1 EN 508-1
Ancho útil (w)	952	mm	(±0,1 · h) y ≤15 EN 508-1
Radio de plegado (r)	3	mm	±2,0 EN 508-1
Longitud (l)	1.600 a 14.000	mm	+20/-5 EN 508-1

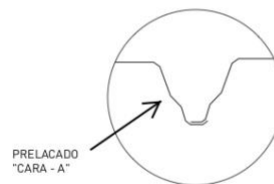
  

Prestaciones del Perfil			
Característica	Valor	Unidades	Tolerancia / Norma
Desviación de la rectitud	≤ a la toleran.	mm	±2/ml (max.10) EN 508-1
Desviación de la cuadratura	≤ a la toleran.	mm	≤ 0,005*w EN 508-1
Desviación del solape lateral	≤ a la toleran.	mm	±2 ±/500 mm EN 508-1
Radio y ángulos de curvado	--	mm	-- EN 508-1
Espesor chapa	0,7 a 1,2	mm	UNE 10143
Tipo de acero	S220GD a S320GD		UNE 10346
Cambios de medidas	12 x 10 <sup>-4</sup> K		UNE 14782
Permeabilidad al agua	Pasa		UNE 14782
Emisiones sustanc. peligrosas			Sin emisiones
Comportamiento al fuego	Broof (t1)		RD 110/2008
Recubrimiento galvanizado			UNE 10346
Recubrimiento prelacado			UNE 10169
Reacción al fuego			Clase A1

Ref. Norma	Descripción
EN 508-1	Productos para cubiertas y revestimientos de chapa metálica. Especifican para los productos autoportantes de chapa de acero. Parte 1: acero.
EN 10143	Chapas y bandas de acero con revestimiento metálico en continuo por inmersión en caliente. Tolerancias dimensionales y de forma.
EN 10169	Productos planos de acero, recubiertos en continuo de materias orgánicas (prelacados). Condiciones técnicas de suministro.
EN 10346	Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro.
EN 14782	Chapas metálicas autoportantes para recubrimiento y revestimiento de cubiertas y fachadas. Especificaciones y requisitos de producto.



SECCIÓN PERFIL



DETALLE SOLAPE

**CUBIERTAS**

CARGAS ADMISIBLES (kp/m<sup>2</sup>) SEGÚN DISTANCIA ENTRE CORREAS (m)

PRESIÓN						
5.5	5	4.5	4	3.5	3	2.5
				77	129	230
			58	92	153	274
			73	117	194	347
		55	86	138	230	411

PRESIÓN						
5.5	5	4.5	4	3.5	3	2.5
	62	76	96	124	164	226
	73	91	115	149	198	274
66	93	119	155	200	268	372
78	110	146	189	252	340	475

PRESIÓN						
5.5	5	4.5	4	3.5	3	2.5
		67	101	153	201	275
	55	81	120	184	243	334
	70	102	152	235	329	455
58	83	121	171	278	419	582

1 Vano  
e(mm)  
0.7  
0.8  
1.0  
1.2

2 Vanos  
e(mm)  
0.7  
0.8  
1.0  
1.2

3 Vanos  
e(mm)  
0.7  
0.8  
1.0  
1.2

SUCCIÓN						
2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5
230	129	77				
274	153	92	58			
347	194	117	73			
411	230	138	86	55		

SUCCIÓN						
2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5
196	143	109	85	67	54	
238	173	131	102	81	65	
325	235	177	137	109	88	66
475	340	252	189	146	110	78

SUCCIÓN						
2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5
238	175	134	101	67		
289	212	161	120	81	55	
396	289	219	152	102	70	
511	371	278	180	121	83	58



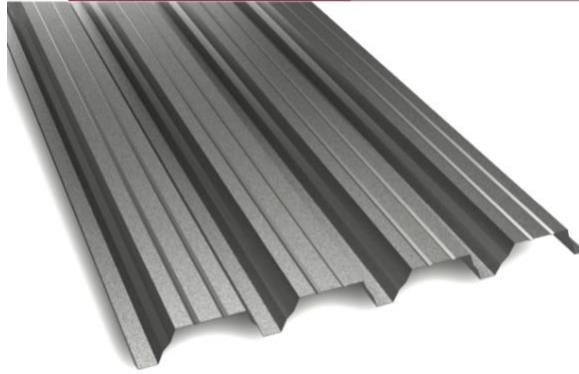
Sobrecargas de servicio admisibles, uniformemente distribuidas en kg/m<sup>2</sup>. Las tablas se han obtenido en función de una metodología de cálculo establecida de acuerdo a lo indicado en la norma EAE-2012. Estos resultados cumplen los Estados Límite Últimos de tensiones normales y tangenciales prescritos en dicha normativa y con una limitación del Estado Límite de Servicio de deformaciones de L/200.



REV.02 - Enero 2019

**MT-68**

**PROPIEDADES**



**MATERIA PRIMA:**  
Acero

**ESPEORES (mm)**  
Desde 0,7 hasta 1,2

**ACABADO**  
Prelacado/Galvanizado

**ANCHO ÚTIL:**  
880 mm

	ESPESOR (mm)			
	0,70	0,80	1,00	1,20
P (kg/m <sup>2</sup> )	7,40	8,40	10,50	12,60
I (cm <sup>4</sup> /m)	65,267	74,573	93,171	111,752
W (cm <sup>3</sup> /m)- fibra superior	14,760	16,959	21,127	25,272
W (cm <sup>3</sup> /m)- fibra inferior	26,662	30,046	37,418	44,737

P= peso perfil por metro cuadrado I= inercia perfil por metro lineal W= módulo resistente perfil por metro lineal



**DESCRIPCIÓN Y APLICACIÓN**

El perfil MT-68 DECK de Hiansa está especialmente diseñado para cubiertas Deck, se define por los 68 mm de altura de greca, en espesores que van de 0,7 mm a 1,2 mm. Su ancho útil está en 880 mm, y su longitud entre 1.600 y 14.000 mm.  
 Disponible tanto en galvanizado como prelacado en una amplia gama de colores.  
 Se puede servir provista de perforaciones para las soluciones de montaje que así lo requieran, con 3 mm de diámetro, 5 mm entre ejes y 60° tresbolillo.



**AMBITO DE APLICACIÓN**

Cubierta SANDWICH	Cubierta SANDWICH	Cubierta DECK	Fachada SIMPLE	Fachada SANDWICH	Fachada SANDWICH	Interior	Encofrado Perdido
Perfil Interior	Perfil Exterior	Perfil Base		Perfil Interior	Perfil Exterior	Falsos Techos	

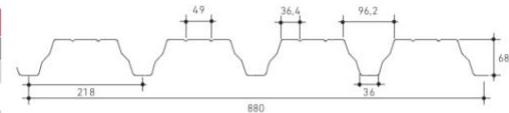
**CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL**

**NORMATIVA EMPLEADA**

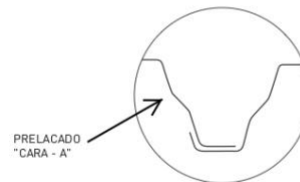
Características Geométricas			
Característica	Valor	Unidades	Tolerancia / Norma
Canto de perfil (h)	68	mm	±1,5 EN 508-1
Canto de los rigidizadores	8	mm	+3/-1 EN 508-1
Paso de onda	218	mm	±3,0 EN 508-1
Ancho de la cresta y valle	36/122	mm	+4/-1 EN 508-1
Ancho útil (w)	880	mm	(±0,1 · h) y ≤15 EN 508-1
Radio de plegado (r)	3	mm	±2,0 EN 508-1
Longitud (l)	1.600 a 14.000	mm	+20/-5 EN 508-1

Ref. Norma	Descripción
EN 508-1	Productos para cubiertas y revestimientos de chapa metálica. Especifican para los productos autoportantes de chapa de acero. Parte 1: acero.
EN 10143	Chapas y bandas de acero con revestimiento metálico en continuo por inmersión en caliente. Tolerancias dimensionales y de forma.
EN 10169	Productos planos de acero, recubiertos en continuo de materias orgánicas (prelacados). Condiciones técnicas de suministro.
EN 10346	Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro.
EN 14782	Chapas metálicas autoportantes para recubrimiento y revestimiento de cubiertas y fachadas. Especificaciones y requisitos de producto.

Prestaciones del Perfil			
Característica	Valor	Unidades	Tolerancia / Norma
Desviación de la rectitud	≤ a la toleran.	mm	±2/ml (max.10) EN 508-1
Desviación de la cuadratura	≤ a la toleran.	mm	≤ 0,005·w EN 508-1
Desviación del solape lateral	≤ a la toleran.	mm	±2 s/500 mm EN 508-1
Radio y ángulos de curvado	--	mm	-- EN 508-1
Espesor chapa	0,7 a 1,2	mm	UNE 10143
Tipo de acero	S220GD a S320GD		UNE 10346
Cambios de medidas	12 x 10 <sup>-4</sup> K		UNE 14782
Permeabilidad al agua	Pasa		UNE 14782
Emisiones sustanc. peligrosas			Sin emisiones
Comportamiento al fuego	Broof (t1)		RD 110/2008
Recubrimiento galvanizado			UNE 10346
Recubrimiento prelacado			UNE 10169
Reacción al fuego			Clase A1



SECCIÓN PERFIL



DETALLE SOLAPE



REV. 02 - Enero 2019

**MT-68**

**TABLAS DE RESISTENCIA**

**CUBIERTAS**

CARGAS ADMISIBLES (kp/m<sup>2</sup>) SEGÚN DISTANCIA ENTRE CORREAS (m)

		CARGAS A PRESIÓN																								
		1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	
1 Vano	0.7	2446	1696	1245	951	750	606	487	373	292	232	188	153	127	105											
	0.8	2802	1943	1426	1090	860	695	556	427	334	266	214	175	145	121	101										
	1	3509	2434	1786	1365	1076	870	695	533	417	332	268	219	181	151	126	107									
	1.2	4216	2924	2146	1640	1293	1046	834	639	500	398	321	262	217	181	152	128	109								
2 Vanos	0.7	2447	1711	1256	960	757	612	505	423	359	309	268	235	207	184	165	148	134	121	110	101					
	0.8	2835	1966	1443	1103	870	703	580	486	413	355	308	270	238	212	189	170	154	139	127	116	106				
	1	3532	2450	1797	1374	1084	876	722	605	514	442	384	336	297	264	236	212	191	174	158	144	132	118	104		
	1.2	4225	2930	2150	1643	1296	1048	864	724	615	529	459	402	355	316	282	253	229	208	189	173	158	142	125	111	

		CARGAS A SUCCIÓN																								
		1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	
1 Vano	0.7	2481	1725	1269	973	770	625	502	388	307	247	202	168	141	120	103										
	0.8	2850	1981	1458	1118	885	718	573	443	351	282	231	192	161	137	118	102									
	1	3551	2469	1816	1393	1102	895	716	554	438	353	289	240	202	172	147	128	112								
	1.2	4247	2953	2173	1666	1319	1070	859	665	525	423	346	288	242	206	177	153	134	118	105						
2 Vanos	0.7	2459	1710	1258	965	754	620	513	432	369	319	279	246	219	196	177	160	146	133	123	113	105				
	0.8	2817	1958	1441	1105	875	710	588	495	423	366	320	282	251	224	202	183	167	153	140	130	120	111	100		
	1	3528	2453	1804	1384	1095	889	736	620	530	458	400	353	314	281	253	229	209	191	176	162	150	139	125	114	
	1.2	4239	2947	2168	1663	1316	1068	885	745	637	551	481	424	377	338	304	276	251	230	211	195	180	167	151	136	

Sobrecargas de servicio admisibles, uniformemente distribuidas en kg/m<sup>2</sup>. Las tablas se han obtenido en función de una metodología de cálculo establecida de acuerdo a lo indicado en la norma EAE-2012. Estos resultados cumplen los Estados Límite Últimos de tensiones normales y tangenciales prescritos en dicha normativa y con una limitación del Estado Límite de Servicio de deformaciones de L/200.

HIANSÁ S.A. se reserva en cualquier caso la facultad de modificar el presente documento sin previo aviso.

HIANSÁ S.A. Polígono Ind. Dehesa de las Cigüeñas . Parc A-1 14420 Villafrañca de Córdoba Telf 957198900 FAX 957198910 comercial@hiansa.com - www.hiansa.com

## ANEXO III

El presente anejo fue elaborado por Gema Fernández, mujer que realizó el colegio de secundaria de Mount Darwin, proyecto al que se quiere dar continuidad con la escuela de formación profesional.

### C. ESTUDIO GEOTÉCNICO

#### C.1. INTRODUCCIÓN

Se ha realizado un estudio para conocer el estado de las diferentes capas que componen en suelo donde están construidos actualmente las instalaciones de CFA y donde se van a ubicar tanto el sistema de abastecimiento energético como de agua.

Además, se deberá adecuar el proceso constructivo a los resultados obtenidos en este estudio y en el caso de obtener datos muy desfavorables, valorar la intervención específica para reforzar o actuar sobre el terreno.

Objetivos del informe:

- Determinar las diferentes unidades litológicas que forman el subsuelo, es decir, litología y potencia en diferentes profundidades.
- Características mecánicas de las unidades, es decir, resistencia y compacidad del subsuelo a diferentes profundidades.
- Determinar la profundidad del nivel freático.

#### C.2. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA Y EMPLAZAMIENTO GEOLÓGICO

##### D) C.2.1 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA Y CLIMATOLÓGICA

El proyecto presente a desarrollar, consta de la construcción de un colegio de Secundaria, llamado Kazai, ubicado a 1km de Kazai primaria, y a 35km de CFA. Dado que la distancia de nuestro solar, está lo bastante cerca de CFA, vamos a utilizar los datos obtenidos hasta la fecha en cuanto al terreno, debido a la imposibilidad de obtener nuevos datos de la zona exacta.

Según el contacto de la ONG, asegura que el tipo de terreno es el mismo, siguiendo una misma tipología, pudiéndonos aprovechar de los datos ya recogidos por otros voluntarios como Miren Tellería, en anteriores proyectos.

El orfanato de CFA está emplazado al oeste de carretera que une la ciudad de Bindura con la ciudad de Mt Darwin, que da nombre al distrito en el que se encuentra dicho orfanato. El distrito

de Mt Darwin a su vez pertenece a la provincia de Mashonalad Central, ubicada en el norte de Zimbabwe. El orfanato, cuenta con 350 hectáreas de terreno y éste se cruza por un río.

El orfanato queda al Sur del terreno, los terrenos de cultivo en el Norte y la escuela de primaria al Este.

El orfanato que se encuentra al Sur de la cordillera de colinas suaves domina por el Mt Darwin cercana a la confluencia de un pequeño río anteriormente mencionado y que concretamente hace de divisoria de terrenos entre el orfanato donde se alberga a los huérfanos y los terrenos donde se trabaja. Al pie de la colina, en dirección este hacia la carretera que une Bindura y el pueblo de Mt. Darwin, se halla una pequeña aldea asentada sobre el aluvión del río.

Nuestro terreno cuenta con una fuente de agua ubicada a 2km del futuro colegio, y está a 14km al Oeste de Dotito growth point.

Los terrenos en su totalidad se hallan entre 950 y 970 metros de altura.

El clima de la zona es desértico, con una temperatura media anual de 18,5 °C y una marcada oscilación térmica a lo largo del año, con diferencias entre los meses cálidos y fríos de más de 20 °C. Los meses de las épocas de sequía (invierno) a pesar de que la temperatura media no baja de los 13 °C, por las noches se pueden alcanzar temperaturas cercanas a 0 °C y durante el día se mantienen temperaturas cálidas cercanas a 20 °C.

La pluviometría anual se sitúa en 805 mm concentrada prácticamente en su totalidad en los meses de la época de lluvias (entre noviembre y marzo).



Fuente: IntermonOxfam. Época de lluvias que afecta a todo el Sur de África.

## E) C.2.2. EMPLAZAMIENTO GEOLÓGICO





En estas visitas se observó que los terrenos que están más al norte se encontraban muy agrietados ya que se trataba el fin de la época de sequía y el nivel freático había alcanzado su mínimo.

De lo observado y de la información facilitada por los locales de la zona, así como los usuarios y trabajadores de CFA, se puede resumir lo siguiente:

- Durante las épocas de lluvias (de noviembre a marzo) se producen las grandes lluvias desbordando el río que pasa por el terreno y dejando gran parte de la parcela inundado durante al menos tres meses. Debido al gran porcentaje de suelo arcilloso, el suelo tiende a expandir y su capacidad de transpiración es muy pequeña.
- Durante la época seca (de abril a septiembre), todo se seca y el nivel freático desciende bruscamente. A comienzos de esta época, las aguas vuelven a su cauce lo que hace que la cueca aluvial sea una zona fértil para la agricultura. No obstante, conforme avanza la sequía, el río que abastece de agua la zona se seca y el nivel freático baja hasta 30 metros en las zonas más desfavorables.

#### C.4. EXPLICACIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

##### Trabajo "in situ":

Se ha realizado un estudio geológico de campo únicamente visual en el terreno de las instalaciones de CFA y sus alrededores para poder caracterizar la parcela dentro de un marco geológico regional y así poder identificar con la mayor precisión la mejor ubicación para las construcciones a realizar en Dotito. Si bien es cierto que lo ideal es realizar una campaña de sondeos "in situ", la organización no cuenta con medios para poder realizarlos por lo que se tuvo que descartar la actuación convencional con medios locales y realizar la recogida de datos con las técnicas disponibles. A su vez, al tratarse de una construcción de una sola planta, y de dimensión pequeña, se cree proceder de esa manera y realizar estimaciones lo más exactas en aquellos puntos en los que no se cuenta con suficiente información.

##### Laboratorio:

Las muestras obtenidas durante la campaña de recogida de datos fueron analizadas posteriormente en laboratorio.

##### Caracterización de los materiales y elaboración de un informe:

De las observaciones y ensayos de campo y la bibliografía consultada se determinan las características geológicas y geomecánicas del suelo.

Una vez se han caracterizado geotécnicamente los materiales existentes en el subsuelo se realiza la evolución del estudio.

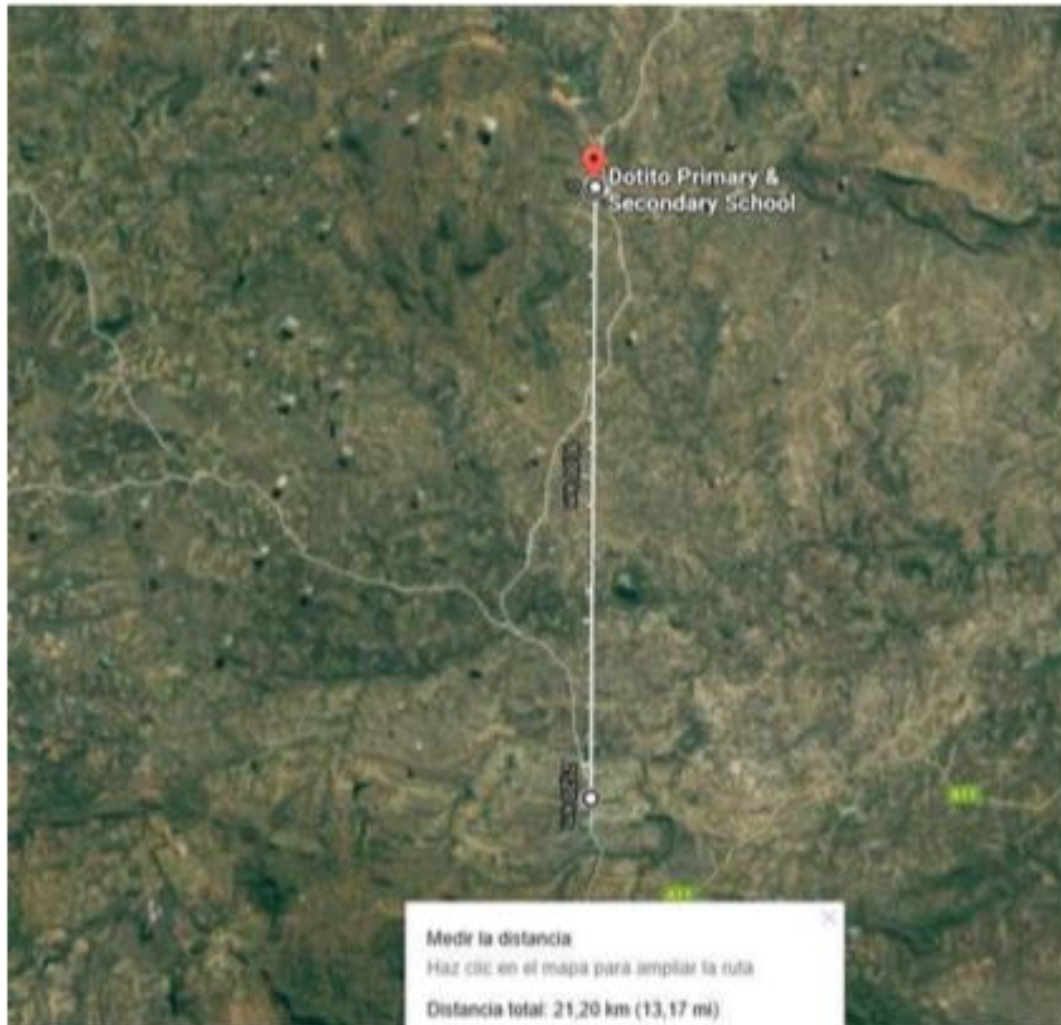
## C.5. TRABAJO “IN SITU”

### F) C.5.1. RECONOCIMIENTO Y OBSERVACIÓN GEOLÓGICA EN SUPERFICIE

El terreno estudiado se halla en suelo de explotación agrícola. Actualmente, en Zimbabwe no se han clasificado los terrenos si son urbanizables o no urbanizables, únicamente urbanos o rurales. Por tanto, se trata de un terreno rural, susceptible a urbanizable ya que actualmente ya se dispone de un edificio utilizado para la enseñanza de educación primaria, y otro para educación secundaria (en el cual no hay suficiente espacio para todos los niños existentes) que albergan a los estudiantes y otras pequeñas construcciones para la explotación agrícola.

Geomorfológicamente nos hallamos en una colina formada por materiales terciarios (intercalaciones de areniscas, lutitas y limolitas). Al pie de la colina hallamos materiales fluviales cuaternarios que reposan discordantemente sobre el terciario y que forman la llanura, justo al norte de las instalaciones de CFA.

Las instalaciones tienen una forma rectangular con una superficie conjunta aproximada 350 hectáreas, entre los terrenos dedicados a la agricultura y los terrenos propios del orfanato.



Fuente: google mapas. Medida de distancia desde la ubicación de nuestro colegio hasta el orfanato de CFA, centro de la ONG.

En línea recta según vemos en la imagen hay aproximadamente unos 21km de distancia, aunque se estima que utilizando las carreteras/caminos existentes se recorre una distancia de unos 35 km.



Fuente: Google mapas. Imagen ampliada de la localización del terreno donde se va a construir.

En la imagen anterior podemos observar a máxima escala posible la ubicación donde se va a encontrar nuestra construcción del colegio. Vemos que, como se ha dicho anteriormente, está ubicado alrededor de zona agrícola, dedicado a cultivo.

Presentan un desnivel de más 15 metros entre la cota del terreno y la cuenca del propio río, pero no más de 10 metros en todo el recinto, hacia el este progresivo con una inclinación muy pequeña.

En la fase de reconocimiento superficial se observa el hundimiento de varias carreteras de acceso en la zona de rodadura debido a que no se dispone de carreteras adecuadas y la explotación agrícola hace necesario el tránsito habitual de vehículos pesados. Este problema ya está sustentado, poco a poco puesto que la carretera está reparada desde noviembre del 2011., pero no cuenta ni con aceras ni pavimento alguno.

### **G) C.5.2. RECONOCIMIENTO Y OBSERVACIÓN GEOLÓGICA EN PROFUNDIDAD:**

Mediante los medios disponibles en el distrito y con el apoyo de otras ONG internacionales con sede en la capital, se pudieron realizar una serie de ensayos mecánicos para la caracterización de todos los niveles de subsuelos y sus parámetros geotécnicos. Con el fin de captar en estado del terreno en las dos etapas climatológicas que padece la zona, los ensayos se dividieron en dos fases, una en agosto a mitad del periodo de sequía y otro en enero, ya inmerso en las lluvias.

En la época de sequía se realizaron sondeos con recuperación de testigo continuo para poder así analizar el alcance del descenso del Nivel Freático y una segunda fase mediante 6 catas, realizadas semi-manualmente.

#### Sondeos a Rotación:

Las campañas de sondeos realizada en el mes de agosto consistieron en 4 puntos de investigación: 4 sondeos de recuperación de testigo continuo (S) en los cuales se realizaron 12 pruebas estándar de penetración (SPT), 2 muestras inalteradas (MI) y tres muestras representativas.

Como ya se ha mencionado, para la realización de estos estudios se contó con el apoyo y supervisión de otras ONG.

Metodología	Nº de puntos de Investigación
Sonde Rec. Testigo Continuo	4
<b>Extracción de Muestras</b>	<b>Extracción</b>
Ensayo SPT	12
Muestra Inalterada	2
Muestra Representativa	3

Fuente: CFA. Sondeos a Rotación.

Se ha tomado como origen de coordenadas, el punto (0,0/0,0/0,0), es decir, la esquina de la cocina tradicional del recinto de CFA. Está será nuestra zona de estudio, la zona vallada que abarca las dos casas, las letrinas y la cocina tradicional.

Ensayo	Coordenadas (m) (X/Y/Z)
S1	(30,5/4,0/-0,5)
S2	(24,5/3,5/-0,5)

S3	(16,0/20,0/-2,0)
S4	(18,5/28,5/-2,0)

Fuente: CFA. Coordenadas de los 4 puntos analizados.

Ensayo	Cota de inicio (Z)	Cota alcanzada (m)	Nivel Freático	Nº de ensayos SPT	Nº muestras inalteradas	Nº muestras representativas
S1	-0,5	-6,5	No	2	1	0
S2	-0,5	-12,5	Sí	4	0	2
S3	-2	-10,0	Sí	4	0	1
S4	-2	-8,5	No	2	1	0

Fuente: CFA. Miren Tellería. Resultados de los ensayos realizados.

#### Catas:

Posteriormente durante el mes de enero se realizó otra campaña con 5 puntos de investigación dentro de la parcela ya mencionada.

En estas 5 catas se han extraído un total de 10 muestras representativas.

Además, también se realizó una cata en las proximidades del recinto, dentro del complejo total de CFA.

Metodología	Nº de puntos de Investigación
Catas	5
Extracción de Muestras	Extracción
Muestra Representativa	10

Fuente: Miren Tellería. Catas en el mes de enero.

Se ha tomado como origen de coordenada, el punto (0,0/0,0/0,0), el mismo que en la ocasión anterior, con el fin de contrastar los datos obtenidos, y poder hacer una comparación.

Ensayo	Coordenadas (m) (X/Y/Z)
C1	(20,0/10,0/-0,5)
C2	(15,5/5,5/-0,5)
C3	(5,0/20,0/-0,8)
C4	(10,5/28,5/-0,5)
C5	(25,5/10,5/-4)

Fuente: CFA. Coordenadas de los 4 puntos analizados.

Ensayo	Cota de inicio (Z)	Cota alcanzada (m)	Nivel Freático	Nº de ensayos SPT	Nº muestras inalteradas	Nº muestras representativas
C1	-0,5	-1,5	No	0	0	2
C2	-0,5	-2,5	Sí	0	0	2
C3	-1	-4,0	Sí	0	0	3
C4	0,5	-2,5	Sí	0	0	0
C5	-1,5	3	Sí	0	0	3

Fuente: CFA. Resultados de las catas.

#### Extracciones de muestras:

Durante la realización de las diferentes metodologías para el estudio del suelo mediante procesos estudiados en geotecnia, se extrajo una serie de muestras a analizar y ensayar:

Código	Método de extracción	Profundidad (m)	Cota de extracción (m)
<b>Muestra 1</b>	MI en S1	3,0 a 3,6	-3,5 a -4,1
<b>Muestra 2</b>	SPT en S1	3,6 a 4,2	-4,1 a -4,7



<b>Muestra 3</b>	SPT en S1	4,8 a 5,4	-5,3 a -5,9
<b>Muestra 4</b>	SPT en S2	1,8 a 2,4	-2,3 a -2,9
<b>Muestra 5</b>	MR en S2	3,0 a 3,3	-3,5 a 3,8
<b>Muestra 6</b>	SPT en S2	3,3 a 3,9	-3,8 a -4,3
<b>Muestra 7</b>	SPT en S2	6,5 a 7,1	-7,0 a -7,6
<b>Muestra 8</b>	SPT en S2	7,8 a 8,4	-8,3 a -8,9
<b>Muestra 9</b>	SPT en S2	9,8 a 10,4	-10,3 a -10,9
<b>Muestra 10</b>	SPT en S3	3,0 a 3,6	-5,0 a -5,6
<b>Muestra 11</b>	SPT en S3	4,0 a 4,6	-6,0 a -6,6
<b>Muestra 12</b>	SPT en S3	5,5 a 6,1	-7,5 a -8,1
<b>Muestra 13</b>	MR en S3	6,6 a 6,8	
<b>Muestra 14</b>	SPT en S3	7,2 a 7,8	-9,2 a -9,8
<b>Muestra 15</b>	SPT en S4	1,0 a 1,6	-3,0 a -3,6
<b>Muestra 16</b>	MI en S4	2,0 a 2,6	-4,0 a -4,6
<b>Muestra 17</b>	SPT en S3	2,6 a 3,2	-4,6 a -5,2
<b>Muestra 18</b>	MR en C1	2,9	-3,4
<b>Muestra 19</b>	MR en C1	3,2	-3,7
<b>Muestra 20</b>	MR en C2	2	-2,5
<b>Muestra 21</b>	MR en C2	3,5	-4
<b>Muestra 22</b>	MR en C3	3	-3,8
<b>Muestra 23</b>	MR en C3	4	-4,8
<b>Muestra 24</b>	MR en C3	5	-5,8
<b>Muestra 25</b>	MR en C5	1,5	-5,5
<b>Muestra 26</b>	MR en C5	2,4	-6,4

<b>Muestra 27</b>	MR en C5	3,3	-7,7
-------------------	----------	-----	------

Fuente: Muestras de extracciones.

#### Ensayo SPT

El ensayo SPT según norma UNE 103-800-92 consiste en realizar una perforación hasta la cota deseada y en el fondo se introduce un tubo de muestreo bipartido de dimensiones normalizadas que permite recuperar una muestra alterada del terreno para su análisis visual en el campo y los ensayos de laboratorio. A continuación, se clava el tubo de muestreo en el terreno 60 cm, contando el número de golpes necesarios para clavar tramos de 15 cm. La clava se realiza mediante una maza de 63,5 Kg desde una altura de 76 cm. De esta manera se contabilizan 4 tramos de 15 cm. Los valores de golpeo de los tramos centrales de 15 cm sumados dan el parámetro N30spt o Nspt, denominado resistencia a la penetración estándar. Cuando el terreno es muy resistente se para la prueba para un determinado número de golpes (rechazo, R), anotando la penetración realizada. Los valores de rechazo que normalmente se aplican son cuando se dan 50 golpes para un tramo de 15 cm, o bien cuando se aplican 100 golpes en total.

#### Muestra Inalterada

La extracción de la muestra inalterada permite obtener una muestra de terreno normalmente cohesivo, que conserva sus propiedades para la realización de ensayos de resistencia y deformabilidad en el laboratorio.

#### Muestra Representativa

Muestras obtenidas mediante la impermeabilización de tramos de testigo continuo obtenido en los sondeos.

### **C.6. ENSAYO DE LABORATORIO**

Durante la realización de los ensayos de campo se han obtenido una serie de muestras, utilizando diferentes metodologías, para la realización de ensayos de laboratorio que permitan deducir que procesos han influenciado en los asentamientos producidos. La relación de muestras y los ensayos realizados en cada una de ellas se recoge en el estudio geotécnico que complementa a este. Los resultados obtenidos se recogen en el siguiente resumen:

Nº DE INFORME	Nº35/AS-11									
IDENTIFICACIÓN (Código de obra)	Q11.1405	Q11.1401	Q11.1402	Q11.1400	Q11.1407	Q11.1403	Q11.1404	Q11.1401	Q11.1400	Q11.1406
OPINIÓN	S-1	S-1	S-1	S-2	S-2	S-3	S-3	S-1	S-1	S-1
TIPO DE MUESTRA	80	80T	80T	80T	80T	80T	80T	80T	80T	80T
PROFUNDIDAD, m	3.35	3.54.2	4.33.4	5.5.2	5.5.10.4	3.30	4.4.5	0.5	1.16	2.0.2.2
MUESTRA (Código de obra)	Nº muestra 1 (JAB)	38.5	48.5	45.8	83.8	07.1	46.5		77.4	81.9
	Nº muestra 2 (JAB)	32.4	26.4	25.9	72.4	38.2	22.0		60.6	71.8
	Nº muestra 3 (JAB)	40.4	38.0	37.1	56.0	21.8	18.9		56.2	61.2
	S. Límite	24.8			19.8					24.8
LÍMITES DE ART. (No. de ensayos)	S. Límite	17.0			10.8				10.3	10.0
	S. Límite	6.6	NO HAY DATOS	NO HAY DATOS	3.0	NO HAY DATOS	NO HAY DATOS		5.5	5.7
CLASIFICACIÓN S.E.S.	ML CL		SM	OM	ML	SM	SM		ML CL	ML CL
CONTENIDO DE AGUA, %		12.0	2.8	4.9	7.7	7.0	2.3		11.4	14.0
DENSIDAD	Aparente, g/cm <sup>3</sup>	2.84								2.90
	Real, g/cm <sup>3</sup>	1.84								1.88
CURSO	No. de ensayos (1/6)	0/30						0/67		
	No. por categoría (1/6)	0/30						0/67		
SALUDOS	N.º 000				0.005				EXENTO	
	N.º 001				0.005				EXENTO	
	mayor o igual 0.01				0.017				EXENTO	
	mayor o igual 0.05				0.0516				EXENTO	

IDENTIFICACIÓN (Código de obra)	Q11.1811	Q11.1812	Q11.1813	Q11.1814	Q11.1815	Q11.1816	Q11.1817	Q11.1818	Q11.1819	Q11.1820
OPINIÓN	C-1	C-1	C-1	C-1	C-1	C-1	C-1	C-1	C-1	C-1
TIPO DE MUESTRA	PN RO SA	PN RO SA	PN RO SA	PN RO SA	PN RO SA	PN RO SA	PN RO SA	PN RO SA	PN RO SA	PN RO SA
PROFUNDIDAD, m	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35
MUESTRA (Código de obra)	Nº muestra 1 (JAB)	27.5							54.8	
	Nº muestra 2 (JAB)	19.0							47.9	
	Nº muestra 3 (JAB)	11.2							39.0	
	Nº muestra 4 (JAB)	8.3							34.1	
LÍMITES DE ART. (No. de ensayos)	S. Límite									
	S. Límite									
CLASIFICACIÓN S.E.S.										
CONTENIDO DE AGUA, %	16.5	0.2	19.0	17.4	16.1	18.0	18.8	9.0	6.0	6.7
DENSIDAD	Aparente, g/cm <sup>3</sup>									
	Real, g/cm <sup>3</sup>									
CURSO	No. de ensayos (1/6)	C.14								0.07
	No. por categoría (1/6)	C.14								0.07
SALUDOS	N.º 001									
	mayor o igual 0.01									
	mayor o igual 0.05									
	mayor o igual 0.10									

Fuente: CFA. Resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio.

### C.7. ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

Durante la ejecución de la campaña de campo, con fecha agosto únicamente se detectó la presencia de nivel freático a una profundidad superior a 10 metros respecto a la cota de referencia, pero en la campaña realizada en enero, en nivel freático alcanzó los 2 metros de profundidad.

El CTE proporciona valores orientativos del coeficiente de permeabilidad para las diferentes unidades:

Unidad	Tipo de suelo	Permeabilidad (m/s)
Suelo alterado (SA)	Arena fina, limo y mezcla de arena, limos y arcillas	$10^{-5} - 10^{-9}$
Relleno (R)	Arena limpia, mezcla de grava y arena limpia	$10^{-2} - 10^{-5}$
Limos arcillosos (LLA)	Arcilla	$< 10^{-9}$
Gravitas con arenas (GS)	Arena limpia, mezcla de grava y arena limpia	$10^{-2} - 10^{-5}$
Arcillas orgánicas (AO)	Arena	$< 10^{-9}$
Arenas finas limosas (SFL)	Arena limpia, mezcla de grava y arena limpia	$10^{-2} - 10^{-5}$
Sustrato (S3)	Gres (matriz rocosa sana)	$10^{-5} - 10^{-10}$
Sutrato (S3)	Lutita (matriz rocosa sana)	$10^{-9} - 10^{-13}$

Fuente: CTE. Valores de referencia del CTE del coeficiente de permeabilidad.

## C.8. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES

De acuerdo con la información obtenida mediante el trabajo de campo y la biografía consultada se han establecido 6 unidades de diferente comportamiento geotécnico:

### H) C.8.1. UNIDADES LITOLÓGICAS DIFERENCIADAS

Unidad 1	Suelo alterado (SA1)
Unidad 2	Relleno (R1)
Unidad 3	Limos arcillosos (LLA2)
Unidad 4	Gravitas con arenas (GS2)

Unidad 5	Arcillas orgánicas (AO2)
Unidad 6	Arenas finas y limosas (SLL2)
Unidad 7	Sustrato (S·)

Fuente: Unidades Litológicas diferenciadas.

#### **Unidad 1: Suelo alterado (SA1)**

Suelo alterado marronoso con presencia de raíces y materia orgánica. Esta unidad se detectó a nivel de superficie del solar con un espesor de 1,0 a 2,0 metros.

Tabla C.11. Resultados suelo alterado

Ensayo	Cota (Z) de inicio	Techo/ Base unidad
S2	-0,5	.0,5/2,0
S3	-2	-2,0/-4,0
S4	-2	-2,0-3,0
C3	-0,8	-0,8/-2,5
C5	-4	-4,0/ -4,5

#### **Unidad 2: Relleno (R1)**

Relleno antrópico formado por runa y el suelo alterado marronoso con presencia de raíces y materia orgánica. Esta unidad se detecta a nivel de superficie del solar con un espesor de 2,0 metros.

Tabla C.12. Resultados relleno

Ensayo	Cota (Z) de inicio	Techo/ Base unidad
S1	-0,5	.0,5/-2,5
C1	-0,5	-0,5/-2,2 -2,5
C2	-0,5	-0,5/-2,2 -2.5
C4	-0,5	-0,5/-1,0

**Unidad 3: Limos arcillosos (LLA2)**

Limos y arcillas de color marrón rojizo. Se interpretan como tramos de finos de depósitos aluviales cuaternarios. Son materiales clasificados según el sistema SUCS como CL-ML (arcillas limos de baja plasticidad). Presentan una plasticidad baja. Esta unidad se detecta por debajo de las unidades 1 y 2 y hasta una profundidad variable de - 4,65 a -6,5 metros respecto cota de referencia. El espesor detectado varía entre 2,0 y 4,0 metros.

Tabla C.13. Resultados limos arcillosos

Ensayo	Cota (Z) de inicio	Techo/ Base unidad
S1	-0,5	.2,5/-4,6
S2	-0,5	-2,5/-6,5
S3	-2	-4,0/-5,0
S4	-2	-4,0/-5,0
C1	-0,5	-2,2 -2,5/ -3,7
C1	-0,5	-2,2 -2,5/ -5,2
C3	-0,8	-2,5/-5,8
C4	-0,5	-1,0/-2,5
C5	-4	-4,6/-6,1

Tabla C.14. Materiales con una capacidad de resistencia media alta.

Ensayo	Cota (Z) de inicio	Profundidad
SPT en S1	-0,5	-4,1 a -4,7
SPT en S2	-0,5	-2,3 a -2,9
SPT en S2	-0,5	-3,8 a -4,3
SPT en S4	-2	-3,0 -3,6

SPT en S4	-2	-4,6 a -5,2
-----------	----	-------------

Los resultados de laboratorio obtenidos para esta unidad son los siguiente:

Muestra 1 SPT en S1 de -3,5 a -4,1

Tabla C.15. Resultados de la prueba de colapso en la muestra 1

COLAPSO	
Índice de Colapso I (%)	0,07
Pot. Porc. Colapso (%)	0,07

Muestra 2 SPT en S1 de -4,1 A -4,7

Tabla C.16. Resultados de las pruebas en la muestra 2.

IDENTIFICACION			
% de grava	10,5	Humedad natural	13,8
% de arena	20,1	Límite líquido	24,4
% de finos	69,4	Límite plástico	17,6
Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>	2,09	Índice de plasticidad	6,8
Densidad seca g/cm <sup>3</sup>	1,84	Clasificación SUCS	ML-CL

Muestra 15 SPT en S4 de -3,0 a -3,6

Tabla C.17. Resultados de las pruebas en la muestra 15.

IDENTIFICACIÓN			
% de grava	22,4	Humedad natural	11,4
% de arena	21,4	Límite líquido	
% de finos	56,2	Límite plástico	No plástico
Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>		Índice de plasticidad	

Densidad seca g/cm <sup>3</sup>	Clasificación SUCS	ML-CL
---------------------------------	--------------------	-------

Tabla C.18. Resultados de las pruebas de agresividad en la muestra 15.

AGRESIVIDAD		
	Mg/kg	%
SO <sub>3</sub>	Ausente	
SO <sub>4</sub>	Ausente	
<b>Resultado</b>	El suelo analizado no es agresivo para el hormigón	

Muestra 18 MR en C1 -3,4

Tabla C.19. Resultados de las pruebas en la muestra 28.

IDENTIFICACIÓN	
Humedad natural (%)	16,3

Tabla C.20. Resultados de la prueba de colapso en la muestra 18

COLAPSO	
Índice de Colapso I (%)	0,14
Pot. Porc. Colapso (%)	0,14

Muestra 20 MR en C2 -2,5

Tabla C.21. Resultados de las pruebas en la muestra 20

IDENTIFICACIÓN	
Humedad natural (%)	16,3

Muestra 20 MR en C2 -2,5

Tabla C.21. Resultados de las pruebas en la muestra 20



IDENTIFICACIÓN	
Humedad natural (%)	19,5

Muestra 21 MR en C2 -4,0

Tabla C.22. Resultados de las pruebas en la muestra 21

IDENTIFICACIÓN	
Humedad natural (%)	19,5

Muestra 22 MR en C2 -3,8

Tabla C.23. Resultados de las pruebas en la muestra 22

IDENTIFICACIÓN	
Humedad natural (%)	16,4

Muestra 23 MR en C2 -2,5

Tabla C.24. Resultados de las pruebas en la muestra 23

IDENTIFICACIÓN	
Humedad natural (%)	18

Muestra 24 MR en C2 -2,5

Tabla C.25. Resultados de las pruebas en la muestra 24

IDENTIFICACIÓN	
Humedad natural (%)	18,8

Muestra 25 MR en C2 -2,5

Tabla C.26. Resultados de las pruebas en la muestra 25

IDENTIFICACIÓN	
----------------	--

Humedad natural (%)	9,5
---------------------	-----

Para esta unidad se han estimado los siguientes parámetros geotécnicos.

Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Ángulo de rozamiento interno (°)	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
1,8	25	0,5-0,8

#### Unidad 4: Gravitas con arenas (GS2)

Gravitas con arenas. Se interpretan como tramos de materiales con granulometría más gruesa de depósitos aluviales cuaternarios. Son materiales clasificados según el sistema SUCS como SM (arenas finas gravosas). Son materiales no plásticos.

Esta unidad se detecta por debajo de la unidad 3 y hasta una profundidad variable de -5,9 a -7,5 metros respecto cota de referencia. El espesor detectado varía entre 0,5 y 2,0 metros.

Tabla C.27. Resultados limos arcillosos

Ensayo	Cota (Z) de inicio	Techo/ Base unidad
S1	-0,5	-4,6/ -5,9
S2	-0,5	-6,5/ -7,5
S3	-2	-5,0/ -7,0
S4	-2	-5,0/ -5,2
C1	-0,5	-3,7/ -3,9
C5	-4	-6,1/ -6,6

Tabla C.28. Materiales con una capacidad de resistencia media alta.

Ensayo	Cota (Z) de inicio	Profundidad
SPT en S1	-0,5	-5,3 a -5,9
SPT en S2	-0,5	-7,0 a -7,6
SPT en S3	-2	-5,0 a -5,6

SPT en S4	-2	-6,0 -6,6
-----------	----	-----------

Los resultados de laboratorio obtenidos para esta unidad son los siguientes:

Muestra 3 SPT en S1 de -5,3 a -5,9

Tabla C.29. Resultados de las pruebas en la muestra 3

IDENTIFICACION			
% de grava	51,1	Humedad natural	2,8
% de arena	30,9	Límite líquido	
% de finos	18	Límite plástico	No plástico
Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>		Índice de plasticidad	
Densidad seca g/cm <sup>3</sup>		Clasificación SUCS	SM

Muestra 7 SPT en S1 de -7,0 a -7,6

Tabla C.30. Resultados de las pruebas en la muestra 7.

IDENTIFICACIÓN			
% de grava	57,2	Humedad natural	4,6
% de arena	30,4	Límite líquido	
% de finos	12,3	Límite plástico	No plástico
Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>		Índice de plasticidad	
Densidad seca g/cm <sup>3</sup>		Clasificación SUCS	GM

Muestra 10 SPT en S3 de -5,0 a -5,6

Tabla C.31. Resultados de las pruebas en la muestra 10

IDENTIFICACION			
% de grava	42,9	Humedad natural	7,8

% de arena	35,3	Límite líquido	
% de finos	21,8	Límite plástico	No plástico
Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>		Índice de plasticidad	
Densidad seca g/cm <sup>3</sup>		Clasificación SUCS	SM

Muestra 11 SPT en S1 de -6,0 a -6,6

Tabla C.32. Resultados de las pruebas en la muestra 11.

IDENTIFICACIÓN			
% de grava	59,7	Humedad natural	3,3
% de arena	45,8	Límite líquido	
% de finos	13,9	Límite plástico	No plástico
Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>		Índice de plasticidad	
Densidad seca g/cm <sup>3</sup>		Clasificación SUCS	SM

Muestra 19 MR en C1 a -3,7

Tabla C.33. Resultados de las pruebas en la muestra 19

IDENTIFICACIÓN	
Humedad natural (%)	5,2
% de grava	80,5
% de arena	11,5
% de finos	8

Muestra 26 MR en C5 a -6,4

Tabla C.34. Resultados de las pruebas en la muestra 26

IDENTIFICACIÓN	
Humedad natural (%)	6,5
% de grava	52,1
% de arena	13,8
% de finos	34

Para esta unidad se han estimado los siguientes parámetros geotécnicos.

Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Ángulo de rozamiento interno (°)	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
2	30-34	0,05-0,1

#### Unidad 4: Arcillas orgánicas (AO2)

Limos y arcillas de color marrón oscuro a negro. Se interpretan como tramos de finos de depósitos aluviales cuaternarios y concretamente como un paleosuelo. Esta unidad solo se detecta en el ensayo S3 por debajo de las gravas de la unidad 4 y hasta a una profundidad de -8,0 metros respecto cota de referencia. El espesor detectado es de 1,0 metro.

Tabla C.35. Resultados arcillas orgánicas

Ensayo	Cota (Z) de inicio	Techo/ Base unidad
S3	-2	-7,0/ -8,0
C5	-4	-6,6/-7,2

Tabla C.36. Materiales con una capacidad de resistencia alta

Ensayo	Cota (Z) de inicio	Profundidad
SPT en S2	-2	-7,5 a-8,1

Para esta unidad se han estimado los siguientes parámetros geotécnicos.

Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Ángulo de rozamiento interno (°)	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
1,8	25	0,5-0,8

**Unidad 6: Arenas finas y limosas (SLL2)**

Limos con arenas finas marrón claro. Se interpretan como tramos finos de depósitos aluviales cuaternarios. Son materiales clasificados según el sistema SUCS como ML-SM (arcillas y limos de baja plasticidad). Presentan una plasticidad nula o muy baja. Esta unidad solo se detecta en el ensayo S3 por debajo de la unidad 5 y hasta una profundidad de -9,0 metros respecto cota de referencia. El espesor detectado es de 0,9 y 1,6 metros

Tabla C.38. Resultados arenas limosas

Ensayo	Cota (Z) de inicio	Techo/ Base unidad
S3	-2	-8,0/ -9,35
C5	-4	-7,2/-8,8

Los resultados de laboratorio obtenidos para esta unidad son los siguientes:

Muestra 13 MR en S3 de -8,6 a -8,8

Tabla C.38. Resultados de la prueba de colapso en la muestra 13

COLAPSO	
Índice de Colapso I (%)	0,07
Pot. Porc. Colapso (%)	0,07

Muestra 17 MR en C5 -7,3

Tabla C.39. Resultados de la prueba de colapso en la muestra 17

COLAPSO	
Índice de Colapso I (%)	0,67
Pot. Porc. Colapso (%)	0,67

Para esta unidad se han estimado los siguientes parámetros geotécnicos.

Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Ángulo de rozamiento interno (°)	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
1,8	25-28	0,05-0,1

**Unidad 7: Sustrato (S3)**

Sustrato terciario constituido por lutitas marrón y amarillentas con intercalaciones de areniscas. Esta unidad se detecta por debajo del resto de unidades y hasta una profundidad no determinada pero estimada en decenas de metros.

Tabla C.40. Resultados sustratos

Ensayo	Cota (Z) de inicio	Techo/ Base unidad
S1	-0,5	-5,9/ -6,5
S2	-0,5	-7,5/ -11,3
S3	-2	-9,3/-9,8

Tabla C.41. Materiales con una capacidad de resistencia alta

Ensayo	Cota (Z) de inicio	Profundidad
SPT en S2	-0,5	-8,3 a -8,9
SPT en S2	-0,5	-10,3 a -10,9
SPT en S3	-2	-9,2 a -9,8

Los resultados de laboratorio obtenidos para esta unidad son los siguientes:

Muestra 9 SPT en S2 de -10,3 a -10,9

Tabla C.41. Resultados de las pruebas en la muestra 9

IDENTIFICACION			
% de grava	29,3	Humedad natural	7,7
% de arena	22,3	Límite líquido	19,8
% de finos	58,5	Límite plástico	16,8
Densidad aparente g/cm3		Índice de plasticidad	3
Densidad seca g/cm3		Clasificación SUCS	ML

Tabla C.42. Resultados de las pruebas de agresividad en la muestra 15.

AGRESIVIDAD		
	Mg/kg	%
SO <sub>3</sub>	Ausente	
SO <sub>4</sub>	Ausente	
<b>Resultado</b>	El suelo analizado no es agresivo para el hormigón	

Para esta unidad se han estimado los siguientes parámetros geotécnicos.

Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Ángulo de rozamiento interno (°)	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
2,0 -2,2	30	2,0- 3,0

## C.9. CONCLUSIONES

Los subsuelos de las instalaciones de CFA se estructuran mediante un sustrato (S3) que tiene una pequeña pendiente hacia el sudeste y sobre el cual reposan de manera discordante y subhorizontalmente diversos niveles de sedimentos aluviales cuaternarios. De abajo a arriba encontramos Arenas finas limosas (SFL2), Arcillas orgánicas (AO2), Gravitas con arenas (GS2) y Limos arcillosos (LLA2), todos ellos con espesores variables en función del paleorelieve terciario y el relieve actual. Por encima del resto de unidades hallamos el suelo alterado (SA1) y en la parcela 16 un pequeño relleno (R1). La alta variabilidad de materiales y su disposición espacial permite diversas interpretaciones en función de los ensayos de campo realizados.

Como ya se ha explicado antes de atacar el Anejo Geotécnico, no disponemos de datos geotécnicos propios del suelo donde justo se va a construir, por lo tanto, hemos estudiado y utilizado los datos más próximos a nuestra zona, siendo conscientes de los posibles cambios que pueden aparecer entre un terrero y otro.